

GIUSEPPE OROMBELLI (*)

IL GHIACCIAIO DEL RUITOR (VALLE D'AOSTA) NELLA PICCOLA ETÀ GLACIALE

ABSTRACT: OROMBELLI G., *The Ruitor glacier (Aosta Valley) during the Little Ice Age*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

The maximum extent reached by the Ruitor glacier during the Little Ice Age (LIA) was reconstructed on the basis of a geomorphologic survey of marginal moraines, drift limits and erosional trimlines. At the LIA maximum the glacier was 27% larger than now (1991) and its terminus was at an altitude 370 m lower than the present. LIA melt-water streams and marginal lakes were identified. In particular the ice dammed Ruitor lake is well documented by shore lines, a delta moraine and by melt-water channels. Jökulhaup coarse sediments have been observed just out of the max LIA moraines, possibly deposited by the last outburst (1751) from the ice dammed lake.

On the base of historical documents the max LIA advance occurred between 1751 and 1864, possibly in phase with the 1820 advance shown by other Aosta valley glaciers, as previously suggested by Sacco. Pre-LIA Holocene moraines were also observed and preliminarily dated.

The surface extent variations of the Ruitor glacier during the Holocene are bracketed between the maximum LIA and the minimum pre-Neoglacial, inferred from stratigraphic evidence. The Equilibrium Line Altitude variation was of about 150 m, a value in agreement with what observed in other Italian glaciers with a prevailing northern aspect.

KEY WORDS: Little Ice Age, Holocene, Ruitor glacier, Italian Alps.

RIASSUNTO: OROMBELLI G., *Il ghiacciaio del Ruitor (Valle d'Aosta) nella piccola Età Glaciale*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

La massima estensione raggiunta dal ghiacciaio del Ruitor durante la Piccola Età Glaciale (PEG) è stata ricostruita identificando le corrispondenti morene marginali e i limiti deposizionali ed erosionali marcati dal ghiacciaio in quella fase di avanzata. Il ghiacciaio aveva allora una superficie maggiore di quella attuale (1991) del 27% e si articolava in due lobi, di cui quello occidentale, più allungato, scendeva fino a quota 2.140 m, 370 m più in basso della fronte attuale (1991). È stata pure ricostruita l'idrografia connessa al ghiacciaio, torrenti di fusione glaciale e laghi mar-

ginali. Sono stati identificati depositi di rotta glaciale prodotti dallo svuotamento del lago di sbarramento glaciale del Ruitor, probabilmente riferibili alla rotta del 1751. Sulla base della documentazione storica, la massima avanzata PEG del Ruitor deve essersi verificata tra il 1751 e il 1864. Si conferma così l'ipotesi già avanzata dal Sacco, che datava tale avanzata al 1820. Sono pure state identificate e preliminarmente datate morene oloceniche precedenti la PEG, immediatamente più esterne. In tal modo è stata valutata l'ampiezza delle variazioni areali del Ruitor nell'Olocene, compresa tra il massimo PEG e l'estensione minima precedente alla Neoglaciazione, ipotizzata sulla base di evidenze stratigrafiche e pari circa alla metà dell'estensione massima. La variazione dell'altitudine della linea di equilibrio (ELA) durante l'Olocene sarebbe stata di circa 150 m. La contenuta variabilità areale e della ELA nel Ruitor durante l'Olocene è conforme a quella in generale riscontrata nei ghiacciai italiani con prevalente esposizione settentrionale.

TERMINI CHIAVE: Piccola Età Glaciale, Olocene, Ghiacciaio del Ruitor, Alpi.

PREMESSA

Ricostruire l'estensione, la morfologia, le direzioni di flusso, i caratteri termici basali, gli aspetti dinamici, l'idrologia dei ghiacciai nel passato è uno degli scopi della geomorfologia glaciale. Da tali ricostruzioni si possono successivamente ricavare informazioni sul contesto climatico e ambientale nel quale i ghiacciai erano inseriti.

Le ricostruzioni paleoglaciali sono tanto più dettagliate e prossime alla realtà quanto più completa è la documentazione geomorfologica che evidenzia sia le forme di margine glaciale, sia quelle subglaciali, sia quelle proglaciali, in una fase cronologicamente ben definita. Per quanto attiene all'estensione raggiunta dai ghiacciai nel passato, generalmente l'evidenza principale, per l'area di ablazione, è data dalle morene marginali (*ice-marginal moraines*¹) e, per l'area di accumulo, dalle morfologie di erosione. Queste ultime sono tuttavia discontinue, non facilmente correlabili e databili. Quanto alle morene marginali, la loro evi-

(*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca e Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR, piazza della Scienza 1 - 20126 Milano.

Lavoro svolto nell'ambito del progetto MIUR-COFIN «Trasformazioni in atto dei ghiacciai delle Alpi italiane. Effetti morfologici, ipotesi evolutive, significato climatico e confronti con aree extraalpine» (Respon. Naz. Prof. P.R. Federici). Si ringraziano gli studenti di Geologia dell'Università di Milano Bicocca che hanno partecipato al rilevamento di terreno, i Dott. i F. Villa e M. De Amicis per le elaborazioni dei dati areali del Ruitor, il Dott. G. Mortara per aver procurato materiali cartografici antichi.

¹ La terminologia delle morene utilizzata in questa nota è quella indicata da Bennett & Glasser (1996).

denza e completezza dipendono dalla abbondanza di detrito trasportato e deposto dal ghiacciaio, dalla morfologia del territorio circostante, più o meno favorevole alla loro deposizione e conservazione, e dai processi distruttivi (alterazione, erosione, demolizione in massa, ecc.) che possono averle successivamente modificate ed interrotte. I processi distruttivi, nel tempo, pervengono ad una progressiva attenuazione e frammentazione, fino alla totale eliminazione delle morene. Anche successivi processi costruttivi possono, ovviamente, portare ad un occultamento parziale o totale delle morene, la cui testimonianza viene quindi confinata ad un ambito stratigrafico.

Pertanto, generalmente, sono le evidenze geomorfologiche lasciate dai ghiacciai nei tempi a noi più vicini, quelle meglio conservate e più facilmente identificabili. Così l'estensione dei ghiacciai alpini durante la Piccola Età Glaciale (di seguito PEG, secoli XIV-XIX), ed in particolare nelle sue più recenti fasi di acme (secoli XVII-XIX), può comunemente essere ricostruita con accuratezza. Nelle Alpi Italiane, le evidenze morfologiche più complete sono quelle lasciate nella prima metà del XIX secolo, in cui si sono prodotte due fasi principali di avanzata (la prima intorno al 1820, la seconda intorno al 1850) che hanno generalmente oltrepassato le precedenti avanzate, oscurandone le tracce (Orombelli & Mason, 1997).

Per i ghiacciai delle Alpi è divenuto termine di riferimento la massima avanzata della Piccola Età Glaciale alla metà del XIX secolo (Maisch & *alii*, 1999), rispetto alla quale viene comparata la situazione attuale, in rapida evoluzione, sia in termini di area, sia, ove possibile, di volume, sia di altitudine della linea di equilibrio. Per altro, essendo stato accertato che le precedenti maggiori espansioni oloceniche hanno avuto all'incirca la stessa entità, se non minore, l'estensione dei ghiacciai nella fase di massima espansione della PEG alla metà ottocento bene rappresenta il valore massimo della variabilità glaciale nelle condizioni generali del presente interglaciale, risultando invece il valore minimo quello raggiunto durante l'optimum climatico olocenico, prima dell'inizio della Neoglaciazione (circa 5000 anni fa), per altro solamente in pochi casi accertato.

Il ghiacciaio del Ruitor è uno di questi casi, in cui vi sono testimonianze stratigrafiche conservate delle sue condizioni di minima estensione olocenica, precedenti alla Neoglaciazione (Orombelli, 1998). Inoltre il Ghiacciaio del Ruitor, con la sua celebre storia di rotte glaciali connesse allo sbarramento del lago del Ruitor o di S. Margherita (Baretti, 1880; Sacco, 1917), ha avuto un ruolo rilevante anche per la storia della PEG: già Le Roy Ladurie (1967) evidenziava come la fase di massima espansione della PEG nelle Alpi si inquadrasse tra la prima rotta del Ruitor storicamente accertata (1594) e l'ultimo svuotamento graduale del lago nel 1864.

L'estensione del Ruitor nella PEG (o almeno nella sua fase finale) è stata sommariamente ricostruita da Baretti (1880) e successivamente da Sacco (1917). Il primo, in uno schizzo topografico alla scala 1:15.000, ne ha tratteggiato l'estensione nel 1860, prima dell'ultimo svuotamento avvenuto nel 1864 (Carrel, 1867). Da tale schizzo si desume che la lingua terminale del ghiacciaio era allora un poco

più ridotta rispetto alla massima estensione (ed altezza) indicata dalle morene che la fiancheggiano. Sacco (1917), in uno schizzo topografico alla scala 1:12.000 circa, tratteggia invece il contorno della fronte del Ruitor, quale doveva essere nel 1820 e nel 1864, indicando pure le posizioni assunte nel successivo ritiro, negli anni 1873, 1879, 1886, 1905, 1909, 1916. Secondo questo autore la massima estensione del Ruitor nella PEG sarebbe stata raggiunta nel 1820, non sulla base di documenti, ma unicamente per analogia con il comportamento di altri ghiacciai aostani. Comunque i limiti 1820 e 1864 in molti tratti sono indicati come coincidenti. Tale ricostruzione ed attribuzione cronologica sono state poi riprese dagli autori successivi (Le Roy Ladurie, 1967; Porter & Orombelli, 1985).

In questa nota, traendo vantaggio dall'esistenza di nuove carte topografiche dettagliate e di fotografie aeree, si intende affrontare nuovamente l'argomento, sulla base di un rilevamento di terreno effettuato nell'estate 2004.

IL GHIACCIAIO DEL RUITOR

Il Ghiacciaio del Ruitor² ha una superficie di circa 8 km² ed occupa un bacino, esposto a NNW, alla testata della valle del torrente omonimo (fig. 1). Dalla quota più elevata (3.480 m), sotto la Testa del Ruitor (3.485 m), il ghiacciaio scende, alternando tratti più ripidi con seraccate a tratti subpianeggianti, sino all'attuale fronte, articolata in tre lobi, di cui quello centrale raggiunge la quota minima di 2.510 m (CTR Regione Val d'Aosta, rilevamento 1991). Il ghiacciaio è delimitato da creste rocciose di poco più elevate della sua superficie, mentre colli, selle e crinali in ghiaccio per lunghi tratti lo separano dai contigui ghiacciai valdostani (Val Grisanche) e della Savoia. Solamente alcuni picchi rocciosi incombono sul ghiacciaio, con dislivelli maggiori di un centinaio di metri (Doravidi, Flambeau, Punta Loydon, Grand Assaly). All'interno del ghiacciaio emergono le creste rocciose delle Vedette del Ruitor e, a valle di queste, un dosso roccioso arrotondato. Pertanto scarsissimo è l'apporto di detriti dai versanti, così che ne deriva una quasi totale assenza di detriti sopragliaciali e, in generale, di detriti trasportati alle fronti. Nelle aree deglaciate prevalgono i depositi glaciali di fondo, mentre modeste sono le morene marginali, in particolare nel settore frontale. La morfologia del territorio è inoltre caratterizzata da un succedersi di balze rocciose ripide e bacini interposti, trasversali alla linea di flusso del ghiacciaio, conformemente all'orientazione degli assi strutturali. Un primo bastione roccioso culmina a quota 2.100-2.200 e delimita la depressione che ospita il Plan de la Lière e il Lac du Glacier; un secondo bastione culmina a quota 2.400-2.500

² A causa delle denominazioni e grafie dei nomi dei luoghi, continuamente mutevoli nelle diverse carte e documenti, in questa nota verrà adottata la dizione francese dei toponimi, come riportata nella Carta Tecnica Regionale della Valle d'Aosta in scala 1:10.000 (rilevata nel 1991), utilizzata per il rilevamento di terreno ed alla quale viene fatto costante riferimento, anche per quanto attiene alle quote. I termini geografici comuni dei toponimi sono stati, ovunque possibile, resi in italiano.

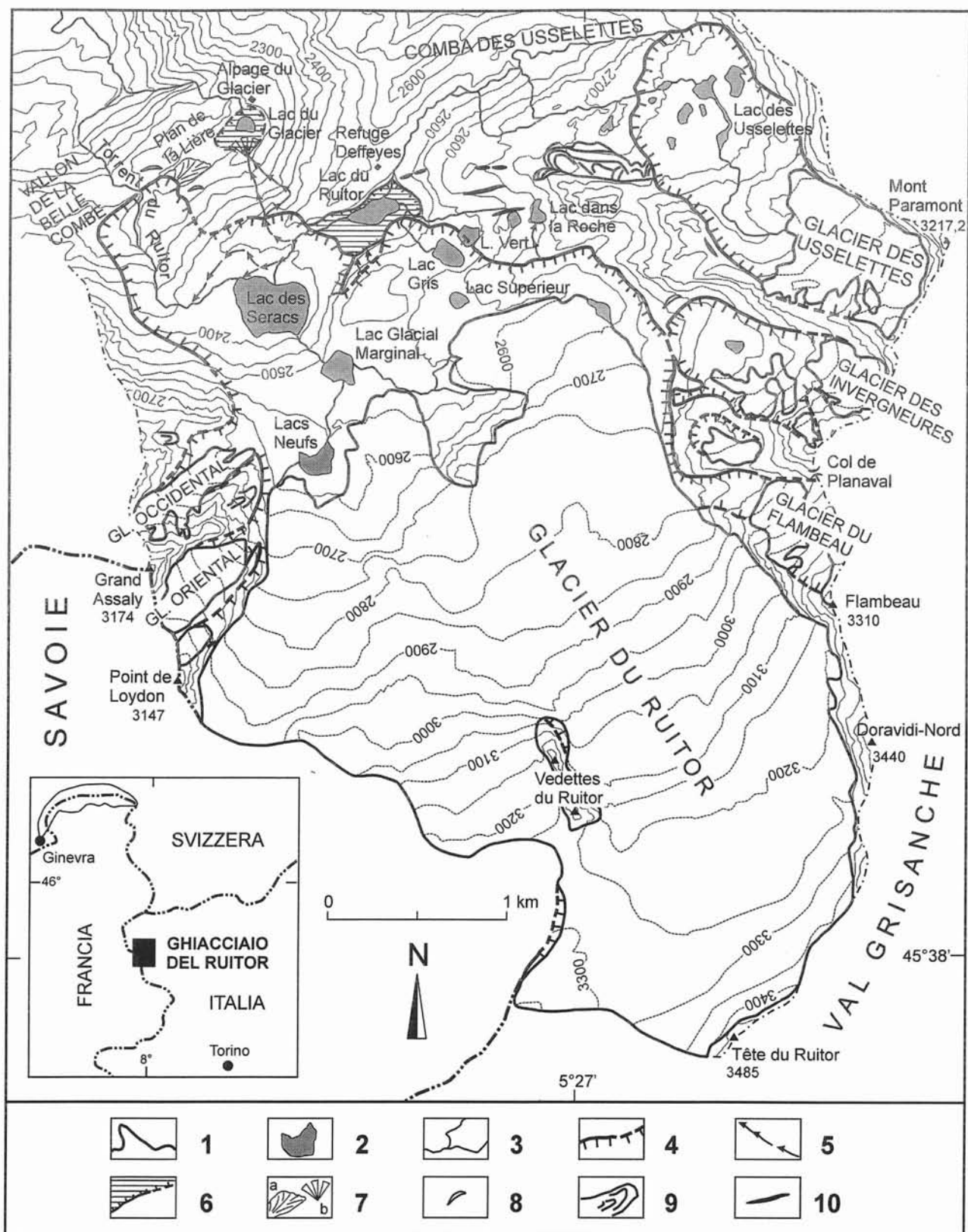


FIG. 1 - Il ghiacciaio del Rutor (Val d'Aosta): situazione attuale (1991) e durante la fase di massima estensione nella Piccola Età Glaciale (PEG). 1 - limiti dei ghiacciai attuali; 2 - laghi; 3 - idrografia; 4 - limite della massima estensione dei ghiacciai nella PEG; 5 - alvei di torrenti di fusione glaciale, attivi nella PEG; 6 - linea di riva e laghi nella PEG; 7a - depositi di rocca glaciale; 7b - cono di deiezione-delta; 8 - morene marginali esterne al limite massimo PEG; 9 - rock glacier; 10 - morene tardoglaciali.

e sbarra la conca che contiene i laghi del Ruitor e des Seracs; infine un terzo bastione culminante a 2.500-2.600 m contiene i laghetti Vert, Gris e Glacial Marginal. In coincidenza con i versanti più ripidi delle balze rocciose le morene terminali non si sono deposte o conservate.

Per questi due motivi, scarsità di apporto detritico e topografia sfavorevole, le posizioni assunte dai margini glaciali non sono marcate da morene marginali continue e bene evidenti, come usualmente avviene nelle altre valli alpine.

Volendo delineare l'estensione raggiunta dal Ruitor nella sua fase di massima estensione durante la PEG, occorre basarsi su tre tipi di evidenze, tra loro correlabili: 1) morene marginali, 2) limite delle placche moreniche e degli erratici (*drift limit*), 3) limiti erosionali (*trim lines*).

Morene marginali - Le morene marginali deposte dal ghiacciaio del Ruitor sono in generale di modeste dimensioni e spesso discontinue. Le morene della PEG (e quelle più recenti) si distinguono dalle più antiche e più esterne morene tardiglaciali per ovvii caratteri di migliore conservazione, scarsità o assenza di copertura vegetale, suoli assenti o appena embrionali, superficie degli erratici non alterata e scarsamente lichenizzata. Tra le morene PEG e quelle tardiglaciali sono stati osservati alcuni brevi tratti di morene terminali dalle caratteristiche più evolute, rispetto alle morene PEG, quali copertura vegetale continua, prativa o arbustiva, e suoli ben sviluppati. Tali morene, sulla base della datazione di un suolo sepolto (vedi avanti), possono essere ascritte a espansioni oloceniche più antiche della PEG.

Le morene PEG più esterne appoggiano direttamente su una topografia chiaramente più antica (salvo eccezioni locali di cui si dirà), contraddistinta da caratteri nettamente

più evoluti dell'alterazione delle rocce e dello sviluppo dei suoli, che mostrano orizzonti ben sviluppati e differenziati.

Quanto alla genesi delle morene PEG terminali, queste mostrano nei tratti laterali i caratteri morfologici e interni delle morene «di scarico» (*dump moraines*) e nei tratti frontali prevalentemente quelli delle morene di spinta (*push moraines*). Ove il ghiacciaio sbarra il Lago del Ruitor, è presente una morena-delta ben sviluppata, con sommità appiattita, il cui peculiare andamento planimetrico, con tre segmenti circa rettilinei a zig-zag, è conforme alla veduta del lago e della fronte glaciale a falesia, riprodotta in una stampa da Favre (1867).

Limite delle placche glaciali e degli erratici - Localmente, sulle pareti rocciose più ripide, ove non si sono formate o conservate le morene marginali, il limite raggiunto dal ghiacciaio nella fase di massima espansione PEG può essere indicato dal limite superiore di placche di depositi glaciali, privi di morfologia conservata, o da erratici sparsi e allineati.

Trim lines erosionali - Sulle pareti rocciose nude il limite della PEG è definito da un limite netto, sia della copertura lichenica, sia dei caratteri dell'alterazione delle rocce (fig. 2). La prima è pervasiva sulle pareti rocciose rimaste esterne alla PEG e molto più ridotta su quelle interne, al punto che i due piccoli laghi contigui, il Lago Grigio (interno alla PEG) e il Lago Verde (esterno alla PEG), devono il loro colore al riflettersi nelle loro acque di pareti rocciose poco o intensamente lichenizzate.

L'alterazione delle pareti rocciose esternamente al limite PEG (il litotipo dominante sono metaconglomerati a ciottoli di quarzo del Carbonifero) è caratterizzata da superfici con elevata scabrosità, clasti/noduli di quarzo in



FIG. 2 - *Trim line* erosionale su roccia montonata. Si noti il limite netto tra la superficie liscia e striata, con noduli di quarzo rasati, coperta da detriti, pure di aspetto non alterato (in alto a destra), e la superficie alterata, scabra, con noduli e lenti di quarzo in rilievo, sulla quale solo le solcature glaciali più grossolane si sono conservate (in basso e a sinistra).

netto rilievo, totale cancellazione delle strie glaciali salvo le solcature più grossolane, mentre internamente al limite PEG si osservano esclusivamente superfici rocciose lisce, con ciottoli/noduli di quarzo rasati (salvo locali microrilievi tipo *crag and tail*) e strie glaciali fini ben conservate. Anche gli erratici interni ed esterni al limite PEG mostrano la stessa differenza di copertura lichenica e di alterazione superficiale.

IL LIMITE DI MASSIMA ESTENSIONE RAGGIUNTO NELLA PICCOLA ETÀ GLACIALE

Per quanto riguarda l'area di accumulo si assume che il limite attuale del ghiacciaio coincida sostanzialmente con quello della massima estensione PEG (fig. 1). Per lunghi tratti il limite attuale è lo «spartighiaccio» (*ice divide*) che separa il ghiacciaio del Ruitor dai ghiacciai tributari dei contigui bacini valdostani e della Savoia. Sebbene l'*ice divide* possa mutare posizione nel tempo (come si osserva confrontando, ad esempio, le carte regionali al 10.000 rilevate in anni differenti), deve essersi trattato di variazioni modeste, dell'ordine di alcune decine di metri.

Ove il limite attuale del ghiacciaio è invece con le pareti rocciose delle creste e dei picchi circostanti, pure in questo caso i suoi spostamenti orizzontali, dovuti ad una variazione di spessore del ghiacciaio, devono ritenersi modesti, per l'acclività delle pareti. Solamente lungo le Sentinelle del Ruitor, che si ergono isolate entro il ghiacciaio ove questi dà luogo a una seraccata, il limite è stato un poco più esteso dell'attuale. Gli altri rilievi rocciosi isolati entro il ghiacciaio dovevano essere totalmente sommersi a giudicare dalle evidenze morfologiche.

Sono qui di seguito descritte le evidenze morfologiche del limite raggiunto nella PEG dal Ghiacciaio del Ruitor nell'area di ablazione, procedendo da ovest verso est.

Settore e lobo occidentale - Placche moreniche e tratti di morene marginali, nel settore compreso tra Pointe de Loydon e il Grand Assaly, indicano che i tre piccoli ghiacciai qui presenti dovevano immettersi nel ghiacciaio del Ruitor, ampliandone significativamente la superficie. Mentre un evidente *drift limit* si interrompe ove il ghiacciaio Orientale del Grand Assaly confluisce in quello del Ruitor, la cresta della morena laterale sinistra del Ruitor occlude attualmente lo sbocco del ghiacciaio Occidentale del Grand Assaly³. Tale tratto della morena sinistra deve tuttavia essere stato deposto successivamente al massimo PEG, in quanto un soprastante più elevato *drift limit* denuncia la confluenza pure di questo ghiacciaio. Infatti nella carta IGM 1:25.000, levata nel 1930, il ghiacciaio occidentale del Grand Assaly ancora è in contatto con quello del Ruitor, separato solo da una apparente morena mediana.

Il limite massimo PEG è più a valle individuabile nella cresta della morena laterale sinistra del Ruitor e da un

drift limit, ove la morena si interrompe, come in corrispondenza del gradino in roccia a quota 2.550 m. A quota 2.250 la morena si biforca. Quella più esterna scende nella piana in cui sbocca con una cascata il torrente che proviene dalla valle laterale di Belle Combe, formando la sponda destra convessa del torrente stesso. La morena è interrotta quindi dal torrente e riprende alla sua sinistra, ove si addossa direttamente a rocce montonate alterate e lichenizzate, configurandosi come una morena di spinta frontale a grossi blocchi. Prosegue quindi sul crinale del dosso in rocce montonate che sbarra la piana verso valle, in sponda sinistra della forra del Torrente Ruitor, in forma di una grande morena frontale, alta oltre una ventina di metri sul lato esterno, con massi rotolati a maggiore distanza sul pendio sottostante. La morena è interrotta dalla forra del T. Ruitor: la quota minima raggiunta dalla fronte del Ruitor era ubicata in questo tratto, intorno a 2.140 m.

Il limite della massima espansione PEG riprende in riva destra della forra del Torrente Ruitor, come *drift limit* sul dosso in rocce montonate, e quindi con una piccola ma evidente morena frontale che sbarra il Plan de la Lière. Internamente a questa morena ve ne è una seconda, così come altre morene marginali più interne sono presenti nella piana in sponda sinistra del T. Ruitor.

La morena attribuita alla massima avanzata PEG attraversa il Plan de la Lière, sovrapponendosi ad un deposito fluvioglaciale grossolano, che occupa il fondo della piana, con una morfologia a barre che si allungano, divergendo quasi a ventaglio, da SW a NE, per un centinaio di metri e terminano bruscamente, con debolissimo rilievo (20-50 cm) sulla piana sabbioso-limoso-torbosa antistante. I clasti, subarrotondati, di dimensioni decimetriche, localmente mostrano abbozzi di embricatura, con strutture tipo *pebble cluster* e massi allungati trasversali rispetto all'allungamento delle barre. Il deposito fluvioglaciale non mostra aspetti di alterazione o di copertura lichenica particolarmente evoluti, ma piuttosto simili a quelli della morena frontale stessa. Per le dimensioni dei clasti e per l'orientazione delle barre, che indicano un deflusso a risalire entro una valle laterale, anziché defluire nella valle del T. Ruitor, il deposito fluvioglaciale può essere interpretato come un deposito di rotta glaciale (*jökulbaup*), antecedente alla massima espansione PEG (forse identificabile nella rotta del 1751, vedi paragrafo successivo). In precedenza questo deposito era stato interpretato da Baretto (1880) e da Sacco (1917) come un terzo (e più esterno) arco morenico. Nel 1879 Baretto (1880) descrive le morene e i depositi in oggetto come «*diversi cordoni morenici poco elevati, di fresca data, come lo prova la quasi completa mancanza di vegetazione erbacea*».

La morena attribuita alla massima avanzata PEG, attraversato il Plan de la Lière, risale con andamento sinuoso sulle rocce montonate alterate e lichenizzate del versante che delimita a meridione la piana, quindi è sostituita da una *trim line* su rocce montonate, sino a raggiungere obliquamente in direzione ENE il crinale della seconda balza rocciosa, presso il punto quotato 2.426,9 ove ricompare la morena terminale.

³ Nel Catasto dei Ghiacciai Italiani (CNR, 1961) questi due ghiacciai sono denominati, più correttamente, Grande Assaly Sud e Grande Assaly Nord, rispettivamente.

Da qui si dipartiva (quota 2.415 m) un torrente di fusione glaciale che percorreva una stretta forra orientata NE-SW, parallela al crinale, ingombra di depositi fluvio-glaciali a grossi blocchi e massi subarrotondati, non alterati e scarsamente lichenizzati (fig. 3): una prima soglia di sfioramento a quota 2.400 ed una seconda, maggiormente utilizzata, a quota 2.380, consentivano all'acqua di riversarsi nel sottostante Plan de la Lière, ove alimentavano il Lac du Glacier. Dalla seconda soglia si generava la cascata sul Lac du Glacier, descritta da Favre (1867). Questo percorso delle acque di fusione è anche approssimativamente riportato nello schizzo di Baretto (1880), relativo alla situazione nel 1860, ed indicato come emissario del Lago del Ruitor. Analoga idrografia è ancora rappresentata come attiva nella carta degli Stati Sardi, pubblicata nel 1866, come già fatto notare dal Sacco (1917).

La morena terminale prosegue obliquamente al crinale della seconda balza rocciosa, che delimita verso valle la conca che contiene il Lago del Ruitor, fin presso al punto quotato 2.466.0, quindi discende nella conca, e si raccorda, in sponda sinistra dell'emissario del lago con la più esterna di due piccole morene tagliate e sopravanzate da una evidente e ben delineata morena-delta (fig. 4 e 5). Questa è una morena di ragguardevoli dimensioni, lunga complessivamente oltre 300 m, alta una ventina di metri sulla piana antistante, con caratteristica sommità appiattita, larga una trentina di metri, ampio versante interno poco acclive e ondulato, versante esterno un poco più inclinato e regolare, caratterizzato al suo piede da lobi di sedimenti sabbiosi raccordantisi con la piana lacustre adiacente. In pianta la morena-delta ha un andamento angolato a zig-zag, che corrisponde con la forma della fronte a falesia del ghiacciaio

che sbarrava il Lago del Ruitor, così come appare nella stampa in Favre (1867), secondo Sacco (1917) riferibile al 1862. La brusca angolatura è dovuta all'ostacolo delle due morene terminali preesistenti, in parte scavalcate e inglobate dalla morena-delta progradante. Poiché le rotte storicamente accertate del Lago del Ruitor si sono prodotte dal 1594 fino allo svuotamento ultimo del 1864, è possibile che la morena delta sia stata progressivamente edificata in questo intervallo di tempo, se non anche da prima. Lo sbarramento glaciale del lago è documentato fino al 1868 (Gorret, 1869). Negli anni successivi la morena-delta risulta essere stata abbandonata dal ghiacciaio e mai più raggiunta. Comunque in questo settore essa coincide con la massima estensione raggiunta dal ghiacciaio nella PEG. A livello circa uguale o di poco superiore alla sommità appiattita della morena delta (2.435 m), sui versanti del vallone sbarrato si osserva una chiara linea di riva (già descritta e fotografata da Sacco, 1917) individuata da massi allineati (sponde nord ed est) e a da terrazzi costituiti da ciottolami (sponda sud) (fig. 6). Una seconda linea di riva, meno evidente e più discontinua, è osservabile a quota un poco più elevata, sulla sponda nord dell'antico lago del Ruitor.

Settore e lobo orientale

La morena-delta termina contro un ripido versante in roccia. Il limite di massima espansione PEG prosegue come *trim line* su rocce montonate, risalendo verso sud-ovest la porzione basale del versante esterno del terzo bastione roccioso. Il suo decorso quindi si inverte e attraversa a mezza costa verso NE, tra 2.500 e 2.550 m, localmente con evidenze di fuoriuscita di torrenti glaciali. Indi discende



FIG. 3 - Forra in roccia, a controllo strutturale, utilizzata come canale dalle acque provenienti dal lago di sbarramento glaciale del Ruitor, che venivano convogliate, attraverso una cascata, nel sottostante Lac du Glacier. Si noti l'ingombro da grossi massi in parte subarrotondati. Questo canale risulta essere stato abbandonato poco dopo l'ultimo svuotamento del lago di sbarramento glaciale, avvenuto nel 1864.

FIG. 4 - Il lago del Ruitor e la morena-delta deposta sotto il margine della falesia in ghiaccio, quando il ghiacciaio sbarrava la valle creando un invaso una ventina di metri più alto dell'attuale. La fuoriuscita dell'acqua attraverso lo sbarramento ha prodotto piene catastrofiche nei secoli XVI, XXVII e XXVIII; l'ultimo lento svuotamento è avvenuto nel 1864.



FIG. 5 - La morena-delta che sbarrava il lago del Ruitor. Si noti la sommità appiattita, il versante esterno (in primo piano) regolare e, al suo piede, lobi con solchi radiali, di sedimenti sabbiosi. Il canale in primo piano è l'attuale emissario del Lago del Ruitor. In secondo piano il Lac des Seracs. La morena delta sopravanza e ricopre in parte due piccole morene più antiche. La morena descrive la posizione della fronte glaciale durante la fase della PEG in cui si sono verificate le rotte glaciali, documentate dal 1594 al 1864.

sul Lago del Ruitor, disegnando un lobo che interrompe il terrazzo della linea di riva lacustre, come anche comprovato dalla presenza, al suo interno, di till di alloggiamento e di *fluted moraines*. Il limite della massima espansione PEG prosegue con una piccola morena di spinta presso Lac Vert e probabilmente attraversa l'attuale lago. Dalla estre-

mità sud del Lac Vert il limite prosegue come *trim line*, indi in forma di morena che aggira i cocuzzoli in roccia a sud di Lac dans la Roche. Dalla sella a quota circa 2.670 usciva un torrente glaciale, documentato da una piccola piana con depositi fluvio-glaciali, poi da un alveo in roccia con marmite d'evorsione, scanalature e lisciate d'erosione

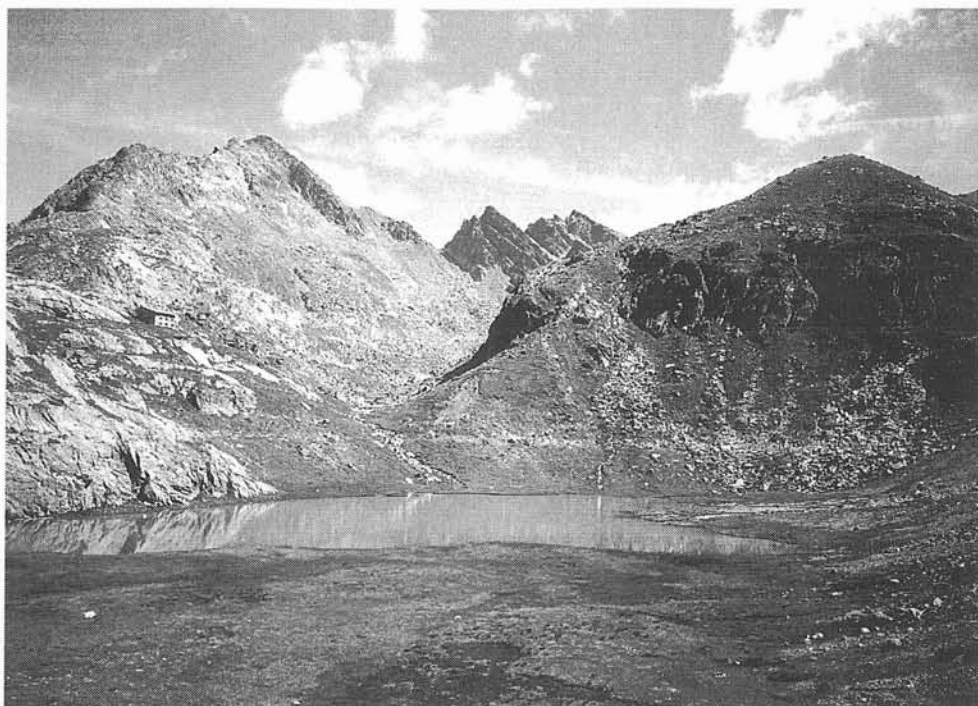


FIG. 6 - Il lago del Ruitor e le linee di riva testimonianti il livello del lago quando era sbarrato dal ghiacciaio. Una chiara linea di riva è osservabile 20 m sopra il livello attuale. Una seconda, un poco più elevata, è suggerita da tenui evidenze morfologiche e da allineamento di massi. Sulla sinistra il rifugio Deffeyes.

dovute ad acqua corrente e blocchi/ciottolame arrotondato, poi da una più ampia piana con ciottolami fluvioglaciali. Il limite prosegue quindi con una morena di spinta pressochè continua localmente direttamente sovrapposta su rocce montonate alterate e lichenizzate (fig. 7). La morena della massima espansione PEG penetra, un poco scenden-

do, entro la valletta tra Pointe des Invergneures e il punto quotato 2.932,2, mentre risale un poco tra lo spuntone sotto quota 2.732,0 e un evidente solco di *debris flow*. La morena della massima espansione PEG del ghiacciaio des Uselettes giunge quasi a lambire, ma non tocca quella del Ruitor, che però si interrompe, non tanto ove passa attual-



FIG. 7 - Morena marginale costituita da blocchi e massi non o poco alterati, accatastati o abbandonati direttamente sopra superfici (rocce montonate) alterate e lichenizzate.

mente il torrentello di fusione glaciale, ma in corrispondenza di una breccia da rotta a V nella morena del ghiacciaio des Usselettes, attualmente non percorsa dall'acqua. In questo tratto vi sono spezzoni di morene più interne. Pertanto anche nella fase del massimo PEG il ghiacciaio des Usselettes non confluiva in quello del Ruitor. Uno stretto lobo del Gh. des Usselettes scendeva fin quasi al laghetto di quota 2.765,5, evidenziato unicamente da rocce montonate non alterate, con strie, ben delimitate da *trim line* con rocce montonate alterate e lichenizzate. Il limite PEG del Ruitor prosegue quindi con l'evidente morena laterale sinistra, interrotta dalla confluenza del Ghiacciaio del Flambeau, e terminante poi sotto il laghetto quotato 2.837,9, circa a quota 2.800.

È stato pure riportato in fig. 1 il limite PEG per i ghiacciai tributari o semplicemente contigui, quali i ghiacciai del Grand Assaly, e quelli del settore montuoso compreso tra il Flambeau e il Mont Paramont. Particolarmente evidenti sono le morene terminali PEG del ghiacciaio des Usselettes, direttamente sovrapposte su rocce montonate alterate e lichenizzate, con interposte depressioni contenenti suoli e sedimenti. Uno scavo aperto al piede della morena PEG frontale, in sinistra del torrente, ha mostrato, sotto 85 cm di till, un livello di fanghi organici dello spessore di 8 cm. Un campione prelevato dal centimetro sommitale del livello organico ha fornito un'età ^{14}C AMS di 170 ± 40 anni BP (Ua-23268), corrispondente ad un'età calendario⁴ compresa tra il 1650 e il 1890 (79,2% di probabilità). Questa datazione consente solo di confermare che la morena del massimo PEG del ghiacciaio des Usselettes è stata deposta al termine di una fase di avanzata inclusa tra la metà del XVII e la fine del XIX secolo. In assenza di altre datazioni questa conclusione può estendersi anche alle morene del massimo PEG dei ghiacciai contigui, Ruitor incluso.

MORENE PRECEDENTI ALLA PICCOLA ETÀ GLACIALE

Esternamente alle morene deposte nella fase di massima espansione della PEG si osservano segmenti di morene marginali, dai caratteri dell'alterazione e dello sviluppo dei suoli più evoluti. Tralasciando le morene attribuibili al Tardoglaciale (alcune di esse sono state sommariamente indicate nella fig. 1), due brevi tratti di morene marginali sono stati riconosciuti nei pressi del Plan de la Lière (fig. 1).

Il primo si trova sul dosso in rocce montonate, in destra della gola del T. Ruitor, presso quota 2.162, circa 100 m più all'esterno del limite massimo PEG. Si osserva una bella morena a grossi massi piuttosto lichenizzati, privi di matrice, passante lateralmente a un dosso morenico totalmente coperto da macchia a ginepri e mirtilli, con versante esterno più ripido (morena di spinta), alto circa 2 m.

⁴ La calibratura delle date ^{14}C è stata fatta con il programma OxCal v3.9 Bronk Ramsey (2003).

La morena è addossata a rocce montonate alterate e interamente lichenizzate, ma anche al suo interno vi sono superfici glacializzate e massi erratici lichenizzati e alterati.

Uno scasso aperto al piede del versante esterno, dove la morena si appoggia sopra sedimenti colmanti una depressione in rocce montonate, ha mostrato un suolo ben sviluppato con orizzonti ben differenziati e *solum* (orizzonti A + B) spesso circa 15 cm. Ad una profondità di 37 cm i depositi glaciali ricoprono un suolo sepolto, sviluppato su sedimenti sabbioso-limosi e ghiaiosi, alla sommità del quale è conservato un orizzonte organico sepolto, spesso 2 cm, attraversato da numerosissime radici.

Una seconda morena si osserva a Sud del Plan de la Lière, presso quota 2.191,6, circa 150 m all'esterno del limite massimo PEG. Anche questa morena è di piccole dimensioni, interamente inerbita e si trova all'interno di un'area con rocce montonate lichenizzate e alterate. Mostra un profilo di suolo un poco sviluppato, con *solum* spesso 7 cm. Una terza piccola morena inerbita con caratteri simili si osserva presso il punto quotato 2.718,4, poche decine di metri all'esterno della morena del massimo PEG del ghiacciaio des Invergneures.

I caratteri dei suoli sviluppati su queste morene sono sicuramente più evoluti di quelle dei suoli presenti sulle morene PEG, ma meno evoluti di quelli presenti sulle morene tardoglaciali.

Un campione prelevato dall'orizzonte organico del suolo sepolto al piede della prima morena sopra descritta, ha fornito una data ^{14}C AMS di 605 ± 45 anni BP (Ua-23269), che corrisponde in età calendario all'intervallo 1290-1420 AD (95,4% di probabilità). Tale data è da considerarsi un'età minima perché il campione, prelevato a una debole profondità (37 cm), può essere inquinato da sostanza organica recente. Pertanto la morena, quantunque possa essere stata deposta in una fase precoce della PEG, è più probabilmente da ritenersi ad essa precedente. Nuove indagini più accurate sono necessarie per una sua più precisa datazione.

CONSIDERAZIONI SULL'ETÀ DELLA MASSIMA ESTENSIONE PEG

In assenza di datazioni dirette, adeguatamente precise, delle evidenze geomorfologiche, l'età attribuibile al limite di massima avanzata PEG di cui si è tracciato il contorno, può solo essere desunta da documenti storici e cartografici⁵. Si deve anche tenere presente che il limite tracciato può non essere strettamente isocrono, ma essere frutto di fasi di avanzata diverse. È il caso del settore in cui il ghiacciaio sbarrava il lago del Ruitor, come si vedrà più avanti,

⁵ In Val d'Aosta, in generale, le carte topografiche antiche, precedenti la metà del secolo XIX non sono utilizzabili ai fini della identificazione della estensione dei ghiacciai. Così, ad esempio, nella «Carte de la partie des Alpes qui avoisine le Mont Blanc» (con sola scala grafica in tese di Francia), prodotta da M.A. Pictet e datata 1786, il «Glacier dit de Ruitou ou Riotour», pur non interamente contenuto, vi appare con dimensioni anormalmente grandi, con una superficie di oltre 50 km² e con una orografia ed idrografia associate del tutto fantasiose.

ove tale limite è da riferirsi al 1864 o ad anni immediatamente precedenti.

Un primo documento utilizzabile, come già osservato da Sacco (1917), è un disegno di Domenico Carelli eseguito nel 1752 (riprodotto in Baretta, 1880), un anno dopo la rotta disastrosa del 1751, l'ultima prodottasi prima dello svuotamento definitivo del 1864. Questo schizzo topografico, non in scala, non mostra le morene che attualmente chiudono il Plan de la Lière, mentre è indicato un corso d'acqua entrante verso il Lac du Glacier. Pertanto, se il disegno è corretto, a quella data il ghiacciaio non aveva ancora raggiunto il limite di massima estensione, mentre nella piana aveva fatto irruzione la piena. Infatti quello che sarà poi indicato come Lac du Glacier, nel disegno è raffigurato occupare circa la metà della piana ed è descritto come «Lac qu'a formé le Lac du Retors dans son irruption». Ciò è in accordo con l'osservazione sopra riportata dei rapporti morfologici e stratigrafici tra la morena più esterna del Plan de la Lière e i depositi di rotta antistanti, sopra ai quali la morena si sovrappone. Tali depositi, allora appena deposti, dovevano dimostrare l'irruzione della piena.

Per altro dal 1864, anno dell'ultimo svuotamento del lago, il ghiacciaio è sempre stato su posizioni più arretrate a quelle in cui si produceva lo sbarramento. Tra queste due date (1751 e 1864) deve collocarsi l'età attribuibile alla massima estensione del ghiacciaio.

Una stampa di Aubert (1860) (fig. 8), mostra una veduta del Ruitor che scende verso la Thuile «sino alla gran cascata rutorina superiore che ne era allora la diretta derivazione» (Sacco, 1917). La situazione ritratta deve essere riferibile agli anni 1851 o seguenti, quando l'autore visitò la Valle d'Aosta. In quegli anni la fronte del Ruitor doveva quindi essere prossima alla soglia rocciosa intagliata dalla forra che precede la terza cascata del Ruitor.

La stampa di Favre (1867) (fig. 9) mostra la fronte a falcia del Ruitor sbarrante il lago omonimo e come un poco sospesa sull'acqua: la morena-delta non è visibile ma doveva sottendere la fronte del ghiacciaio, che su di essa si adagiava e di cui designava il contorno. Secondo Sacco (1917) la stampa ritrae la situazione qual era nel 1862, quando verosimilmente il Favre visitò il Ruitor, prima dello svuotamento del lago, avvenuto nel settembre del 1864 e durato 8-10 giorni (Carrel, 1867). Da ciò si deduce che in questo settore la massima estensione del ghiacciaio nella PEG risale ai primi anni '60 del XIX secolo, immediatamente prima dell'ultimo svuotamento. Nel settembre del 1864, quando era avvenuto lo svuotamento (in realtà un abbassamento del livello del lago di una decina di metri), il ghiacciaio sbarrava il lago, appoggiandosi contro il secondo bastione roccioso, e l'emissario del lago scorreva sotto il ghiacciaio (Carrel, 1867). Quattro anni dopo, nel giugno 1868, il ghiacciaio ancora sbarrava il lago, lasciandovi cadere grandi iceberg, sebbene da qualche anno il ghiacciaio fosse in ritiro (Gorret, 1869).

Le due morene insinuate nel Plan de la Lière, documentano due fasi di avanzata posteriori al 1752: si può riprendere l'ipotesi, già avanzata dal Sacco, che, per analogia con il comportamento di altri ghiacciai valdostani (ad es. Lys e Brenva; Orombelli & Mason, 1997), la morena più esterna risalga circa al 1820 e quella più interna al 1850-60 (1862?).

Di scarso apporto è la *Carta degli Stati Sardi* in scala 1:50.000 (citata anche da Sacco, 1917), per l'approssimazione della restituzione a tratteggio e l'incertezza dell'anno di rilevamento. A margine nell'esemplare consultato (gentilmente fornito dal Dott. Gianni Mortara - CNR - Torino) si legge: «Pubblicata nell'anno 1866 - Riveduto nell'anno 187» (*sic*). In essa il ghiacciaio del Ruitor appare già ab-



FIG. 8 - Il ghiacciaio del Ruitor visto dal fondovalle presso La Thuile in una stampa di Aubert (1860). La fronte del lobo occidentale del ghiacciaio sembra giungere fino a ridosso della cascata più elevata del T. Ruitor (3° cascata).

FIG. 9 - Il lago del Ruitor sbarrato dalla fronte a falesia del ghiacciaio, visto dalla sponda settentrionale, in una stampa in Favre (1867); sullo sfondo il gruppo del Grand Assaly. Si confronti l'andamento a zig-zag della fronte con quello della morena-delta nelle figg. 4 e 5.



bondantemente arretrato e lontano alcune centinaia di metri dal residuo Lago del Ruitor, che appare più grande dell'attuale e ancora risulta drenato da un torrente che si getta, con una torsione, nel sottostante Lac du Glacier. È probabile che sia ritratta una situazione posteriore al 1868, collocabile negli anni '70, come pure si arguisce dall'incompleta data della revisione.

In conclusione è verosimile che, conformemente ad altri ghiacciai valdostani, il Ruitor abbia raggiunto la massima estensione PEG nel secolo XIX, tra il 1820 circa e il 1864, con due pulsazioni di quasi uguale entità. Dalle evidenze di terreno deve anche arguirsi che il limite della massima estensione PEG sia anche il limite massimo raggiunto durante la Neoglaciazione (seconda metà dell'Olocene), salvo nei pressi di Plan de la Lière, ove sono presenti due piccole morene oloceniche, un poco più esterne.

MORFOLOGIA E IDROGRAFIA DEL GHIACCIAIO DEL RUITOR NELLA MASSIMA ESPANSIONE DELLA PEG

Il ghiacciaio del Ruitor nella sue condizioni di massima estensione copriva un'area un poco maggiore dell'attuale, sia perché più allungato verso valle, sia perché in esso confluivano alcuni ghiacciai laterali, attualmente da esso separati. La superficie stimata nel massimo PEG è di circa 1.250 ha mentre quella attuale (CTR Val d'Aosta, 1991) è di circa 910 ha (De Amicis & Villa, in preparazione). Dalla metà del secolo XIX il ritiro areale è quindi stato di 340 ha, pari al 27% dell'area iniziale. La quota minima era posta ad un'altitudine di 2.140 m, mentre attualmente (1991) si trova a 2.510 m, con una risalita di 370 m. Il ritiro lineare (planimetrico) è stato di 1.800 m (De Amicis & Villa, in preparazione).

La superficie dell'area di accumulo doveva essere un poco più rigonfia, in particolare nei pressi della seraccata contigua alle Vedette del Ruitor. Gli attuali lobi occiden-

te e centrale confluivano a costituire un unico lobo allungato, che riceveva il contributo dei ghiacciai del Grand Assaly e scendeva fino a sbarrare il Plan de la Lière, anche se nella sua protuberanza orientale che sbarrava il lago del Ruitor si può riconoscere il contributo del flusso di quello che è ora il lobo centrale. L'attuale lobo orientale riceveva il ghiacciaio del Flambeau, ma non quello des Invergneures, e scendeva con flusso divergente verso NE, contro il versante occidentale di Pointe des Invergneures, insinuandosi entro le piccole depressioni vallive, e verso NW fino ad oltrepassare il ciglio del terzo bastione roccioso, spingendo una sua tozza propaggine sin entro il lago del Ruitor. Questa propaggine scendeva fino a quota 2.430 circa, come dimostrato da depositi glaciali di fondo (till di alloggiamento con blocchi e ciottoli striati, imballati in matrice limoso-sabbiosa, coesiva) con morfologia di *fluted moraines*, che interrompono i ciottolami fluvio-glaciali sciolti che costituiscono i terrazzi lacustri ai suoi due lati. Un allineamento di erratici nella sottostante piana lacustre documenta, forse, la massima estensione raggiunta da questo settore della fronte.

La quota delle morene laterali più elevate si attesta a 2.780-2.790 m circa ed a tale quota può quindi essere riferita l'altitudine della linea di equilibrio. Il computo della altitudine della linea di equilibrio con il metodo AAR (rapporto area di accumulo/area di ablazione uguale a 2/1, si veda in Vanuzzo, 2001) indica un valore di 2.775 m (De Amicis & Villa, in preparazione). In precedenza Vanuzzo (1995) aveva ottenuto per 14 ghiacciai del gruppo del Ruitor una quota di 2.764 ± 76 .

L'altitudine della linea di equilibrio, calcolata con il medesimo metodo per il Ruitor nel 1991, risulta di 2.850 m (De Amicis & Villa, in preparazione), mentre, per i 14 ghiacciai del gruppo, Vanuzzo (2001) aveva ottenuto un valore di 2.870 ± 105 . La risalita della linea di equilibrio risulta quindi di 75 m secondo le valutazioni di De Amicis & Villa e di 106 m secondo quelle generalizzate ad una popolazione di 14 ghiacciai, effettuate da Vanuzzo.

Assai differente dall'attuale era l'idrografia circostante. Ovviamente non esistevano i laghi attualmente interni al limite del massimo PEG. Il Lac Vert doveva essere un lago di margine glaciale. Il lago del Ruitor, sbarrato dal ghiacciaio, è ben documentato dalle sue linee di riva. La più evidente è a quota 2.440 circa, di venti metri più elevata del livello attuale. Un'altra linea di riva meno conservata è osservabile a quota un poco più elevata. Il lago del Ruitor era alimentato, come ora, dal torrente proveniente dalla Comba des Usselettes e dai ruscelli che percorrono il versante orientale, anche allora libero dal ghiaccio. Un torrente di fusione glaciale, che usciva più a monte dal margine orientale del settore frontale, a quota 2.670 circa, con un ripido percorso a cascatelle si dirigeva verso l'attuale Lac dans la Roche e da qui raggiungeva il Lago del Ruitor. Infine questo riceveva anche le acque di fusione glaciale (subglaciale) del lobo principale, che hanno edificato il delta. L'estensione del lago era almeno doppia dell'attuale e la sua forma più allungata, con un'apofisi verso la Comba des Usselettes ed una seconda verso il canale di drenaggio sottoglaciale, come illustrato ancora dalle prime documentazioni cartografiche. L'aspetto del ghiacciaio, della sua falesia in ghiaccio e delle acque del lago in cui galleggiano piccoli icebergs (fig. 9) è vividamente ritratto nella stampa di Favre (1867).

Il drenaggio del lago, con il livello a quota 2.440 circa e con massima estensione del ghiacciaio, avveniva attraverso un canale subglaciale che fuoriusciva dal margine frontale ad una soglia in roccia a quota 2.415; con il limite del ghiacciaio un poco più arretrato, si realizzava un canale marginale subaereo, diretto verso la stessa soglia. In entrambi i casi le acque di fusione glaciale percorrevano la stretta forra in roccia dalla quale un torrente principale (ed

uno secondario) scendeva con ripido percorso, descritto come «une belle cascade» da Favre (1867) nel sottostante Lac du Glacier.

È pure possibile che il lago fosse almeno in parte drenato per via subglaciale, al piede interno del secondo bastione roccioso, lungo l'attuale corso del T. Ruitor

Il Lac du Glacier occupava l'estremità NE del Plan de la Lière (la metà, secondo lo schizzo già ricordato del Carrelli, 1752). Attualmente il Lac du Glacier è quasi uno stagno a quota 2.140, dalle sponde acquitrinose e circondato da un'ampia piana lacustre. Una soglia in roccia a quota quasi analoga ne drena le acque nel sottostante torrente Ruitor. A testimonianza della cascata descritta dal Favre rimangono, ai piedi della parete rocciosa, depositi grossolani disegnanti un cono di deiezione relitto, con ciottoli e blocchi stabili, un poco infossati, con aspetto di alterazione e copertura lichenica simile a quello delle due cerchiette moreniche che chiudono il Plan de la Lière e del contiguo deposito di rotta glaciale. Si osservano pure massi tabulari embricati e abbozzi di argini naturali, indicativi di attività di colate detritiche. Più oltre è visibile una morfologia con canali distributivi radiali ramificati, riferibile ad un delta, mentre nella restante parte della piana si osservano morfologie allungate imputabili ad incursioni rimontanti di piene da rotta glaciale (fig. 10). Stando a quanto detto sopra a proposito della carta degli Stati Sardi, l'aggradazione di questo deposito si sarebbe protratta forse ancora per circa un decennio dopo lo svuotamento del Lago del Ruitor nel 1864.

Che il laghetto attuale sia il residuo di un più ampio lago esistente in precedenza è stato mostrato da una perforazione eseguita nel luglio 2003 presso la sua sponda occi-



FIG. 10 - Il Lac du Glacier e l'estremità orientale del Plan de la Lière visti dal bastione roccioso soprastante. Si noti alla sinistra del lago un cono di deiezione con lobi e canali di *debris flow* e, in posizione più distale, un delta sabbioso. Il cono e il delta, ora inattivi, erano alimentati da una cascata prodotta, attraverso un canale ora abbandonato (fig. 3) dalle acque effluenti dal lago di sbarramento glaciale del Ruitor. A sinistra del delta, strutture allungate rimontanti da valle, attribuibili all'irruzione di una rotta glaciale.

dentale, condotta con recupero di carote (per altro quasi sempre incomplete) fino a 8 m e poi, fino a 14 m, con recupero problematico del *cutting*. Infatti, sotto ad una decina di centimetri di torba sommitale, seguono sabbie e limi grigi con granulometria variabile, dalle sabbie medie ai limi argillosi, talora laminati. Datazioni ottenute dal recupero di piccoli macroresti organici, hanno chiarito che la sequenza attraversata si è deposta a partire almeno da 3610+/-55 anni ¹⁴C BP (Ua-22296), età ottenuta per resti organici prelevati a 7,7 m di profondità dal piano campagna. La piana de la Lière è quindi da intendersi come il riempimento di un più ampio bacino lacustre, prodottosi attraverso buona parte dell'Olocene ad opera dei torrentelli che attualmente vi giungono, ma pure delle acque di fusione glaciale (nelle fasi di massima espansione) e con contributi episodici da parte delle rotte glaciali avvenute in età storica.

CONSIDERAZIONI FINALI

Nei pressi della fronte attuale del lobo centrale, ad una quota compresa tra 2.500 e 2.510, da tempo sono note torbe sepolte e deformate da depositi glaciali e fluvioglaciali, deposti nella prima metà dell'Olocene, sia pure discontinuamente, tra 10.000 e 4.800 anni dal presente (Orombelli, 1998). Per la loro deposizione occorre che il territorio in cui sono state rinvenute fosse al riparo dell'azione diretta del ghiacciaio e delle sue acque di fusione. Data la morfologia dei luoghi, ciò può essersi verificato solamente se il ghiacciaio si fosse ritratto interamente a monte delle emergenze rocciose culminanti intorno a quota 2.770 e 2.820, denotanti una quarta balza rocciosa, attualmente quasi interamente coperta dal ghiaccio. L'attuale lobo orientale, che invia le proprie acque necessariamente verso le torbe sepolte, doveva essere particolarmente ritratto e il deflusso delle acque di fusione doveva tenersi sul lato occidentale, ad ovest dell'affioramento roccioso di quota 2.588,6. Ciò comporta un ritiro lineare planimetrico della fronte di un altro chilometro ed una riduzione areale di un terzo circa dell'area attuale. Se questa ipotesi è valida, nelle fasi di maggiore contrazione durante l'optimum climatico olocenico, il ghiacciaio del Rutor poteva avere al più una estensione pari alla metà circa di quella massima raggiunta durante la PEG e l'altitudine della linea di equilibrio poteva essere ubicata intorno ai 2.900-2.950 m, con una risalita di oltre 100-150 m rispetto al massimo PEG. Come ha mostrato Vannuzzo (2001) i ghiacciai esposti a settentrione, come il ghiacciaio del Rutor, sono meno sensibili alle variazioni climatiche di quelli con esposizione meridionale. Per la Val d'Aosta la risalita della linea di equilibrio dal massimo PEG al 1975 è stata, rispettivamente di 117 m, 33 m e 114 m per i ghiacciai esposti a NW, N e NE e di 196, 200, 176 m per quelli esposti verso SW, S e SE.

Pertanto la variabilità nell'estensione glaciale durante l'Olocene deve essere stata più elevata nella maggior parte dei ghiacciai italiani, prevalentemente con esposizione meridionale. Per altro è noto che la variabilità dipende anche da altri fattori topografici dei ghiacciai (e delle montagne incassanti), quali le dimensioni, la quota, la morfologia, la pendenza del ghiacciaio, ecc.

Dalle considerazioni sopra fatte deriva anche che l'attuale fase di ritiro non ha ancora raggiunto al Rutor le condizioni di minima estensione conosciute durante l'optimum climatico olocenico.

BIBLIOGRAFIA

- AUBERT E. (1860) - *La Vallée d'Aoste*. Amyot, Libraire-Editeur, Paris.
- BARETTI M. (1880) - *Il Lago del Rutor (Alpi Graje Settentrionali)*. Boll. Club Alp. It., 14, 41, 43-95.
- BENNETT M.R. & GLASSER N.F. (1996) - *Glacial Geology - Ice Sheets and Landforms*. Wiley, New York, 364 pp.
- CARREL G. (1867) - *Le Lac du Rutor*. Boll. Club Alp. It., 10-11, 400-403.
- CNR (1961) - *Catasto dei Ghiacciai Italiani. II - Ghiacciai del Piemonte*. Comitato Glaciologico Italiano, Torino, 325 pp.
- DE AMICIS M. & VILLA F. (in preparazione) - *Studio delle variazioni frontali e volumetriche del ghiacciaio del Rutor (Val d'Aosta) mediante l'utilizzo di sistemi informativi territoriali*. Geogr. Fis. Dinam. Quat.
- FAVRE A. (1867) - *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc*. Masson, Paris, vol. 1, 464 pp.
- GORRET A. (1869) - *Excursion sur le Glacier de Rhutor*. Boll. Club Alp. It., 14, 3-23.
- LE ROY LADURIE E. (1967) - *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, Paris, 377 pp.
- MAISCH M., WIPF A., DENNELER B., BATTAGLIA J. & BENZ C. (1999) - *Die Gletscher der Schweizer Alpen*. Vdf Hochschulverlag AG ETH Zürich, 373 pp.
- OROMBELLI G. (1998) - *Le torbe del Rutor: una successione significativa per la storia olocenica dei ghiacciai e del clima nelle Alpi*. Mem. Soc. Geogr. It., 55, 153-165.
- OROMBELLI G. & MASON P. (1997) - *Holocene glacier fluctuations in the Italian alpine region*. In: FRENZEL B. (a cura di), «Glacier fluctuations during the Holocene», 59-65, Gustav Fischer Verlag.
- PORTER S.C. & OROMBELLI G. (1985) - *Glacial contraction during the middle Holocene in the western Italian Alps: evidence and implications*. Geology, 13, 296-298.
- SACCO F. (1917) - *Il ghiacciaio ed i laghi del Rutor*. Boll. Soc. Geol. It., 36, 323-354.
- VANUZZO C. (1995) - *I ghiacciai come indicatori delle variazioni climatiche ed ambientali nella Valle d'Aosta: storia glaciale olocenica della Valpel-line e della Valtouranche*. Tesi di Dottorato, VIII ciclo, Università degli Studi di Milano, 161 pp.
- VANUZZO C. (2001) - *The glacier retreat in Valle d'Aosta (Western Italian Alps) from the Little Ice Age to the second half of the 20th century: linear, areal, volumetric and equilibrium line altitude changes*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 24, 99-113.