

## Tavola 3.8 Oscillazioni postglaciali dei ghiacciai

### Introduzione

Al termine dell'ultima glaciazione, circa 11 000–11 500 anni fa, la temperatura media annuale si è innalzata notevolmente nel giro di pochi decenni, contrassegnando l'inizio del periodo postglaciale (Olocene). Nel seguito le temperature medie estive sono variate nel lungo termine e con uno scarto di circa  $\pm 1^\circ \text{C}$  rispetto alle condizioni odierne. I ghiacciai, dapprima notevolmente ritirati nelle valli alpine, hanno allora innescato una serie di movimenti a escursione più ridotta le cui tracce sono rese evidenti in molti casi dallo scarso sviluppo vegetativo nel teatro morenico antistante. Quest'ultimo è delimitato da una parte dal cordone frontale, formatosi in occasione del massimo avanzamento postglaciale (ad es., posizione attorno al 1850/60), e dall'altra dal bordo attuale del ghiaccio. La successione di fasi termiche postglaciali fredde e calde ha provocato nell'Olocene avanzamenti plurimi dei ghiacciai alpini e corrispettivi ritiri, sino a raggiungere lo stadio odierno o posizioni più arretrate ancora. L'ultima fase termica calda viene definita come «optimum climatico medievale» (circa dalla fine dell'VIII° secolo sino al 1300), mentre l'ultima fase fredda è detta «piccola glaciazione» (circa dal 1300 sino al 1850/60) [2]. I ghiacciai sono fedeli indicatori termici e i diagrammi delle loro oscillazioni rispecchiano indirettamente la variabilità climatica naturale nel periodo postglaciale.

### Procedimenti

Per la ricostruzione delle oscillazioni postglaciali dei ghiacciai si dispone di varie tecniche, contraddistinte da precisioni e portate temporali diverse:

- Metodi glaciologici (ultimi 120 anni): in questo caso ci si rapporta essenzialmente a misure dirette che riguardano le variazioni del volume, della superficie e della lunghezza dei ghiacciai (cfr. tavola 3.7).
- Ricerche storiche (ultimi 500–700 anni): le fonti (scritti, illustrazioni, cartografie e rilievi) sono soddisfacenti solo per quei ghiacciai che già in passato costituivano una meta interessante per escursionisti, ricercatori e artisti. La maggior parte degli scritti meritevoli appartiene all'era moderna (dal XVI° sec.). Alcune illustrazioni di pittori e grafici risalgono ai primi del XVII° secolo, ma la gran parte del materiale si sviluppa a partire dal XVIII° secolo, quando i viaggi in Svizzera hanno iniziato a essere in voga. Le prime fotografie partono dal 1849.
- Rilevamenti archeologici (ultimi 700–800 anni): quando il terreno coltivato si trova in prossimità di un ghiacciaio è spesso possibile relazionare alla cronistoria di quest'ultimo le tracce residue dell'attività antropica, quali fondamenta e travi di edifici o, specialmente nel Vallese, resti di sistemi d'irrigazione [1].
- Metodi glaciomorfologici (intero periodo postglaciale): si ricercano nel teatro morenico terreni coperti e alberi abbattuti dal ghiacciaio all'atto del suo avanzamento. Si tratta di residui organici che si possono datare con la tecnica del carbonio attivo. Gli alberi fossilizzati sono inoltre suscettibili di essere datati dendrocronologicamente, in parte in maniera anche precisa, in base al conteggio degli anelli annuali [1,2,3].

### Ghiacciai dell'Aletsch

Questa formazione rappresenta il flusso glaciale più imponente dell'intero arco alpino. Dall'epoca del suo ultimo stadio massimo del 1856 la lingua del ghiacciaio si è ritirata di 3.37 km, denotando un accorciamento medio di circa 24 m all'anno. Fino al decennio 1870–80 il grande ghiacciaio dell'Aletsch è stato alimentato dalla lingua sinistra del ghiacciaio dell'Oberaletsch; la lingua destra di quest'ultimo si è oggi completamente sciolta, ma al momento del suo ultimo massimo si è avvicinata sino alle baite dell'«Üssers Aletschi» (cfr. carta).

Le variazioni di lunghezza della lingua del grande ghiacciaio dell'Aletsch sino a 3500 anni addietro sono state ricavate in base a tutti i procedimenti illustrati nel paragrafo precedente [1,2]. Alla ricostruzione ha però contribuito in modo particolare la datazione degli alberi fossili, in parte ancora reperibili nel teatro morenico in corrispondenza del luogo di crescita. Si è in questo modo riusciti a stabilire la presenza di dieci fasi marcate di avanzamento, ma anche di espansioni analoghe o minori di quelle odierne, prodottesi in intervalli di tempo appartenenti all'epoca del bronzo, del ferro, dei romani e del basso medioevo. Per il tracciamento del segmento più giovane della curva (dal XII° sec.) ci si è richiamati a illustrazioni e scritti, come pure a tracce archeologiche rilevate in situ. Degno di nota è in questo contesto l'«Oberriederi». Si tratta di una triplice canalizzazione che dal XII° secolo sino al 1580, con una probabile interruzione nella seconda metà del XIV° secolo, adduceva risorse idriche dal grande ghiacciaio dell'Aletsch fino a Oberried; il sistema era all'epoca reso possibile dall'estensione relativamente ridotta del ghiacciaio. Datazioni assolute effettuate con il metodo dendrocronologico attestano comunque che attorno al 1300, all'inizio della «piccola glaciazione», il ghiacciaio ha preso ad avanzare, raggiungendo uno stadio culminante nel 1369. A mettere fuori uso l'«Oberriederi» è stata la crescita avvenuta tra il 1580 sino al massimo del 1678.

### Ghiacciaio del Rodano

Il ghiacciaio del Rodano mostrava verso la metà del XIX° secolo la seguente configurazione: vi era la porzione superiore, una intermedia costituita in pratica da una cascata di ghiaccio, nonché una calotta terminale allargata a ventaglio che assomigliava a una specie di pagnotta (cfr. fotografia). Il teatro morenico annovera almeno sette cordoni, una circostanza che si riscontra piuttosto di rado nelle Alpi in modo così chiaro e paradigmatico. I cordoni morenici esterni A e B traggono origine da avanzamenti più antichi postglaciali o del basso medioevo. Il cordone C si è formato nel XIV° secolo e circoscrive l'estensione massima del ghiacciaio prodottasi durante la «piccola glaciazione». La morena finale D si è originata nel 1600. Dal 1770 è possibile risalire con grande attendibilità alle variazioni di lunghezza della lingua del ghiacciaio del Rodano con l'ausilio di illustrazioni in parte eccezionalmente precise e di grande pregio artistico [6]. Questo periodo è caratterizzato da tre cospicui avanzamenti nell'ambito del «Gletschbode» (cfr. carta) e da una sostanziosa perdita di massa ghiacciata a partire dal termine della «piccola glaciazione». In occasione del maggiore avanzamento del 1770–1781 (cordoni E, F) il fronte del ghiacciaio si è spinto in avanti di 660–820 m, eventualmente anche di 1100 m, determinando un'estensione forse superiore a quella relativa alla metà del XIX° secolo. Avanzamenti più limitati (circa 420 m) si sono prodotti tra il 1810/12 e il 1818. A quel tempo il fronte del ghiacciaio terminava circa 80–180 m alle spalle del cordone morenico originato poi dal massimo del 1856. L'avanzamento che è iniziato nel 1831 è giunto al culmine nel 1856; il massimo del XIX° secolo non si è dunque verificato nel 1818 come supponeva Mercanton. Delle tre componenti originarie del ghiacciaio rimane oggi solo quella più alta. La fotografia attesta che nel 1998 il ghiacciaio terminava immediatamente al di sopra del gradino roccioso, il che comporta che dalla fine della «piccola glaciazione» la fusione ne ha provocato un ritiro di oltre 2.1 km.

### Ghiacciaio del Gorner

Il segmento inferiore del ghiacciaio del Gorner, ben visibile da Zermatt all'epoca del suo ultimo massimo del 1859–1865 e allora denominato «Bodengletscher», si spinse sino ai campi «Schweigmatten». Da quello stadio culminante l'estremità della lingua si è ritirata verso monte di 19 m all'anno in media, per un totale di 2600 m, decretando infine la scomparsa totale del «Bodengletscher» (cfr. fotografie).

Si è riusciti a risalire senza omissioni, e in parte anche con precisione annuale, alle variazioni di lunghezza della lingua del ghiacciaio negli ultimi 1400 anni [2]. Questo è stato possibile grazie al supporto di fonti scritte e grafiche di alta qualità, nonché a sistemi di datazione al carbonio attivo degli alberi fossili presenti nel teatro morenico, ma più che altro in virtù dei metodi di conteggio dendrocronologici. Subito dopo l'avanzamento dell'VIII° secolo il ghiacciaio del Gorner ha ripreso a

sciogliersi, ritirandosi. Si è dimostrato che dal successivo «optimum climatico medievale» sino all'inizio della «piccola glaciazione» attorno al 1300 la lunghezza del ghiacciaio risultava inferiore a quella relativa al 1940. Nel XII° secolo si è avuto un modesto avanzamento, culminato nel 1186. Dal 1327 fino al 1341 il ghiacciaio è cresciuto piuttosto lentamente, con una velocità di circa 9 m/anno, ma dal 1341 sino al massimo raggiunto nel 1385 durante la «piccola glaciazione» si è avuta un'accelerazione che ha spinto la velocità media sino a 20 m/anno. Nel complesso, tra il 1327 e il 1385 la lingua del ghiacciaio del Gorner è traslata di 1000 m verso valle con un ritmo medio di 17 m/anno. Nel 1669/70, dopo un'ulteriore fase di ritiro, il ghiacciaio ha raggiunto il suo secondo massimo nell'ambito della «piccola glaciazione» (tab. 2).

Nel 1791 l'estremità della lingua giaceva ancora al di sotto dell'immissione del torrente Furgg nel Gornera; poi prese l'avvio una fase di avanzamento duratura e più o meno continua che si concluse solo nel 1859 con un ultimo massimo. La lingua del ghiacciaio del Gorner proruppe a quel tempo verso valle a una velocità media di 10 m/anno, distruggendo innumerevoli abitazioni e baite e rovinando anche preziosi terreni da coltivazione (cfr. carta).

### Ghiacciaio inferiore di Grindelwald

Durante la «piccola glaciazione» l'estremità della lingua del ghiacciaio inferiore di Grindelwald si è spinta più volte sino al fondovalle, interessando da vicino anche il villaggio. Per questo motivo la formazione rientra dal XVIII° secolo nei ghiacciai più conosciuti e studiati del dominio alpino. In effetti, le fonti storiche scritte e illustrate si distinguono in questo caso per la quantità (più di 360 raffigurazioni prima del 1900) e in parte anche per la qualità. La cronistoria del ghiacciaio negli ultimi 3000 anni può ricostruirsi grazie soprattutto ai terreni e ai legnami fossili riscontrati nei cordoni morenici laterali di Stieregg e Zäsenberg. Gli sviluppi degli ultimi 300 anni sono peraltro delineati dalle fonti storiche con una precisione spesso irraggiungibile per gli altri ghiacciai alpini [4,5].

Si può dimostrare che dal periodo del bronzo all'alto medioevo si sono verificati nel complesso sei ingenti avanzamenti del ghiacciaio inferiore [3]. Lo spostamento del tardo medioevo avvenuto nel 1338 è stato determinato con la metodologia dendrocronologica e rientra già nella «piccola glaciazione». A partire dal 1560 gli sviluppi storici di questo ghiacciaio possono rappresentarsi in forma semplificata, come qui appresso descritto.

- Una lunga fase di stasi del ghiacciaio si è manifestata circa 1250 m prima dell'estremità odierna della lingua, in corrispondenza delle terrazze rocciose di «Schopf» (cfr. le documentazioni grafiche del 1748/49, 1762, 1794, 1808).
- Si sono prodotti almeno sei avanzamenti di 400–600 m e di durata relativamente breve che hanno condotto alla genesi di una struttura a strascico («Schweif»), una specie di zampa di ghiaccio che riusciva ad afferrare il fondovalle. In tali occasioni si sono raggiunti tre massimi (nel 1778/79, 1820/22, 1855/56, cfr. ripresa ortofotografica), mentre altre tre volte l'espansione è risultata più modesta, come nel 1669 (cfr. documentazione grafica).
- L'avanzamento di lunga durata che ha iniziato a prendere piede nel 1575 si è esaurito nel 1600 dopo aver coperto 1000 m, la maggior dilatazione glaciale durante «piccola glaciazione».
- Dalla fine della «piccola glaciazione» lo scioglimento ha determinato un accorciamento del ghiacciaio inferiore pari a circa 2 km, sino a raggiungere lo stadio ritirato odierno nella gola rocciosa (fotografie del 1974, 1998).

## Bibliografia

- [1] **Holzhauser, H. (1984):** Zur Geschichte der Aletsch- und des Fieschergletschers. Physische Geographie, Vol. 13, Zürich.
- [2] **Holzhauser, H. (1995):** Gletscherschwankungen innerhalb der letzten 3200 Jahre am Beispiel des Grossen Aletsch- und des Gornergletschers. Neue Ergebnisse. In: Gletscher im ständigen Wandel. Publikationen der SANW, Nr. 6:101–122, Zürich.
- [3] **Holzhauser, H., Zumbühl, H.J. (1996):** To the history of the Lower Grindelwald Glacier during the last 2800 years – palaeosols, fossil wood and historical pictorial records – new results. In: Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, Supplementband 104:95–127, Berlin, Stuttgart.
- [4] **Zumbühl, H.J. (1980):** Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12.–19. Jahrhunderts. Ein Beitrag zur Gletschergeschichte und Erforschung des Alpenraumes. Denkschrift Schweiz. Naturforschende Gesellschaft, Band 92, Basel, Boston, Stuttgart.
- [5] **Zumbühl, H.J. (1997):** Die Hochgebirgszeichnungen von Samuel Birmann – ihre Bedeutung für Gletscher- und Klimageschichte. In: Peter und Samuel Birmann. Künstler, Sammler, Händler, Stifter. Katalog zur Ausstellung im Kunstmuseum Basel 27. 9. 1997–11. 1. 1998, Basel.
- [6] **Zumbühl, H.J., Holzhauser, H. (1988):** Alpengletscher in der Kleinen Eiszeit. In: Die Alpen. Sonderheft zum 125jährigen Jubiläum des SAC, 64. Jg., 3. Quartal, Bern.