

# Ghiacciai e permafrost in Valle d'Aosta

Forzanti meteorologiche, evoluzione ed effetti

1° ottobre 2009

Courmayeur – Jardin de l'Ange



*“Le rotte glaciali: eventi storici e situazione attuale”*

A cura di Augusta Vittoria Cerutti

# Le acque endoglaciali



Robert Vivian e i suoi collaboratori nella cavità del gh. di Argentière

I ghiacciai temperati sono percorsi al loro interno da correnti di acqua liquida che proviene dalla fusione superficiale e anche da quella profonda in quanto la capacità isolante del ghiaccio trattiene il calore geotermico che si sprigiona dal fondo roccioso.

Negli anni '70 R.Vivian, dell'Università di Grenoble, installò un vero e proprio laboratorio scientifico in una cavità posta un centinaio di metri sotto la superficie del ghiacciaio dell'Argentière. Fu così possibile rendersi conto che la circolazione delle acque endoglaciali è resa molto irregolare dai movimenti del ghiacciaio e dalla sua morfologia, tutt'altro che uniforme. All'interno della massa glaciale spesso vengono a formarsi tasche d'acqua, veri e propri laghi endoglaciali destinati a svuotarsi repentinamente quando il loro peso idrostatico giunge a sfondare il ghiaccio che li contiene.

## Il lago Miage, possibile indicatore della circolazione endoglaciale?



Falesia glaciale sul Miage subito dopo il crollo del 29/9/1996 Foto A.V.Cerutti



Foto Roveyaz

- La prima foto mostra il Lago Miage, nel settembre del 1996, al livello di massimo invaso; la seconda, la stessa conca, nell'ottobre del 2007, quasi completamente svuotata; in quest'ultima è ben visibile, nella falesia glaciale che delimita la conca, il solco termico prodotto dalla superficie dell'acqua prima della sua scomparsa e, sui cordoni morenici, le linee di spiaggia, dovute alla graduale diminuzione della massa idrica.
- Le due foto documentano le grandiose, inspiegabili variazioni a cui il lago è frequentemente soggetto, variazioni che si sono verificate più volte tanto nei periodi di espansione del ghiacciaio quanto in quelli di sua contrazione.
- Il lago non ha immissari ed emissari visibili adeguati al suo volume. Le misure effettuate dall'ing. Lesca del Politecnico di Torino hanno messo in luce che, quando il lago è al massimo invaso, il suo sfioratore ha una portata di 1/4 superiore a quella del modesto immissario. Di conseguenza, pur tenendo in considerazione il fenomeno di *calving*, a cui il lago è soggetto, pare logico pensare che nelle sue zone più profonde, ai piedi della falesia vi sia una circolazione di acque endoglaciali. Il Lago Miage potrebbe quindi essere considerato simile ad un sifone ove giungono le acque sospinte verso l'esterno del ghiacciaio dalla curva a gomito che in quella zona la corrente deve fare per adattarsi alla direzione della Val Veny. Le stesse acque però, appena cessata la pressione che le spinge all'esterno, dovrebbero rifluire dentro al ghiacciaio seguendo la nuova direzione adottata da quest'ultimo a valle della brusca curva. Conosciuta la irregolarità dei flussi endoglaciali si spiegherebbero in questo modo anche, le grandi variazioni che il lago subisce.





## “Debâcles glaciaires” in Val Ferret

Foto A.V. Cerutti

- Periodi di eccezionale fusione delle nevi e dei ghiacci superficiali o di intense piogge sugli alti bacini, danno luogo a notevoli volumi di acqua che si infossano all'interno delle masse glaciali attraverso crepacci o “mulini”. Quando lo zero termico si innalza ad elevate altitudini, questi fenomeni possono avvenire a quote ove gli apparati glaciali, normalmente, sono interessati da precipitazioni solide e perciò non hanno i condotti necessari per smaltire l'acqua meteorica, oppure questi sono insufficienti alla eccezionale quantità della pioggia che, in quei determinati eventi si abbatte alle alte quote. Si formano quindi all'interno dei corpi glaciali “tasche d'acqua” che non trovano vie di uscita. Il peso idrostatico finisce di provocare la rottura delle pareti di ghiaccio fra cui le “tasche” sono trattenute, dando luogo ad eventi alluvionali che di scatenano ore e giorni dopo l'episodio piovoso. Secondo R. Vivian, si parla di “*debâcles glaciaires*” se vengono rilasciate improvvisamente masse d'acqua che raggiungono portate e velocità superiori ai 10 metri cubi al secondo. Esse esercitano una enorme forza di trasporto e di erosione mobilitando grandi quantità di materiale solido strappato alle morene antistanti al ghiacciaio.
- La fascia antropizzata della Val Ferret risulta particolarmente esposta a questo tipo di rischio a causa della ripidissima morfologia del versante destro che in alto ospita numerosi ghiacciai sospesi.
- La prima fotografia mostra le tracce delle colate detritiche, giunte fin presso le abitazioni di fondovalle, originate dai ghiacciai di Tronchey e di Pra-Sec, evento ripetutosi almeno cinque volte in questi ultimi trent'anni. La seconda foto riprende la ben nota località di Planpinceux con i sovrastanti ghiacciai delle Grandes Jorasses da cui fra il 1974 e il 2008 il Corpo Forestale Valdostano segnala ben dodici rotte glaciali che giunsero a coinvolgere il fondovalle più o meno gravemente.



12 luglio 1991 Effetti sacca dal gh. Rochefort. F. C. forestale



Torr. Pra-Moulin (gh.m.Fréty), Rochefort e Meyen (gh.Rochefort) Foto Corpo Forestale

- La prima foto, tratta dagli archivi del Corpo Forestale Valdostano, documenta uno dei più gravi eventi che hanno coinvolto la Val Ferret: la rotta del ghiacciaio di Rochefort avvenuta il 12 luglio 1991. La strada comunale di fondovalle, venne investita da una gigantesca colata di detriti che gli esperti del CNR-IRPI di Torino, i Dott.i G. Mortara e F.Dutto, valutarono in non meno di 100.000 metri cubi. Sulla foto, in alto, il ghiacciaio da cui si è liberata la sacca d'acqua responsabile del disastro.
- La seconda foto si riferisce all'evento del luglio 1996; sono inquadrati le colate detritiche che scesero dalle fronti dei ghiacciai di Mont Fréty e di Rochefort.



# Rotte glaciali sul ghiacciaio di Freney, in Val Veny



Foto Corpo Forestale

- La fascia antropizzata della Val Veny è meno esposta di quella della Val Ferret ai disastri provocati dalle rotte glaciali in quanto si estende in prevalenza in destra idrografica della Dora mentre il versante glacializzato è il sinistro. Tuttavia in essa vengono segnalate “débâcles” sui ghiacciai de l’Estellette, del Miage, di Fréney e del Brouillard e della Brenva.
- Il 20 aprile 1984, come mostra la prima foto, sempre dell’archivio del Corpo Forestale, sulla montagna ancora abbondantemente innevata appare la traccia scura dell’acqua tracimata dalla fronte del ghiacciaio di Freney. E’ assai raro che un tale evento si verifichi nella stagione fredda. Nel ghiacciaio doveva essere accaduto qualche cosa di insolito perché il fenomeno si ripeté due mesi più tardi e fu tanto irruente da provocare una alluvione che travolse il ponticello per Plan Veny come mostra la seconda fotografia.

# Les débâcles del ghiacciaio della Brenva



Foto A.V. Cerutti



Foto Corpo Forestale

- La prima fotografia mostra il grande squarcio nella morena destra del ghiacciaio della Brenva aperto nel luglio del 1928 dall'irrompere di una massa d'acqua liberatasi da una tasca interna al ghiacciaio, grandemente cresciuto in altezza in quel periodo . L'evento venne descritto da Aldo Sestini, prestigioso geografo, che ne fu testimone.
- Fra le numerose altre *debâcles* che si produssero sul ghiacciaio della Brenva, ebbe importanti conseguenze quella del 3 agosto 2004, documentata dalla fotografia di un escursionista che riuscì ad azionare lo scatto mentre irrompevano, dalla parte superiore del ghiacciaio, improvvise ,grandi cascate. La relativa relazione del Corpo Forestale riporta che: *dalla fronte sospesa del ghiacciaio si ebbe, oltre ad una abbondante venuta di acque limacciose, una caduta di seracchi, stimata in circa 4.000 mc di ghiaccio.*
- La spettacolare rotta glaciale demolì l'esile cascata di seracchi che fino ad allora, lungo il gradino roccioso della *Pierre à Moulin*, legava il circo superiore alla sottostante lingua valliva. La Brenva si trasformò così da ghiacciaio vallivo in ghiacciaio di circo.





Oggi la Brenva è un grande ghiacciaio spezzato in due tronconi: in alto, al di sopra de 2500 m, il vasto bacino di alimentazione; in basso la lingua valliva, ormai fossile, che però ancora si spinge fino a 1430 m sul fondovalle della Val Veny. Su di essa le frequenti valanghe di ghiaccio stanno formando un rigenerato di notevoli proporzioni.

Foto A.V. Cerutti



Courmayeur 1°ottobre 2009 – Ghiacciai e permafrost i n Valle d'Aosta

*"Le rotte glaciali: eventi storici e situazione attuale"*



## La Brenva e il lago del Purtud

La lingua valliva della Brenva scende nella Val Veny dirigendosi verso il fianco opposto della valle; di conseguenza, quando il ghiacciaio si espande grandemente, raggiunge l'alveo della Dora e ne blocca il deflusso. Fra Planponquet e il Purtud, si forma allora un lago di sbarramento. La stessa cosa avviene quando il ghiacciaio è investito da grandi frane che si riversano fino al fondovalle. La prima foto mostra l'aspetto del piano d'acqua che si apre a fianco della lingua glaciale, ora mantenuto artificialmente per essere utilizzato come sabbiera, ma più volte formatosi a seguito di eventi naturali. L'ultimo di questi fu la disastrosa frana-valanga del 18 gennaio 1997 documentata a destra dalla foto aerea del Corpo Forestale. L'immagine in basso mostra il grande sbarramento di ghiaccio e detriti in cui la Dora in alcuni giorni riuscì a aprirsi uno stretto tunnel ma che a fine primavera, quando la portata andò aumentando, fu necessario sventrare con le ruspe.





Rutor

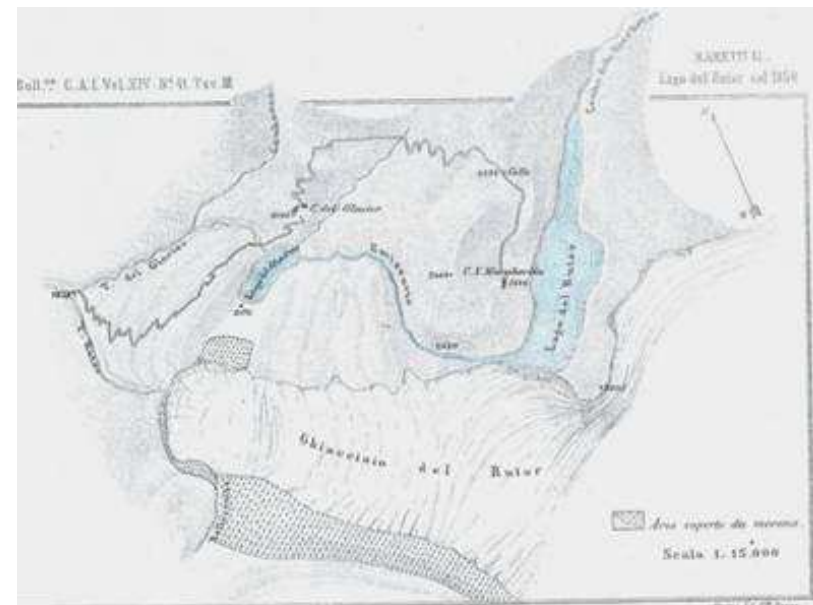
## Il ghiacciaio del Rutor e il lago di Santa Margherita

Il più famoso lago valdostano di sbarramento glaciale è certamente quello formato dall'antica lingua valliva del Rutor. L'attuale aspetto del ghiacciaio, riprodotto qui accanto, è assai diverso da quello che si presentava nei freddi secoli della "piccola età glaciale." L'apparato si prolungava allora verso valle per circa due chilometri. La sua lingua valliva, come appare nel rilevamento fatto nel 1860 dal geologo M. Baretta, sbarrava lo sbocco del vallone di Usselettes con un'alta muraglia di ghiaccio vivo. Contro di essa si formava il lago detto di Santa Margherita il cui suggestivo aspetto è molto ben rappresentato nel disegno di A. Favre, realizzato nel 1862. Dai 3 ai 4 milioni di metri cubi d'acqua si raccoglievano nel lago fino a che il peso idrostatico rompeva la diga di ghiaccio e la massa idrica si rovesciava rovinosamente sulla sottostante valle. La Thuille e tutta la Valdigna per più di quaranta volte, fra il 1594 e il 1864 vennero devastate dal ripetersi del gravissimo evento.



Fig. 1 (Estate del 1862)

Lago Santa Margherita e Rutor - Disegno di Alphonse Favre - 1862



M. Baretta - Ghiacciaio e Lago del Rutor nel 1860





**Un  
antichissimo  
lago di  
sbarramento:  
il Combal  
originato 4500  
anni fa dalla  
spettacolare  
espansione del  
ghiacciaio del  
Miage**



# Grazie per l'attenzione



Courmayeur 1° ottobre 2009 – Ghiacciai e permafrost in Valle d'Aosta

*"Le rotte glaciali: eventi storici e situazione attuale"*



# Ghiacciai e permafrost in Valle d'Aosta

Forzanti meteorologiche, evoluzione ed effetti

1° ottobre 2009

Courmayeur – Jardin de l'Ange



*“Le rotte glaciali: eventi storici e situazione attuale”*

A cura di Dott. Geol. Alex THEODULE

## Il progetto:

Con la **D.G.R. n° 3755** del 21/12/2007 la Regione Autonoma Valle d'Aosta - Assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche - affida alla Fondazione Montagna sicura la realizzazione di un programma di azioni conoscitive, di studi e di ricerche applicati sulla pericolosità delle aree glaciali e periglaciali; in essa è prevista l'attuazione di una scheda denominata "*Rotte glaciali – Laghi epiglaciali ed endoglaciali*"



# Perché questo progetto?





Il lago sul ghiacciaio di Rocciamelone (Francia) è comparso la prima volta nel 1985; nel 2004 si stimava che l'invaso contenesse dai 400.000 ai 500.000 m<sup>3</sup> d'acqua e che un suo svuotamento improvviso avrebbe provocato gravi inondazioni nella sottostante Vallée de Ribon.

Nel 2005 la Protezione Civile francese, a seguito delle decisioni congiunte tra il Servizio francese ONF-RTF (Office National des Forêts – Restauration des Terrains de Montagne), l'Université de Grenoble ed i tecnici del progetto europeo Glaciorisk, decide di drenare il lago mediante uno scavo, con l'esplosivo, di una trincea nel ghiaccio.

([www.nimbus.it](http://www.nimbus.it))





Lago epiglaciale del Ghiacciaio del Belvedere a Macugnaga.

Formazione estate 2001

Si stima che l'invaso abbia una capacità di 3 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua

Nel 2002 interventi di emungimento con pompe idrovore per abbassare il livello del lago.





### Lago proglaciale di Grindelwald

Formazione primavera 2005 a seguito dell'arretramento del ghiacciaio

Nell'estate 2009 è stata ultimata una galleria con la funzione di drenare l'acqua del lago quando il livello di questo sale al di sopra di una certa soglia.







Dal 1975 ad 2005 la superficie glacializzata nel territorio valdostano si è ridotta di oltre 45 km<sup>2</sup>. Molti dei terreni prima occupati dai ghiacci ospitano laghi di nuova formazione. I tempi di formazione ed evoluzione dei laghi possono essere molto rapidi.

## Perché questo progetto?

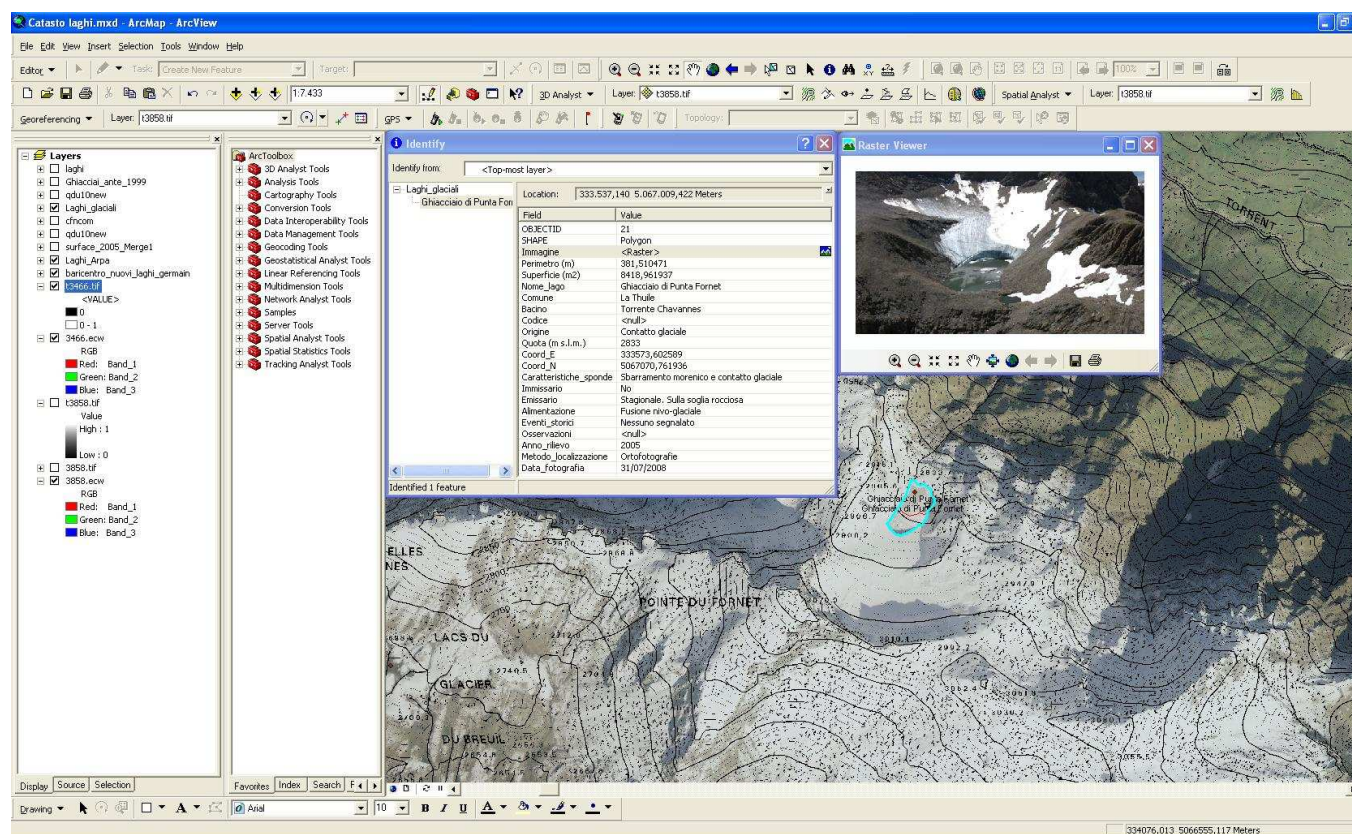
- Aggiornamento della situazione dei laghi in ambito glaciale e periglaciale alla luce delle mutate condizioni meteorologiche;
- Censimento dei laghi di neoformazione (post 1975);
- La ricostruzione degli eventi storici e la valutazione di eventuali fenomeni ricorrenti;
- L'individuazione e la sperimentazione di tecnologie idonee ad acquisire nel minor tempo possibile dati importanti per poter fronteggiare un'eventuale emergenza;
- La valutazione di situazioni a rischio.

Ghiacciaio di Punta Formet (La Thuile)



## Censimento dei laghi

Attraverso voli fotografici e rilievi di terreno è stato possibile ottenere un quadro conoscitivo dell'intero territorio valdostano per una prima classificazione della pericolosità dei laghi di neoformazione sulla base del loro assetto geomorfologico e della natura dei materiali spondali. Sono stati censiti oltre 100 laghi di neoformazione (post 1975) e cartografati al fine di inserire questo nuovo tema ad integrazione del *catasto ghiacciai* della Regione Autonoma Valle d'Aosta (<http://catastoghiacciai.regione.vda.it/>). Questo strumento permetterà di ottenere immediate informazioni circa la posizione spaziale del lago, le sue caratteristiche geometriche e morfologiche, ecc.



Courmayeur 1° ottobre 2009 – Ghiacciai e permafrost in Valle d'Aosta

“Le rotte glaciali: eventi storici e situazione attuale”



## Ricostruzione storica

### I LAGHI DI SBARRAMENTO E LE ROTTE GLACIALI

Relazione su richiesta della Fondazione Montagna Sicura

Augusta Vittoria Cerutti

luglio 2008

### Indice

<b>1 LAGHI DI SBARRAMENTO GLACIALE</b>	<b>2</b>
1.1 Il lago di Santa Margherita ed il ghiacciaio del Rutor	2
1.2 I laghi di sbarramento della Val Veny	8
<b>2 LA CIRCOLAZIONE ENDOGLACIALE</b>	<b>21</b>
2.1 Le acque endoglaciali	21
<b>3 LE ALLUVIONI E LE ROTTE GLACIALI</b>	<b>30</b>
3.1 Le alluvioni dei torrenti glaciali	30
3.2 Le "debâcles glaciaires" o rotte glaciali	33
3.3 Gli ultimi 30 anni di rotte glaciali nelle valli Veny e Ferret	35
<b>4 CONCLUSIONE</b>	<b>45</b>
4.1 La previsione dei rischi connessi ai laghi di sbarramento e alle rotte glaciali	45
<b>A INTEGRAZIONE</b>	<b>47</b>
A.1 Aggiornamento al 30 settembre 2008	47

La ricostruzione storica ha permesso di individuare oltre 80 eventi che nel passato sono stati causa di danni a cose e persone: tale studio ha evidenziato la ricorrenza più o meno frequente di rotte glaciali in alcuni settori valdostani, mentre altri eventi non sono più ripresentabili a causa delle mutate condizioni della dinamica e della morfologia glaciale



## Applicazione di indagini geofisiche allo studio dei ghiacciai (Politecnico di Torino – DITAG)

Indagini georadar per l'individuazione di  
cavità endoglaciali



Indagini georadar / ecoscandaglio per  
la determinazione della batimetria

# Grazie per l'attenzione

## Ringraziamenti:

- Politecnico di Torino (DITAG)
- Dott.ssa Elena MOTTA (FMS)
- Dott. Ing. Germain BAL
- Prof.ssa Augusta Vittoria CERUTTI
- Dott. Gianni MORTARA (CNR-IRPI)
- Direzione sistemi informativi (DSI – RAVA)
- Servizio Centro Funzionale (RAVA)
- Guide Alpine valdostane

