

# L'IMPATTO<sub>del</sub> CAMBIAMENTO CLIMATICO<sub>sui</sub> GHIACCIAI ALPINI<sub>DEL NORD-OVEST</sub> ITALIANO

**Riccardo Bonanno,  
Christian Ronchi,  
Barbara Cagnazzi**

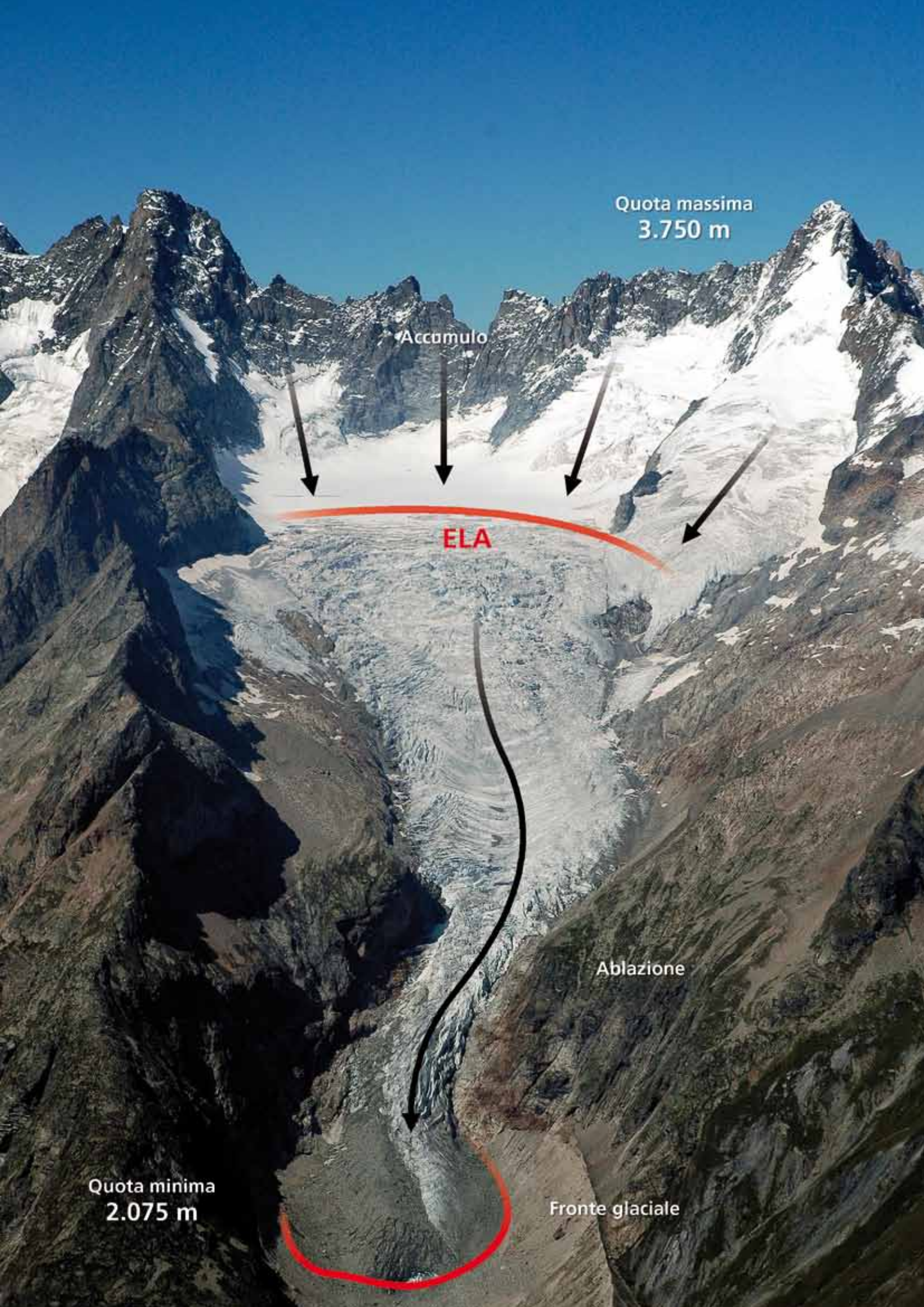
ARPA Piemonte, Via Pio VII 9,  
10135 Torino (Italia);  
riccardo.bonanno@arpa.piemonte.it  
christian.ronchi@arpa.piemonte.it  
barbara.cagnazzi@arpa.piemonte.it

**Antonello Provenzale**

ISAC-CNR, Torino, Corso Fiume 4,  
10133 Torino (Italia);  
a.provenzale@isac.cnr.it

Nelle regioni Alpine, i ghiacciai sono una risorsa di acqua dolce assai rilevante e rappresentano una componente economica non trascurabile per il turismo e la produzione di energia idroelettrica. Il ritiro dei ghiacciai costituisce un problema potenzialmente serio in quanto viene a ridursi nel tempo la riserva di acqua dolce che essi rappresentano. Questo è uno dei motivi per cui è importante quantificare la risposta dei ghiacciai montani in diversi scenari di cambiamento climatico.

In questo articolo, descriviamo lo studio dell'impatto della variabilità climatica su un insieme di ghiacciai delle Alpi occidentali italiane nel corso degli ultimi 50 anni. Analizzando i dati di posizione del fronte glaciale e le serie temporali di temperatura e precipitazione del passato, abbiamo evidenziato correlazioni significative tra le fluttuazioni annuali medie delle posizioni dei fronti glaciali e le variazioni del tasso di precipitazione e della temperatura in determinate stagioni. Sulla base dei risultati, è stato sviluppato un semplice modello lineare empirico che può essere utilizzato per stimare la risposta media dei ghiacciai alpini in differenti scenari di cambiamento climatico.



Quota massima  
3.750 m

Accumulo

ELA

Ablazione

Quota minima  
2.075 m

Fronte glaciale



Nella pagina precedente:  
 Fig. 1 - Immagine del  
 ghiacciaio di Pre de Bar  
 (Valle d'Aosta). La linea  
 rossa inferiore segnala  
 il fronte glaciale. La  
 riga rossa superiore  
 fornisce un'indicazione  
 qualitativa dell' ELA, la  
 linea di equilibrio che  
 separa la regione in cui  
 prevale l' accumulo da  
 quella in cui prevale  
 invece l'ablazione. Le  
 frecce nere indicano  
 qualitativamente il flusso  
 del ghiaccio. Immagine  
 tratta dal Catasto  
 Ghiacciai della Regione  
 Valle d'Aosta ([http://  
 catastoghiacciai.regione.  
 vda.it/](http://catastoghiacciai.regione.vda.it/)).



Foto scattata nel  
 Settembre 2012: veduta  
 del gruppo del Gran  
 Paradiso dalla Punta  
 Basei, nell'alta Valle  
 dell'Orco (Piemonte).  
 Tra i ghiacciai del  
 massiccio, troviamo anche  
 quello di Moncorvè, che è  
 stato considerato in  
 questo studio.

## INTRODUZIONE

La reazione di un ghiacciaio ai cambiamenti climatici è determinata da una complessa catena di processi (Nye 1960, Meier 1984). Cambiamenti delle condizioni atmosferiche (radiazione solare, temperatura dell'aria, precipitazioni, vento, nuvolosità, ecc) influenzano il bilancio di massa sulla superficie del ghiacciaio (Kuhn 1981, Oerlemans 2001). Tale bilancio è rappresentato dalla differenza tra accumulo e ablazione (Paterson, 1994). In generale, l'accumulo è massimo in inverno a quote del ghiacciaio al di sopra della ELA (Equilibrium Line Altitude, definita come la linea immaginaria che indica la quota ove l'accumulo e l'ablazione annuale si bilanciano), mentre l'ablazione è maggiore in estate, sotto la ELA. In periodi di tempo che vanno da anni a diversi decenni, i cambiamenti cumulativi nel bilancio di massa causano un cambiamento nel volume e nello spessore del ghiacciaio stesso. Questi conducono infine a variazioni di lunghezza del ghiacciaio e quindi ad avanzamento o arretramento del fronte glaciale. La variazione del fronte glaciale, facile da misurare, rappresenta un segnale indiretto, ritardato e molto evidente dei cambiamenti climatici, mentre il bilancio di massa rappresenta una risposta più diretta e non ritardata nel tempo alle condizioni atmosferiche annuali (Haeberli, 1998). La figura 1 mostra una foto del ghiacciaio di Pre de Bar in Val d'Aosta, uno dei ghiacciai considerati in questo lavoro. Nella foto sono anche indicati in modo schematico le aree di accumulo e ablazione, la ELA e il fronte glaciale. Nello scorso anno, abbiamo analizzato l'influenza della variabilità climatica su un insieme di ghiacciai nelle Alpi del nord-ovest italiano. L'obiettivo del lavoro non è stata l'analisi del comportamento di singoli ghiacciai, bensì la stima dell'evoluzione futura del comportamento medio in diversi scenari di cambiamento climatico. Il metodo adottato è consistito nell'uso di un modello lineare, empirico e stocastico in cui le variazioni del fronte glaciale dipendono dalle fluttuazioni di temperatura e precipitazione. In questo approccio, ci siamo ispirati al lavoro di Calmanti et al., 2007, dove è stata chiaramente dimostrata

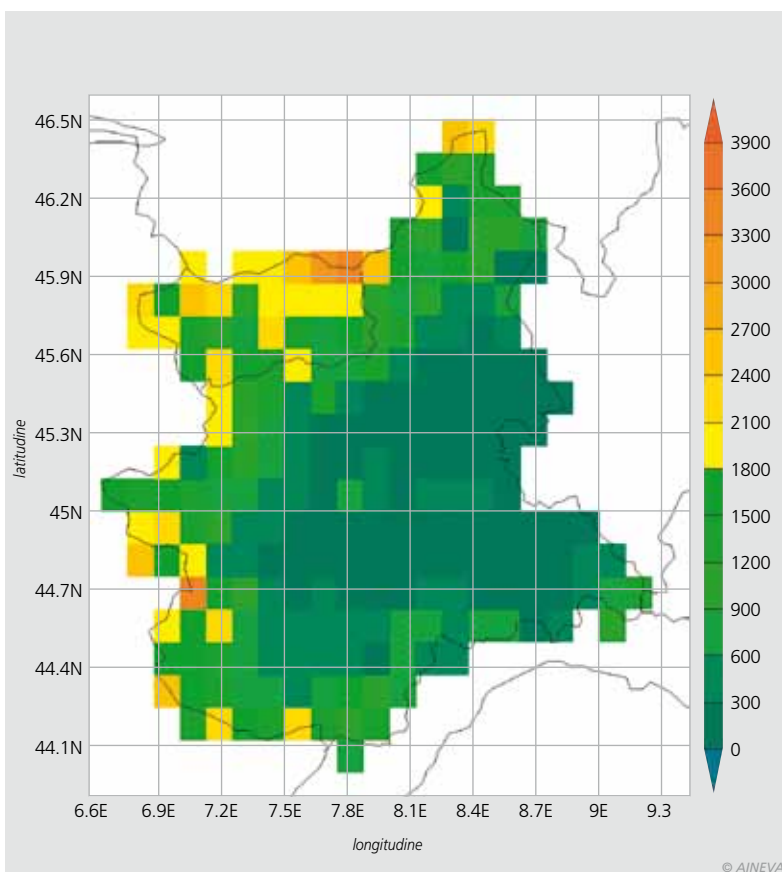


Fig. 2 - Mappa del  
 grigliato regolare dell'OI  
 (Optimal Interpolation)  
 che copre Piemonte e  
 Valle d'Aosta e in cui  
 sono interpolati i dati  
 storici di temperatura e  
 di precipitazione.  
 La mappa mostra anche  
 l'orografia relativa al  
 grigliato in questione.

la capacità dei modelli empirici lineari di riprodurre e stimare la risposta media dei ghiacciai ai cambiamenti climatici. Altri metodi includono l'uso di modelli dinamici di bilancio di massa (Oerlemans 2004, Juvet et al. 2009, Peano 2011). Questi approcci, basati sulla fisica e adatti allo studio di singoli ghiacciai, hanno lo svantaggio di richiedere la disponibilità di una lunga serie di misurazioni quantitative di bilancio di massa, che per la zona in questione sono disponibili solo per pochi ghiacciai e per un periodo di tempo limitato (per esempio, nelle Alpi occidentali sono disponibili i bilanci di massa degli ultimi venti anni per il ghiacciaio Ciardoney, si veda Mercalli e Cat Berro 2005). Il metodo empirico da noi adottato supera questo problema utilizzando i dati di fluttuazione annuale del fronte glaciale (solitamente più continui nel tempo e presenti per un gran numero di ghiacciai) e mediando il comportamento di diversi ghiacciai, ottenendo così una serie continua di dati relativi alla risposta media a scala regionale. Lo svantaggio dell'approccio da noi seguito consiste tuttavia nel suo carattere empirico e nella possibile non stazionarietà temporale dei predittori utilizzati nel modello empirico. Infatti, sulla base di una climatologia più o meno estesa del passato e con tecniche statistiche appropriate, sono stati selezionati dei predittori ottimali per il modello, che non sono però necessariamente utilizzabili anche per il clima futuro se le condizioni dovessero essere molto diverse. Lungo le stesse linee, si suppone inoltre che la morfologia dei ghiacciai non cambi completamente nel prossimo futuro: infatti, in presenza di una marcata regressione dei ghiacciai, gli stessi potrebbero comportarsi in modo differente e non rispondere più nello stesso modo ai cambiamenti climatici.

## I DATI E L'ANALISI STATISTICA

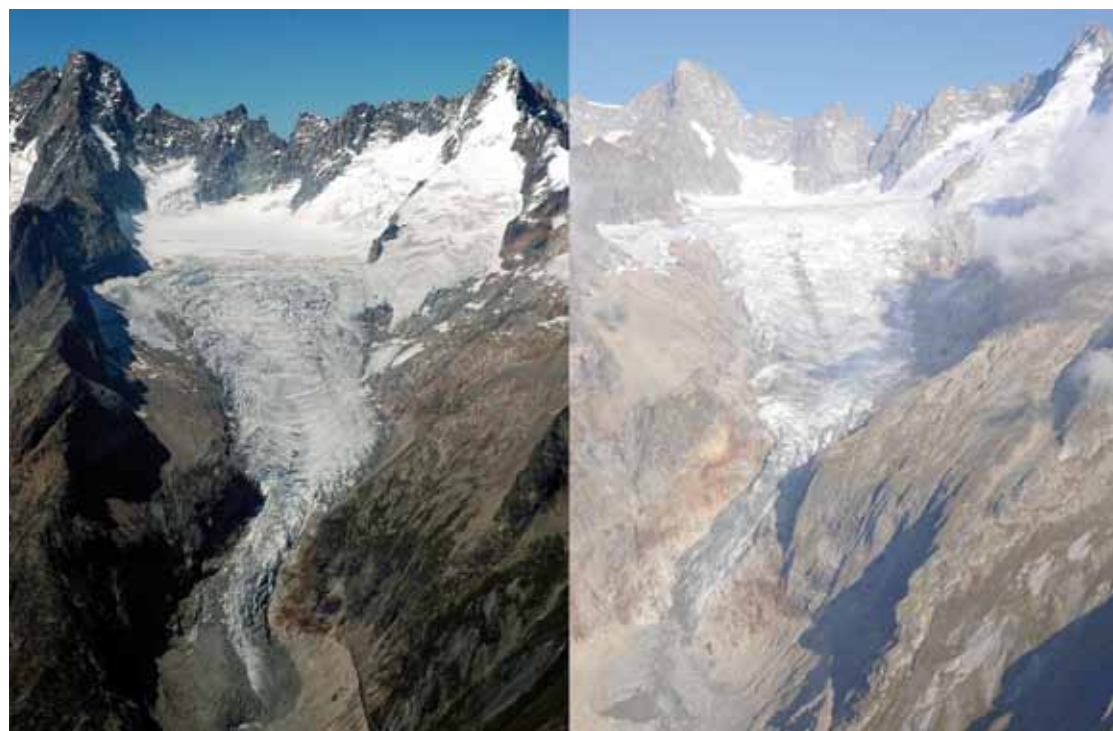
Per il nostro studio sono stati utilizzati due insiemi di dati. I dati climatici sono rappresentati dalle serie di precipitazione e temperatura ottenute con la tecnica della "Optimal Interpolation" (Kalnay, 2003) in ARPA Piemonte. Questa procedura fornisce

i valori di temperatura e precipitazioni giornaliere su una griglia regolare di risoluzione 0,125° (14 km, vedi figura 2), che comprende Piemonte e Valle d'Aosta, a partire dai dati delle stazioni meteorologiche dislocate nelle due regioni. Per maggiori dettagli si veda Ronchi et al. (2008). I dati relativi ai ghiacciai sono costituiti dalle fluttuazioni annuali di posizione del fronte glaciale. Questi dati sono disponibili sul sito del Comitato Glaciologico Italiano - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CGI), <http://www.glaciologia.it/>. In questo lavoro abbiamo considerato 14 grandi ghiacciai delle Alpi, in Piemonte e Valle d'Aosta, mostrati in figura 3. Il periodo analizzato inizia nel 1958, anno in cui sono disponibili i primi dati delle serie

di temperatura e precipitazioni su grigliato, e termina nel 2009, anno in cui sono disponibili gli ultimi dati di variazione annuale del fronte glaciale per i ghiacciai considerati. Il comportamento generale del campione esaminato per il periodo 1958-2009 indica un arretramento generalizzato, che può essere più o meno pronunciato a seconda della meteorologia locale e della morfologia del ghiacciaio stesso. In un solo caso (Lex Blanche) c'è stato un leggero avanzamento nel periodo 1958-2009. Questo comportamento, già evidenziato da Calmanti et al. (2007), è consistente con l'omogeneità regionale del comportamento dei ghiacciai scelti nel nord-ovest italiano e ci permette di eseguire una media delle serie temporali

*Dall'alto verso il basso:  
Fig. 3 - Mappa schematica dell'area di studio (Italia nord-occidentale) con la posizione e i nomi dei 14 ghiacciai considerati in questo studio. La mappa è stata creata tramite Google Earth, <http://earth.google.com>.*

*Foto: veduta del ghiacciaio di Pre de Bar nel 2004 (a sinistra) e nel 2011 (a destra). Si può notare come nel giro di pochi anni la lingua glaciale si sia notevolmente ingracilita. Immagini tratte dal Catasto Ghiacciai della Regione Valle d'Aosta (<http://catastoghiacciai.regione.vda.it/>).*





dei diversi ghiacciai (ciascuna normalizzata sottraendo la media e dividendo per la deviazione standard) per ottenere un segnale che descrive il comportamento medio dei ghiacciai considerati nel periodo 1958-2009, come mostrato in figura 4.

A partire dai dati di precipitazioni e temperatura, abbiamo calcolato le medie mensili standardizzate su un'area che comprende il Piemonte e Valle d'Aosta e le medie sono state poi raggruppate in periodi di diversa durata, ottenendo valori stagionali.

Per ciascuna di queste, abbiamo calcolato la cross-correlazione con la serie della fluttuazione glaciale media, ottenendo per ogni variabile il ritardo temporale (in anni) che massimizza la correlazione tra le due serie di dati (le fluttuazioni glaciali sono correlate positivamente con le precipitazioni e negativamente con la temperatura). Studiando la cross-correlazione, si è visto

che i ghiacciai del nostro campione rispondono con un ritardo di circa dieci anni ai cambiamenti di precipitazione media nel periodo stagionale tra Novembre e Marzo. Il ritardo risulta inferiore (otto anni) quando si considera la risposta media dei ghiacciai alla temperatura durante il periodo di ablazione, tra Luglio e Ottobre, ed è ancora inferiore (quattro anni) per la risposta alla temperatura durante il periodo compreso tra Maggio e Agosto.

Abbiamo anche verificato che le temperature e le precipitazioni primaverili possono influenzare significativamente la risposta dei ghiacciai durante i successivi mesi estivi di ablazione (generando ad esempio condizioni tali per le quali vi sia una permanenza del manto nevoso sul ghiacciaio durante i primi mesi estivi e smorzando la fusione a causa dell'elevata albedo della neve, si veda Kuhn et al, 1999).

## LA COSTRUZIONE DI UN MODELLO LINEARE EMPIRICO

Attraverso opportune tecniche statistiche (regressione "backward stepwise" e cross-validazione), è possibile ottenere un semplice modello empirico lineare per le fluttuazioni glaciali medie, costituito da quattro variabili climatiche utilizzate come predittori della fluttuazione glaciale: la temperatura estiva e la precipitazione invernale con ritardo temporale rispettivamente di cinque e dieci anni, la temperatura e la precipitazione primaverile nell'anno della fluttuazione. I predittori ottenuti sono giustificabili in termini di fisica del ghiacciaio: la precipitazione invernale ritardata racchiude verosimilmente il periodo di accumulo, la temperatura estiva ritardata stima una parte del periodo di ablazione estivo, mentre le temperature e le precipitazioni primaverili possono influenzare significativamente la risposta del ghiacciaio durante i mesi estivi successivi. Nella figura 5 sono mostrati i dati di fluttuazione annuale standardizzata media del fronte glaciale durante il periodo 1968-2009 e le fluttuazioni stimate tramite il modello, che li riproducono fedelmente.

## LA RISPOSTA DEI GHIACCIAI IN DIVERSI SCENARI CLIMATICI

Il passo successivo è basato sull'uso del modello empirico per la risposta glaciale in diversi scenari di cambiamento climatico. A tal scopo, sono state utilizzate diverse simulazioni climatiche, disponibili al CNR o in ARPA Piemonte o disponibili pubblicamente. In particolare, il modello climatico globale EC-Earth (vedi <http://eearth.knmi.nl/> e [www.to.isac.cnr.it/eearth](http://www.to.isac.cnr.it/eearth)), sviluppato da un consorzio europeo di enti di ricerca cui partecipa l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche, fornisce simulazioni con i nuovi scenari di emissione RCP dell'IPCC (vedi Moss et al, 2008 per ulteriori informazioni). Oltre al modello EC-Earth, si sono considerati gli output di diversi modelli regionali aggregati con opportuni pesi attraverso la tecnica del Multimodel SuperEnsemble sviluppata in ARPA Piemonte.

Fig. 4 - Arretramento medio (in m) dei fronti glaciali nel periodo 1958-2009 (ottenuto mediando i dati standardizzati relativi a ciascun ghiacciaio e poi riportando a variabili dimensionali con la media e la varianza dell'insieme di tutti i ghiacciai). L'arretramento medio complessivo risultante dal 1958 al 2009 è di circa 200 m.

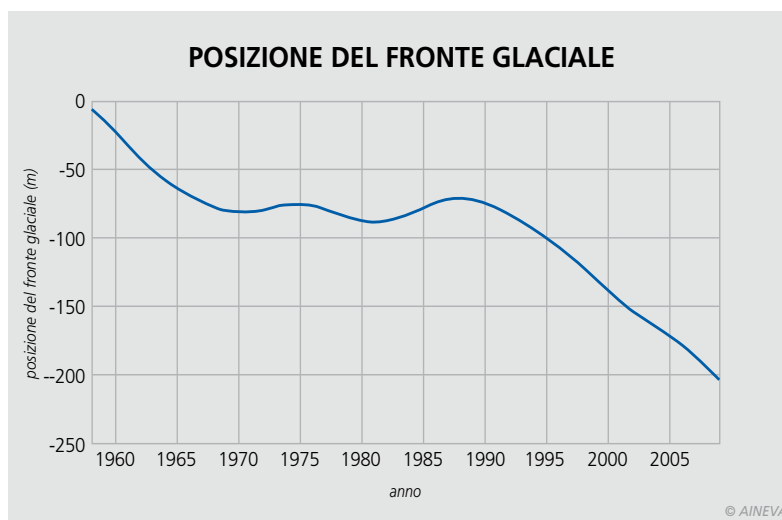
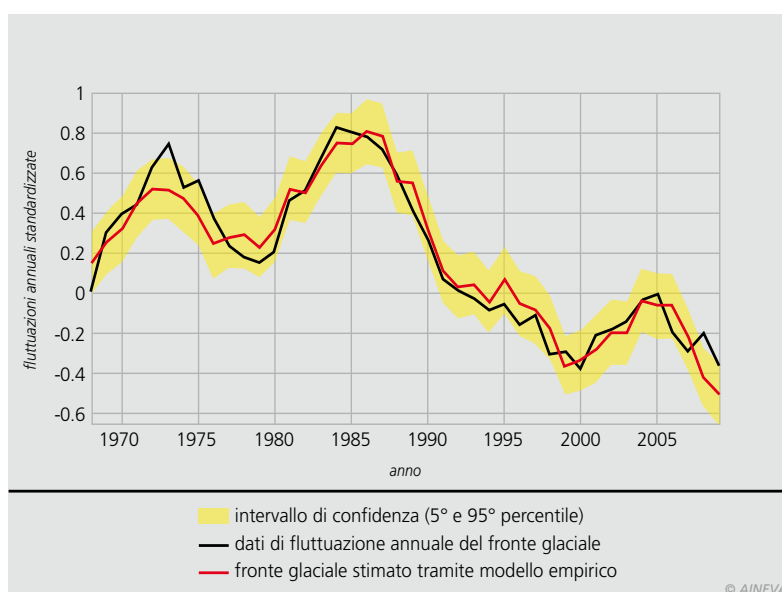


Fig. 5 - Fluttuazione del fronte glaciale medio filtrata attraverso la media mobile nel periodo 1958-2009. Si nota come a periodi di arretramento siano alternate anche periodi di avanzamento, in particolare negli anni 70 e 80 del 900.



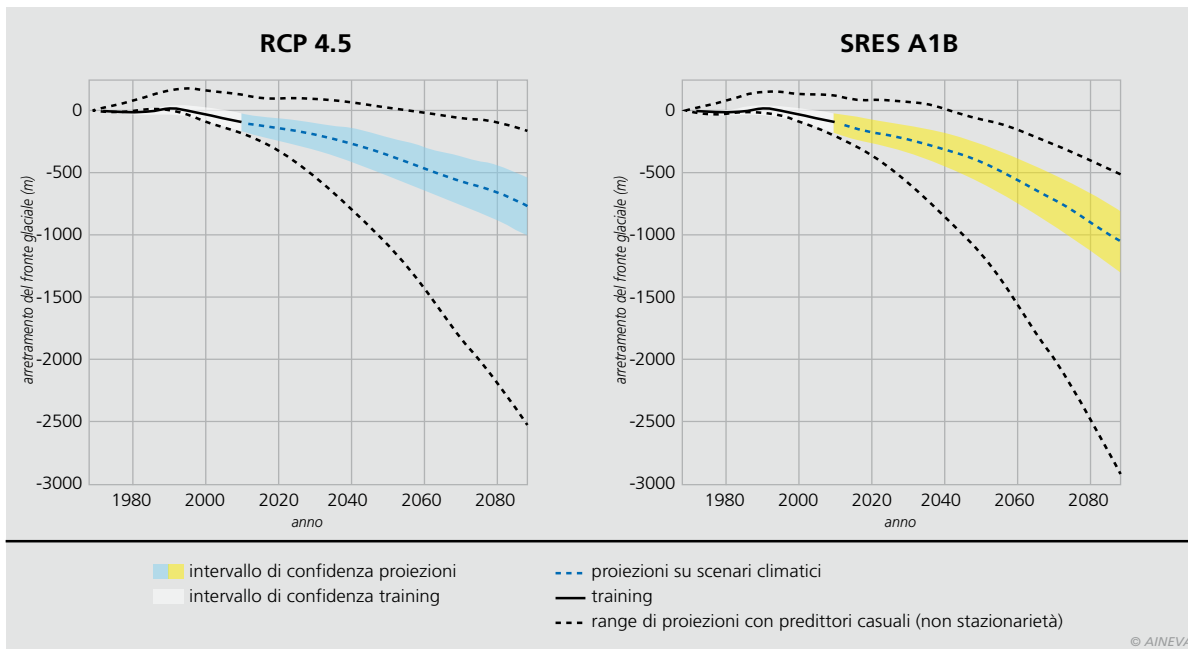


Fig. 6 - Arretramento del fronte glaciale medio (in metri) assumendo la stazionarietà dei predittori (linee tratteggiate con barre di confidenza a colori) e la non stazionarietà (l'intervallo delimitato dalla linea puntinata nera) per due diversi scenari di cambiamento climatico.

I modelli regionali utilizzati fanno parte del progetto europeo ENSEMBLES e sono stati girati utilizzando lo scenario climatico SRES A1B (si veda Krishnamurti et al, 1999, per ulteriori informazioni sulla tecnica del Multimodel; Cane et al., 2012 per l'applicazione di questa tecnica alla regionalizzazione di scenari climatici sul nord-ovest italiano; il sito <http://ensembles-eu.metoffice.com/> per un elenco dei modelli regionali utilizzati; IPCC, 2007 per dettagli sullo scenario climatico SRES A1B). In sintesi, la tecnica Multimodel SuperEnsemble applicata alla temperatura riduce l'errore sistematico dei modelli regionali rispetto alle osservazioni nel periodo di controllo 1958-2009. Questa tecnica riduce anche la sovrastima di precipitazioni da parte dei modelli regionali sull'arco alpino e riproduce bene il comportamento delle precipitazioni mensili nel periodo di controllo. Poiché EC-Earth è un modello globale, la griglia della simulazione ha una risoluzione piuttosto bassa (1.125 gradi, circa 125 km), con solo sei punti griglia che coprono il Piemonte e la Valle d'Aosta.

Questa bassa risoluzione porta ad una notevole discrepanza tra la topografia effettiva e quella smussata del modello, con conseguente minor precisione nella riproduzione del pattern di precipitazione nel nord ovest italiano e nella caratterizzazione delle differenze di temperatura tra la regione alpina e quella di pianura.



Foto scattata nel Settembre 2012: veduta dei ghiacciai di Lavassey (in primo piano) e di Fond (in secondo piano) dalla Punta Basei, nell'alta valle dell'Orco (Piemonte).

Per questi motivi, è stato necessario effettuare controlli appropriati eliminando il bias di temperatura tra la serie del run storico di EC-Earth nel periodo climatologico di riferimento 1958-2009 e la serie dei dati disponibili nello stesso periodo (ottenuti con la Optimal Interpolation). Per la precipitazione non è stato necessario apportare correzioni, perché le precipitazioni cumulate mensili tra Marzo e Maggio (precipitazione primaverile) e tra Ottobre e Marzo (precipitazione invernale) relative al run di controllo di EC-Earth non mostrano differenze significative rispetto ai dati osservati. Per quanto riguarda le serie

di temperatura e precipitazione ottenute con la tecnica Multimodel SuperEnsemble, non è stato necessario apportare alcuna ulteriore correzione perché la stessa tecnica è stata sviluppata per minimizzare gli errori nella stima della temperatura e delle precipitazioni sulla regione alpina. Assumendo l'ipotesi di stazionarietà dei predittori del modello empirico trovato in precedenza, abbiamo effettuato simulazioni che utilizzano le serie di precipitazione e temperatura per diversi scenari disponibili; qui mostriamo i risultati per gli scenari RCP 4.5 e SRES A1B. In aggiunta, abbiamo utilizzato anche un approccio alternativo per far



*Fig. 7 - Veduta del ghiacciaio del Lys dalla cima dell'Hochlicht (Alta Luce) nell'alta valle di Gressoney, alle pendici del gruppo del Rosa (Valle d'Aosta). La foto è stata scattata nell'Agosto del 2008.*



*Fig. 8 - Veduta dei ghiacciai di Verra nell'alta val d'Ayas alle pendici del gruppo del Rosa. Al centro la vetta del Polluce con il sottostante Piccolo Ghiacciaio di Verra. Sulla sinistra compare una parte del Grande Ghiacciaio di Verra. Foto scattata nel Luglio del 2010.*



*Nella pagina a fianco: fig. 9 - Veduta del ghiacciaio di Valtourmenche nella parte più alta della conca del Breuil, al termine della Valtourmenche (Valle d'Aosta). Foto scattata nell'Agosto 2011 dal Colle Superiore delle Cime Bianche.*

fronte ad una eventuale non stazionarietà del sistema, considerando un grande numero di gruppi di quattro possibili predittori climatici per fornire una stima dei possibili comportamenti estremi nella risposta dei ghiacciai. La figura 6 mostra l'andamento medio dei fronti glaciali (in metri), ottenuto convertendo i dati di fluttuazione in unità dimensionali e accumulando le variazioni nel tempo. Le linee tratteggiate con gli intervalli di confidenza colorati rappresentano i risultati delle simulazioni con il modello empirico trovato con l'assunzione di stazionarietà. La linea tratteggiata blu rappresenta la migliore stima dell'arretramento medio dei ghiacciai, mentre gli intervalli di confidenza rappresentano l'errore del modello. L'intervallo delimitato dalla linea puntinata nera racchiude tutti gli scenari futuri equiprobabili che sono stati ottenuti dai modelli ricavati selezionando casualmente i predittori (ipotesi di non stazionarietà). Sia nello scenario RCP 4.5 che nello scenario SRES A1B i ghiacciai mostrano un forte ritiro medio: circa 750 m per l'RCP 4.5 e superiore a 1000 m per lo scenario SRES A1B entro il 2088. Naturalmente, in presenza di tali forti arretramenti e quindi di notevoli riduzioni di lunghezza, la fisica dei ghiacciai può cambiare drasticamente ed il modello empirico potrebbe non essere più in grado di fornire delle stime di risposta affidabili.

## CONCLUSIONI

Nello studio descritto in questo articolo, abbiamo ripreso ed esteso il lavoro di Calmanti et al. (2007), definendo un nuovo e più completo modello empirico che abbiamo poi utilizzato per stimare la risposta media dei grandi ghiacciai delle Alpi occidentali a diversi scenari di cambiamento climatico. In generale, abbiamo constatato che in tutti gli scenari viene previsto un notevole arretramento dei fronti glaciali nelle Alpi occidentali, con una forte riduzione delle aree glacializzate e i conseguenti impatti sulle riserve di acqua dolce. Negli scenari di cambiamento climatico attesi per i prossimi decenni, insomma, il destino dei ghiacciai alpini piemontesi e valdostani non sembra essere roseo.



## Bibliografia

- Cane D., Barbarino S., Renier L. A., and Ronchi C., "Regional climate models downscaling in the Alpine area with Multi-model SuperEnsemble", *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 9, 9425-9454, 2012.
- Comitato Glaciologico Italiano, 1959: *Catasto dei Ghiacciai Italiani (Inventory of Italian Glaciers)*, 1, Elenco generale e bibliografia dei ghiacciai italiani.
- Comitato Glaciologico Italiano, 1961: *Catasto dei Ghiacciai Italiani (Inventory of Italian Glaciers)*, 2, Ghiacciai del Piemonte.
- Jouvét G., Huss M., Blatter H., Picasso M., Rappaz J., 2009: Numerical simulation of Rhonegletscher from 1874 to 2100, *Journal of Computational Physics*, 228, 6426-6439
- Kalnay E., 2003: *Atmospheric modeling, data assimilation and predictability*. Cambridge University Press, 341 pp.
- Kuhn M., 1981: *Climate and Glaciers*. International Association of Hydrological Sciences Publication 131 (Symposium at Canberra 1979 - Sea Level, Ice and Climatic Change), 3 - 20.
- Kuhn M., Dreiseitl E., Hofinger S., Markl G., Span N. and Kaser G., 1999: Measurements and models of the mass balance of Hintereisferner. *Geografiska Annaler*, 81, 4, 659-670.
- Krishnamurti T. N., Kishtawal C. M., LaRow T. E., Bachiochi T. R., Zhang Z., Williford C. E., Gadgil S. and Surendan S., 1999 : Improved weather and seasonal climate forecasts from Multimodel SuperEnsemble. *Science* 285, 1548-1550.
- Haerberli W., 1998: Historical evolution and operational aspects of world glacier monitoring. Into the second century of world glacier monitoring: prospects and strategies. UNESCO, Paris, 56: 35-51.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Meier M.F., 1984 : The contribution of small glaciers to sea level rise. *Science* 226: 1418-1421.
- Mercalli, L., Cat Berro D. 2005 : *Clima, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese*. Società Meteorologica Subalpina; si veda per gli aggiornamenti [www.nimbus.it](http://www.nimbus.it).
- Moss R., Babiker M., Brinkman S., Calvo E., Carter T., Edmonds J., Elgizouli I., Emori S., Erda L., Hibbard K., Jones R., Kainuma M., Kelleher J., Lamarque J.F., Manning M., Matthews B., Meehl J., Meyer L., Mitchell J., Nakicenovic N., O'Neill B., Pichs R., Riahi K., Rose S., Runci P., Stouffer R., van Vuuren D., Weyant J., Wilbanks T., van Ypersele J.P., and Zurek M., 2008 : *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies*. Technical Summary. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 25 pp.
- Nye J.F., 1960 : The response of glaciers and ice-sheets to seasonal and climatic changes. *Proceedings of the Royal Society of London* 256: 559-584.
- Oerlemans J., 2001 : *Glaciers and climate change*. Balkema Publishers. Lisse, 148 pp.
- Paterson W.S.B., 1994 : *The physics of glaciers*. 3rd edition, Pergamon Press, Oxford, 481 pp.
- Peano D., 2011: *Dynamical models for Alpine glacier response to climate variability*. Tesi di Laurea Magistrale in Fisica, Università di Torino.
- Ronchi C., De Luigi C., Ciccarelli N., Loglisci N., 2008 : Development of a daily gridded climatological air temperature dataset based on an optimal interpolation of ERA-40 reanalysis downscaling and a local high resolution thermometers network. Poster presentation at 8th EMS Annual Meeting & 7th European Conference on Applied Climatology, 29 September-3 October 2008, Amsterdam, The Netherlands.