

Fattori climatici

Aumento dei valori medi ed estremi della temperatura, variazione dei regimi pluviometrici.

Altri fattori

Inquinamento antropico.

Caratterizzazione impatto



I ghiacciai rispondono in modo diretto e rapido alle dinamiche di cambiamento climatico modificando le proprie caratteristiche morfologiche e la loro dinamica. Questa grande sensibilità alle variazioni del clima rende i ghiacciai dei preziosi indicatori che consentono di quantificare l'intensità con cui sta agendo il riscaldamento globale.



I ghiacciai rivestono un ruolo di regolazione del deflusso idrico, grazie all'effetto di compensazione a lungo termine del flusso stagionale delle acque di fusione, che costituiscono una fonte indispensabile di acqua dolce per le aree montane e per le regioni sottostanti. Inoltre, la contrazione dei ghiacciai contribuisce ad accelerare la liberazione di masse di sedimenti, con possibile aumento dei fenomeni di dissesto. Si registra una variazione della composizione e distribuzione di specie animali e vegetali con possibili variazioni delle comunità alpine. Infine, si considerano i possibili impatti di natura socio-economica nel settore turistico associati alla diminuita possibilità di fruizione.

Relazione causa-effetto



La relazione causa-effetto rispetto al cambiamento climatico è molto stretta dal momento che le dinamiche glaciali sono significativamente correlate all'andamento delle variabili climatiche, con particolare riferimento alla temperatura e alle precipitazioni nevose.

Foto: Umberto Morra di Cella (ARPA Valle d'Aosta)



Scenario futuro



Le proiezioni prodotte a livello di Alpi europee con i diversi scenari RCP (*Representative Concentrations Pathways*) permettono di stimare l'evoluzione del volume glaciale entro il 2100. L'evoluzione del volume di ghiaccio totale nei prossimi decenni è relativamente simile per i vari scenari RCP (RCP2.6, 4.5 e 8.5). Applicando lo scenario con tassi più elevati di riduzione delle emissioni (RCP2.6) avremo una perdita di due terzi ($63.2\% \pm 11,1\%$) del volume di ghiaccio attuale (2017) entro il 2100. Con uno scenario di forte riscaldamento (RCP8.5) i ghiacciai sono destinati a scomparire in gran parte entro il 2100 ($94.4\% \pm 4.4\%$ perdita di volume vs 2017). Sono attese importanti riduzioni delle acque di deflusso glaciale con implicazioni per la società in ottica di una corretta gestione della risorsa idrica per l'approvvigionamento di acqua dolce, la produzione di energia elettrica e l'utilizzo da parte del settore agricolo e industriale. Nel versante italiano delle Alpi è molto probabile che la riduzione possa essere ancora più marcata rispetto ad altre aree alpine europee, data la posizione geografica maggiormente esposta a un'elevata insolazione e all'influenza di matrice africana.



Numeri e messaggi chiave

A livello complessivo, il bilancio cumulato mostra perdite significative che ammontano a oltre 15 metri di acqua equivalente per il ghiacciaio del Timorion (2001-2019) e a quasi 36 metri per il ghiacciaio di Alpe Sud (1998-2019). La sostanziale differenza nella perdita dei due ghiacciai è riconducibile all'esposizione NO del ghiacciaio del Timorion e SE del ghiacciaio di Alpe Sud e alla quota media dei due apparati glaciali, che si attesta rispettivamente sui 3300 e 3150 m slm.

Descrizione

Misurazioni periodiche del bilancio di massa glaciale mediante indagini specifiche ottenuto determinando la somma algebrica tra la massa accumulata, data dalle precipitazioni nevose invernali e primaverili, e la massa di ghiaccio persa nel periodo di fusione (ablazione).

Scopo

Evidenziare le variazioni annuali della massa glaciale e il rispettivo trend.

Frequenza rilevazione dati

Ogni anno vengono effettuate due campagne di misura.

Unità di misura

Millimetri di acqua equivalente (mm WEQ).

Periodicità di aggiornamento

Annuale

Copertura temporale

1998 – 2020

Copertura spaziale

Regionale

Riferimenti/obiettivi fissati dalla normativa

Nessun riferimento/obiettivo fissato dalla normativa.

Il bilancio di massa è lo standard indicato dal World Glacier Monitoring Service per valutare lo stato di salute di un ghiacciaio. È inserito dal Global Climate Observing System (GCOS) nelle Essential Climate Variables (ECVs) per l'osservazione dei cambiamenti climatici del pianeta.

Metodologia di elaborazione

Per l'elaborazione dell'indicatore sono stati presi in considerazione 2 apparati glaciali, il ghiacciaio del Timorion (Valsavaranche, AO) e il ghiacciaio di Alpe Sud (Valfurva, SO). Il bilancio viene determinato sulla base dei dati raccolti in due campagne di misura distinte. La stima dell'accumulo viene effettuata alla fine della stagione invernale, nella quale si quantifica la massa accumulata tramite misurazione di spessore e densità del manto nevoso. Nella campagna di stima dell'ablazione, effettuata a fine estate, si quantificano le perdite per fusione di neve e ghiaccio.

Criteri di selezione

Rilevanza - utilità

Portata nazionale/applicabile a temi ambientali a livello regionale di significato nazionale

- Descrive il trend in atto e l'evolversi della situazione ambientale
- Semplice e facile da interpretare
- Sensibile ai cambiamenti nell'ambiente/ collegato alle attività antropiche

Fornisce un quadro rappresentativo di condizioni ambientali, pressioni sull'ambiente, risposte della società, obiettivi normativi

- Fornisce una base per confronti a livello internazionale

Ha una soglia o un valore di riferimento con il quale poterlo confrontare, in modo che si possa valutare la sua significatività

Misurabilità

- Documentato e di qualità nota
- Aggiornato a intervalli regolari secondo fonti e procedure affidabili (tempestività e puntualità)

Facilmente disponibile o reso disponibile a fronte di un ragionevole rapporto costi/benefici

Buona copertura spaziale

- Copertura temporale > 10 anni

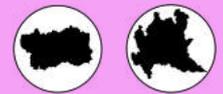
Solidità scientifica

- Basato su standard nazionali/internazionali
- Ben fondato in termini tecnici e scientifici

Possiede elementi che consentono di correlarlo a modelli economici, previsioni e sistemi di informazione

- Prevede metodi di misura e raccolta dati attendibili e affidabili
- Comparabile nel tempo
- Comparabile nello spazio





Fonte e accessibilità

ARPA Valle d'Aosta, ARPA Lombardia.

Qualità dell'informazione

Le serie storiche disponibili, generalmente poco estese, forniscono indicazioni relative soltanto al trend recente. Inoltre, sebbene i diversi ghiacciai possano essere considerati rappresentativi dei differenti settori climatici di appartenenza, il numero dei campioni è attualmente ridotto e, pur avendo un significato rilevante per l'analisi dei trend, non permette approfondimenti su scala locale. Relativamente alla comparabilità nel tempo e nello spazio, queste possono essere considerate entrambe ottime, in quanto la metodologia di costruzione dell'indicatore è rimasta invariata.

Limitazioni e possibili azioni

Attualmente in Italia è monitorato un numero limitato di ghiacciai, frequentemente con serie di entità ridotta. Sarebbe auspicabile una specifica analisi che porti a valutare l'interesse per attivare nuovi monitoraggi in ambiti territoriali particolarmente significativi o rappresentativi di condizioni meteo-climatiche particolari o di particolare rilevanza.

Riferimenti bibliografici

1. EEA Report – N 1/2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 – An indicator-based report.
2. Østrem, G., & Brugman, M. (1966). Glacier mass balance measurements. Department of Mines and Technical Surveys, Glaciology Section.
3. Cogley, J. G. (2009). Geodetic and direct mass-balance measurements: comparison and joint analysis. *Annals of Glaciology*, 50(50), 96-100.
4. MATTM, 2014. Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia.
5. Paul F, Machguth H and Kääb A (2005) On the impact of glacier albedo under conditions of extreme glacier melt: the summer of 2003 in the alps. *EARSeL eProceedings*, 4 (2), 139–149.
6. Colucci RR, Giorgi F and Torma C (2017) Unprecedented heat wave in december 2015 and potential for winter glacier ablation in the eastern alps. *Scientific Reports*, 7 Gobiet A, Kotlarski S, Beniston M, Heinrich G, Rajczak J and Stoffel M (2014) 21st century climate change in the european alps—a review. *Science of the Total Environment*, 493, 1138–1151.

Referenti:

Umberto Morra di Cella – ARPA Valle d'Aosta
u.morradicella@arpa.vda.it

Matteo Fioletti – C. Nivometeorologico ARPA Lombardia
m.fioletti@arpalombardia.it

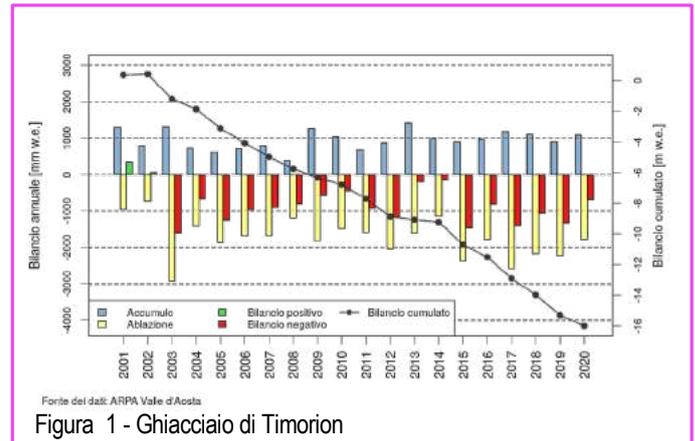


Figura 1 - Ghiacciaio di Timorion

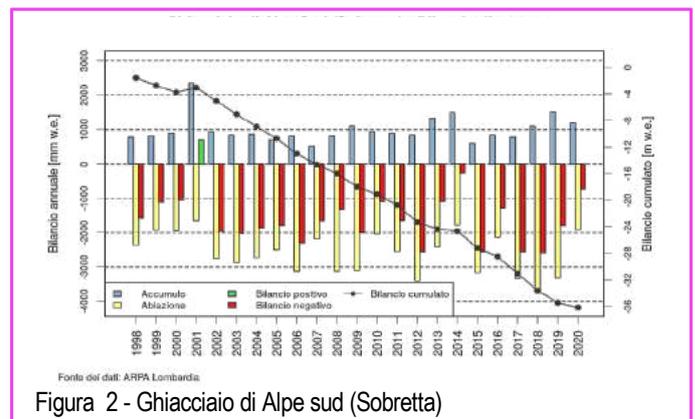


Figura 2 - Ghiacciaio di Alpe sud (Sobretta)

Commento al trend



In entrambi gli apparati glaciali è possibile osservare un trend significativamente negativo.

A causa dell'effetto combinato di elevate temperature durante la stagione estiva e di precipitazioni invernali ridotte, la quasi totalità degli anni monitorati risulta a bilancio negativo (barre rosse), con una perdita costante di massa coerente con quanto registrato nelle Alpi e, più in generale, a scala globale. Inoltre, osservando entrambi i grafici, è possibile notare che la presenza di annate caratterizzate da una buona quantità di neve accumulata non è sufficiente a compensare le straordinarie temperature raggiunte in alcune delle recenti estati, comportando forti tassi di fusione. Questo comportamento, che si verifica con specifiche peculiarità connesse alle caratteristiche geografiche e al regime delle precipitazioni sia sul Timorion che sull'Alpe Sud, conferma quanto riscontrato nel resto delle Alpi, dove all'aumento della frequenza di estati straordinariamente calde e secche corrisponde un aumento del tasso di contrazione degli apparati glaciali.