

## **Tavola 1.4      Condizioni delle precipitazioni, della temperatura e dei deflussi negli ultimi secoli**

### **Introduzione**

La presente tavola mostra una ricostruzione delle condizioni delle precipitazioni e della temperatura nella zona centrale dell'Arco alpino a partire dall'anno 1659 come pure i livelli e i deflussi documentati o misurati a partire dal 1500 in alcuni bacini imbriferi. Nella parte metodica sono presentate alcune particolarità e l'importanza delle fonti dei dati storici per l'analisi delle condizioni climatiche e dei deflussi in epoche passate.

### **Basi di dati**

Le carte, le serie temporali e le tabelle presentate sulla doppia pagina si basano su ricostruzioni statistiche del clima effettuate attraverso l'analisi delle componenti principali e una regressione multipla di [8], calibrate con dati strumentali (HISTALP, risp. CRU TS 2.1 [4,9]) del XX secolo. A loro volta, le ricostruzioni fondano su di una combinazione di lunghe serie di dati strumentali e di informazioni climatiche tratte da fonti storiche scritte e da archivi naturali (anelli di accrescimento degli alberi, condizioni del ghiaccio, carote di ghiaccio, ecc.), tenendo conto che i set di dati per le precipitazioni e la temperatura sono indipendenti uno dall'altro. Le precipitazioni presentano un'alta eterogeneità spaziale. Per questo possono essere ricostruite con meno affidabilità della temperatura (a 2 m dal terreno). In Svizzera esistono serie temporali di misurazioni della temperatura a partire dal 1752 (Ginevra) e dal 1754 (Basilea); le precipitazioni vengono registrate in modo sistematico dal 1863 (cfr. tavola 2.1<sup>2</sup>). Più si retrocede nel tempo, più la base dei dati disponibile per la presente ricostruzione climatica si riduce, e di conseguenza aumenta l'insicurezza e diminuisce la variabilità. Per questo le ricostruzioni per il periodo antecedente il 1750 dovrebbero essere considerate con precauzione.

I calcoli riguardanti le serie temporali si riferiscono, per la natura a raster dei dati d'entrata, a uno spazio un po' più grande di quello mostrato dalla carta (vedi fig. 3). La suddivisione dello spazio si basa sul progetto HISTALP [4,9]; l'analisi comprende parti delle regioni Nordovest e Sudovest ivi definite. In questo caso sono chiamate per semplicità «Nord delle Alpi», «Sud delle Alpi» e per quanto riguarda l'intera regione «Spazio alpino».

I diagrammi degli eventi storici di piena e di magra (fig. 1) sono stati realizzati grazie a dati scelti e alla letteratura (tra gli altri [1,5,7,10,12,15,17]) come pure all'ausilio della banca dati EuroClimHist [11]. I dati sono stati forniti dall'Ufficio federale dell'ambiente [3]. La serie più lunga di dati consecutivi riguardanti il livello dei fiumi e i deflussi proviene dal Reno, a Basilea (dal 1808). La densità delle stazioni nei bacini imbriferi svizzeri aumenta a partire dall'inizio del XX secolo (cfr. tavola 5.1<sup>2</sup>). Tutte le serie temporali sono state riprese senza alcuna modifica, così che restano i fattori d'incertezza e le inomogeneità delle vecchie serie temporali (ad es. la conversione da livelli in portate, i cambiamenti nel ritmo delle letture, le modifiche degli apparecchi, ecc.).

### **Variazioni della temperatura e delle precipitazioni**

Le carte della fila superiore illustrano le condizioni medie delle precipitazioni e della temperatura nel lasso di tempo dal 1901 al 1950. La scelta di questo periodo di riferimento offre il vantaggio, che si colloca nel periodo delle misurazioni strumentali e che non esiste praticamente alcun trend significativo delle precipitazioni sull'arco dei 50 anni; ci sono tuttavia dei trend nelle temperature. Per la rappresentazione cartografica è stata effettuata un'interpolazione dai raster originali (10' • 10' per le precipitazioni, 0.5° • 0.5° per le temperature) con il metodo Nearest-Neighbour. Le isolinee e le aree sono da interpretare di conseguenza; esse permettono un confronto sovra-regionale, non però delle affermazioni puntuali sulle condizioni locali.

La seconda fila di carte mostra la distribuzione media nello spazio (per l'anno intero, per l'inverno e per l'estate) della temperatura e delle precipitazioni sull'arco di 50 anni (primo periodo 1659–1700) come deviazione rispetto al periodo di riferimento. Ci furono sia periodi piuttosto asciutti (1751–

1800 e 1851–1900), sia due periodi piuttosto umidi (1801–1850 e 1951–2000). Il periodo 1659–1700 mostra un andamento simile al periodo di riferimento.

Come indicano le serie temporali, le estati prima del 1800 furono tendenzialmente più umide e dopo il 1950 più asciutte se confrontate con le quantità di precipitazioni registrate sull'arco di tutto l'anno. Gli inverni più recenti, specialmente a nord delle Alpi, furono nuovamente più ricchi di precipitazioni rispetto al periodo di riferimento. In particolare, per le ricostruzioni delle precipitazioni che vanno dal 1750 a 1659, il margine di fluttuazione diminuisce visibilmente. Periodi con eventi estremi collocati in questo arco di tempo vengono tendenzialmente sottovalutati.

Gli anni, gli inverni e le estati più asciutti o più umidi della regione centro-alpina sono elencati nelle tabelle 1 e 2. Per alcuni di questi anni, le deviazioni delle precipitazioni e della temperatura dal periodo di riferimento sono rappresentati con singole carte nella serie in fondo alla doppia pagina.

Dalle carte e dalle serie temporali si deduce che fino al 1900 le temperature furono più basse di quelle registrate durante il periodo di riferimento. Questo vale specialmente per il nord delle Alpi come pure per i valori medi annui ed estivi, mentre per il sud delle Alpi e i valori medi invernali risultano delle temperature più alte. In generale, gli anni più freddi nella regione alpina furono registrati verso il 1700 e verso il 1880. Dal 1900 circa si riconosce una marcata tendenza all'aumento delle temperature. Fasi estreme di caldo compaiono – al di fuori del periodo invernale – a partire da metà del XX secolo e negli ultimi decenni.

### **Eventi storici di piena e di magra**

Esistono diverse definizioni del termine «piene storiche». Da una parte si possono intendere gli eventi avvenuti prima dell'inizio delle misurazioni sistematiche dei deflussi. Una seconda definizione concepisce le «piene storiche» come eventi straordinari, o con un periodo di ritorno di 100 o più anni [5]. In questa tavola si è utilizzata la prima definizione.

I dati storici e i dati strumentali – alle base della figura 1 – contengono informazioni di tipo diverse: le misurazioni concernono le quantità di deflusso o il livello dell'acqua, mentre le descrizioni degli eventi si riferiscono prevalentemente ai danni. Entrambe le cose non possono essere collegate direttamente [14]. Per questo motivo i due periodi sono stati divisi nettamente nei diagrammi. Possono così essere stimati gli sviluppi temporali riguardanti la frequenza e l'intensità, e il collocamento degli eventi moderni nel contesto storico è dato. La rappresentazione delle piene storiche nella figura 1 è suddivisa in due livelli riguardo all'intensità dei danni: moderati o ingenti. Le magre sono solo elencate, ma non sono suddivise secondo l'ampiezza. Se esistono delle serie temporali, allora una magra vi è indicata solo quando la media minore su 7 giorni, dell'anno corrispondente, risulta al di sotto del quantile del 5 % della serie temporale.

Nel caso di tali valutazioni bisogna tener conto anche dei crescenti interventi antropici sulla rete dei corsi d'acqua, come pure del cambiamento della percezione sociale. L'esempio del Lago di Zurigo mostra chiaramente come correzioni, regolazioni e la costruzione di centrali elettriche abbiano appianato il livello del lago dall'inizio delle misurazioni e come questo sia stato mantenuto stabile a partire da 1950 circa. Un livello di piena come quello raggiunto dal Lago di Zurigo nel 1999 era ancora nella norma 150 anni prima. Bisogna inoltre interpretare con cautela i mutamenti nella stagionalità degli eventi. Il numero di piene nei corsi d'acqua rappresentati, pare essere diminuito in autunno e aumentato in estate.

Le informazioni utilizzate per i diagrammi si basano su misurazioni strumentali o fonti storiche di tipo molto diverso. I dettagli nella figura 2 mostrano possibili fonti d'informazione: i primi rilevamenti furono effettuati dalla Sezione idrometrica dell'Ispettorato federale delle pubbliche costruzioni. Sono elencati i livelli minimi del Lago Maggiore dal 1867 al 1896. Prima delle registrazioni ufficiali, i singoli eventi venivano spesso rilevati con marcature che segnavano piene e magre. Una marcatura famosa si trova sul Oberer Rheinweg a Basilea. Il teologo zurighese Wolfgang Haller redasse negli anni 1545–1576 un diario meteorologico. Sovente i diari forniscono dati storici qualitativi e contengono dati climatici continui e spesso quantificabili [10]. L'ultimo esempio mostra il Metzgerstein di Zurigo. Prima del suo brillamento nel 1823 affiorava durante gli eventi di magra. Nel mese di febbraio del 1585 pare vi sia tenuta una gran bisboccia.

I dati possono essere suddivisi in diversi tipi corrispondenti alle basi di dati, al metodo di elaborazione e alla qualità dei risultati (tab. 3). La presente caratterizzazione è stata applicata secondo i modelli di autori come [2,5,6,10,12,16].

### **Circolazione atmosferica, precipitazioni, piene e magre**

Per i diversi motivi indicati è difficile stabilire dei collegamenti diretti tra la frequenza degli eventi e le condizioni climatiche, tanto più che l'area alpina presenta una grande variabilità climatica. A livello pluridecennale (ad es. periodi di 50 anni) si è operato con un approccio di modelli di circolazione variabile ([8,13,14,16]).

Condizioni climatiche estreme occorse durante singoli anni, possono dare delle indicazioni sugli antefatti di un evento, ad es. riguardo all'accumulo di neve, la saturazione del terreno, i livelli dell'acqua di falda e dei laghi. Anni umidi non sono però sempre ricchi di esondazioni, ciò significa che non si possono dedurre direttamente le punte di piena a partire da alti livelli medi di precipitazione. L'anno probabilmente più umido di tutto il periodo di studio è stato il 1977. È stato l'anno più ricco di danni, ma non un anno estremamente catastrofico. Per il 1720, l'anno più umido nella regione a nord delle Alpi, sono state confermate delle piene per Reuss e Aar, mentre l'anno più ricco di precipitazioni a sud delle Alpi, il 1960, non risulta essere stato un anno di piene [12].

Sono piuttosto le condizioni eccezionali delle medie stagionali che determinano la disposizione a eventi estremi: ad esempio dopo estati estremamente bagnate, nell'autunno 1852 si rilevarono grandi piene del Reno, del Reno alpino, dell'Aar e della Reuss e nell'autunno del 1890 del Reno alpino e in Ticino in generale.

I nessi tra periodi poveri di precipitazione e magre sono più ovvi. Per tutti gli anni e le stagioni asciutte riportate dalla carta, ci sono notizie di magre. Così ad esempio esistono rilevamenti di magra per i seguenti corsi d'acqua: nel 1949 per il Reno a Basilea, nell'agosto 1706 per il Lago di Zurigo, nell'inverno 1779 per il Reno e a gennaio 1858 di nuovo per il Reno e il Lago di Zurigo.

## Bibliografia

- [1] **Ambrosetti, W. et al. (1994):** La piena del Lago Maggiore nell'autunno 1993: un evento di portata secolare. Istituto italiano di idrobiologia, Verbania Pallanza.
- [2] **Brazdil, R. et al. (2005):** Historical climatology in Europe – The state of the art. In: Climatic Change 70(3):363–430, Dordrecht.
- [3] **Bundesamt für Umwelt BAFU (2009):** Hydrologische Daten: [www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch)
- [4] **Efthymiadis, D. et al. (2006):** Construction of a 10-min-gridded precipitation data set for the Greater Alpine Region for 1800–2003. In: J. Geophys. Res. Vol. 111(D1), Washington.
- [5] **Gees, A. (1997):** Analyse historischer und seltener Hochwasser in der Schweiz: Bedeutung für das Bemessungshochwasser. Diss. Geographisches Institut der Universität Bern.
- [6] **Glaser, R. (2008):** Klimageschichte Mitteleuropas: 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt.
- [7] **Hügli, A. (2007):** Aarewasser: 500 Jahre Hochwasserschutz zwischen Thun und Bern. Bern.
- [8] **Luterbacher, J. et al. (2004):** European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. In: Science 303(5663):1499–1503, Washington.
- [9] **Mitchell, T.D., Jones, P.D. (2005):** An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. In: Int. J. Climatol. 25(6):693–712, Chichester.
- [10] **Pfister, C. (1999):** Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995). Bern.
- [11] **Pfister, C. et al. (2008):** Euro-Climhist. A Data-Base on past Weather and Climate in Europe and its Human Dimension. Historisches Institut der Universität Bern.
- [12] **Röthlisberger, G. (1991):** Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Birmensdorf.
- [13] **Schmocker-Fackel, P., Naef, F. (2010):** More frequent flooding? Changes in flood frequency in Switzerland since 1850. In: Journal of Hydrology, 3, Amsterdam.
- [14] **Sturm, K. et al. (2001):** Floods in Central Europe since AD 1500 and their Relation to the Atmospheric Circulation. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 148 (6):18–27, Gotha.
- [15] **Vischer, D. (2003):** Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz: von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Bern.
- [16] **Wanner, H. (2004):** Dynamic and socioeconomic aspects of historical floods in Central Europe. In: Erdkunde 58, no. 1:1–16, Bonn.
- [17] **Weingartner, R., Pfister, C. (2007):** Wie ausserordentlich war das Niederwasser im Winter 2005/06? Eine hydrologisch-historische Betrachtung des Rheinabflusses in Basel. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 51, Heft 1:22–26, Koblenz.
- [18] **Wetter, O., Pfister, C., Weingartner, R. (in Vorbereitung):** Hydrological floods over the last 740 years in the Upper Rhine basin.