

# Alcune elaborazioni delle serie climatologiche secolari di due stazioni sudalpine svizzere

Autor(en): **Ambrosetti, Paolo / Spinedi, Fosco / Roesli, Hans-Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **78 (1990)**

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003384>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## **ALCUNE ELABORAZIONI DELLE SERIE CLIMATOLOGICHE SECOLARI DI DUE STAZIONI SUDALPINE SVIZZERE**

PAOLO AMBROSETTI, FOSCO SPINEDI, HANS-PETER ROESLI

OSSERVATORIO TICINESE DELL'ISTITUTO SVIZZERO DI METEOROLOGIA  
CH — 6605 LOCARNO-MONTI

---

### **ABSTRACT**

Worldwide temperature rise and changes in the precipitation distribution are forecasted for the coming decades. This paper wants to illustrate the thermal and udometric variation on the southern slope of the Swiss Alps with the help of the long climatological series of a mountain station (Gran San Bernardo, at 2479 m amsl) and a lowland station (Lugano, at 273 m amsl). Some of the analysis show a warming trend both at low and high altitude, as well as an increased frequency of heavy rain, particularly in the past years. A possible explanation is a more frequent occurrence of anticyclonic blocking. However, local climatic changes may differ considerably from the general trend and may not be a significant indicator for the broadscale variations.

### **INTRODUZIONE**

La prima rete svizzera di misure meteorologiche eseguite in maniera standard fu installata nel 1863 dall'allora Società Elvetica di Scienze Naturali. Nel 1881 la rete fu rilevata dalla Centrale Meteorologica appena istituita (ora Istituto svizzero di meteorologia) e in seguito ampliata e ristrutturata. Una ristrutturazione significativa è stata l'introduzione, alla fine degli anni '70 e all'inizio degli '80, della misura automatica di gran parte degli elementi meteorologici.

Rilevamenti strumentali furono eseguiti già in periodi antecedenti il 1863, ma in maniera inhomogenea sia nello spazio sia nel tempo. Le serie di misura ininterrotte più antiche sono detenute da Ginevra (dal 1768), per le stazioni di pianura, e dall'Ospizio del Gran San Bernardo (dal 1817) per le stazioni in quota.

Nel presente lavoro, con l'ausilio soprattutto di grafici, vengono analizzate la temperatura e le precipitazioni delle stazioni di Lugano e del Gran San Bernardo. Lugano, a 273 m s.l.m., è la più antica stazione ticinese con una serie di dati completa a partire dal 1864: a grandi linee essa può essere considerata come rappresentativa delle zone a basse quote del Ticino centrale e meridionale. Questo punto di misura, ubicato in un agglomerato in forte espansione nel corso degli anni, ha risentito dell'effetto dell'urbanizzazione, difficilmente quantificabile, che maschera le variazioni naturali del clima. La stazione del Passo del Gran San Bernardo, a 2469 m di quota, è invece un esempio per la fascia alpina rivolta a sud e aperta agli influssi delle correnti meridionali e sudoccidentali. Trovandosi ben oltre il limite della vegetazione e lontana dai centri abitati, contrariamente a Lugano, i rilevamenti non dovrebbero aver subito influssi antropici.

Con l'aiuto di altre stazioni della Svizzera italiana, con serie di misura più brevi, vengono infine fatte alcune considerazioni sulla frequenza e sul carattere delle precipitazioni.

## QUALITA' DEI DATI

Una parte fondamentale e indispensabile del processo di elaborazione di una serie di dati consiste nell'omogeneizzazione degli stessi. Le principali fonti di inomogeneità sono dovute a fattori strumentali (variazioni dello strumento di misura, sostituzione dello stesso), metodologici (cambiamenti dell'orario o dei metodi di lettura degli strumenti), microclimatici (variazione dell'ambiente circostante al punto di misura, urbanizzazione, inquinamento atmosferico) e a variazioni del clima a grande scala.

Una manutenzione accurata della stazione e degli strumenti permette di ridurre notevolmente certi errori, mentre altri possono essere riconosciuti o quantificati con l'aiuto di misure parallele.

Le elaborazioni presentate non possono essere considerate del tutto definitive. Importanti lavori di omogeneizzazione sono ancora in corso presso l'Istituto svizzero di meteorologia e nell'ambito di ricerche universitarie. I dati più vecchi, come quelli degli anni più recenti, sono infatti stati finora solo parzialmente rivisti per cui potranno risultare ulteriori correzioni, anche se queste avranno probabilmente un influsso trascurabile sui valori medi.

Lo scopo della presentazione degli stessi è infatti di mettere in luce alcune variazioni che, con buona sicurezza, trascendono da eventuali imprecisioni dei dati considerati.

Sulla maggior parte dei grafici che seguono sono riportati anno per anno i valori del parametro considerato e il trend dello stesso, determinato con l'aiuto della media mobile («moving average») su 11 anni. Il periodo analizzato va dal 1864 al 1989 (1990), per mancanza di dati certe raffigurazioni comprendono solo periodi più corti. Per un confronto diretto dei grafici bisogna tener conto della diversa ampiezza delle scale delle unità utilizzate.

## ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA

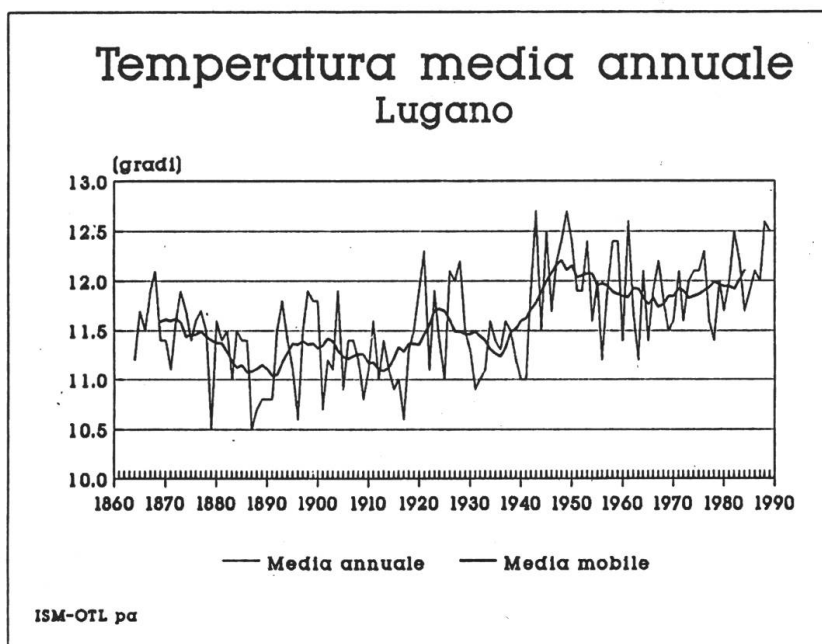


Fig. 1: Temperatura media annuale a Lugano.

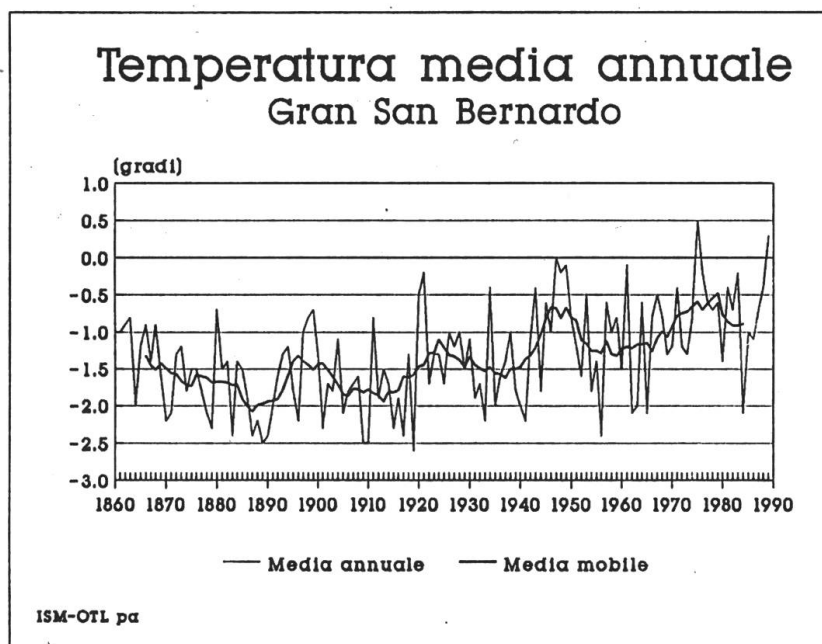
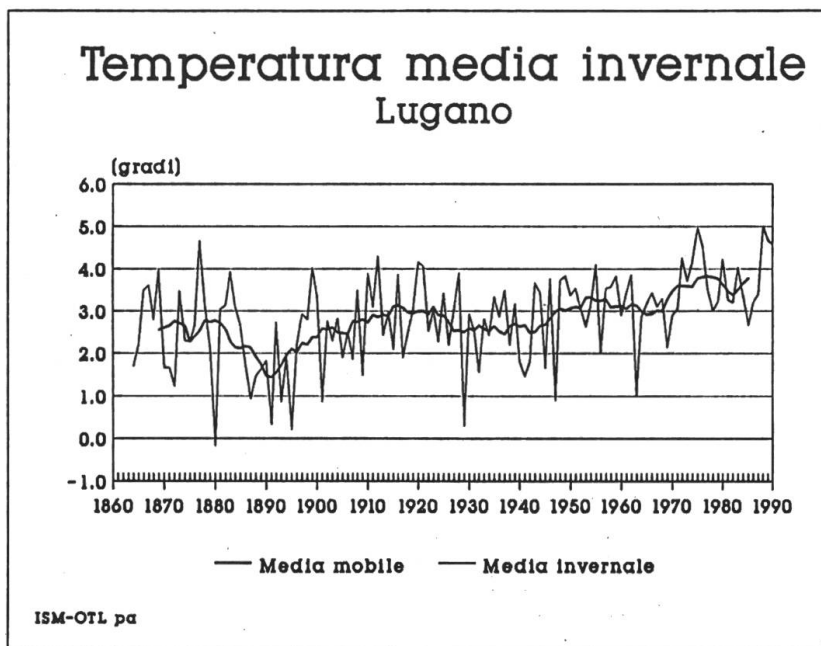
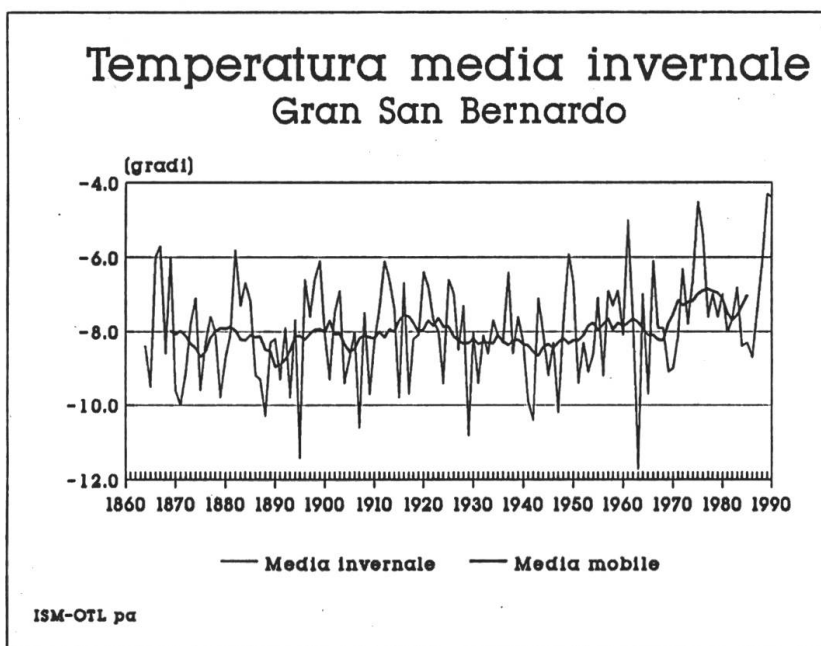


Fig. 2: Temperatura media annuale al Gran San Bernardo.

Dopo una serie di anni ancora relativamente freddi, seguenti la «piccola era glaciale», si assiste a un rialzo quasi continuo della temperatura. Spiccano i periodi caldi degli anni '20 e '40-'50 e la tendenza al riscaldamento degli anni '70-'80 (più irregolare al Gran San Bernardo). Il decennio caldo di metà secolo è peraltro riscontrabile in tutta l'Europa. Parte del rialzo di temperatura verificatosi a Lugano, particolarmente dopo la seconda guerra mondiale, è imputabile a emissioni di calore di origine antropica dovuti alla forte urbanizzazione che ha avuto luogo nella regione.

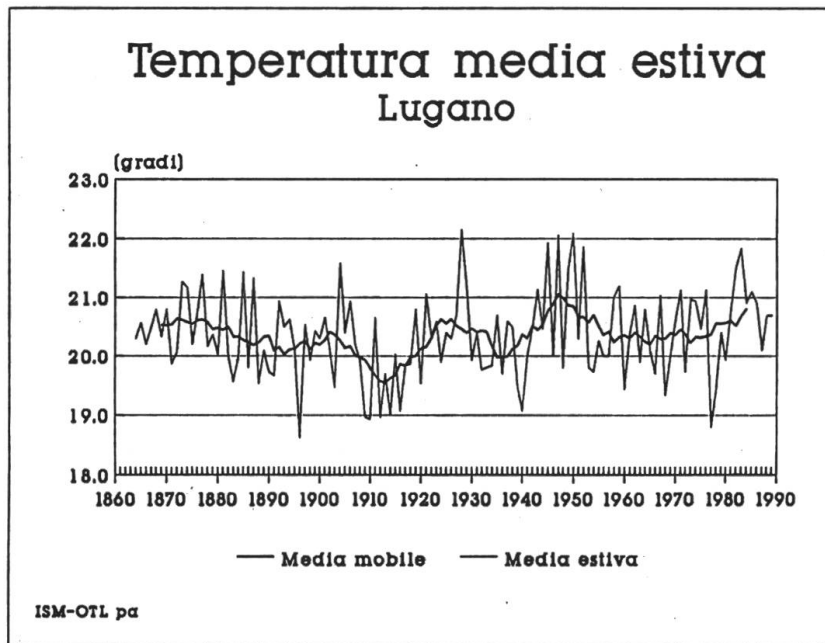


**Fig. 3: Temperatura media invernale (dicembre-febbraio) a Lugano.**

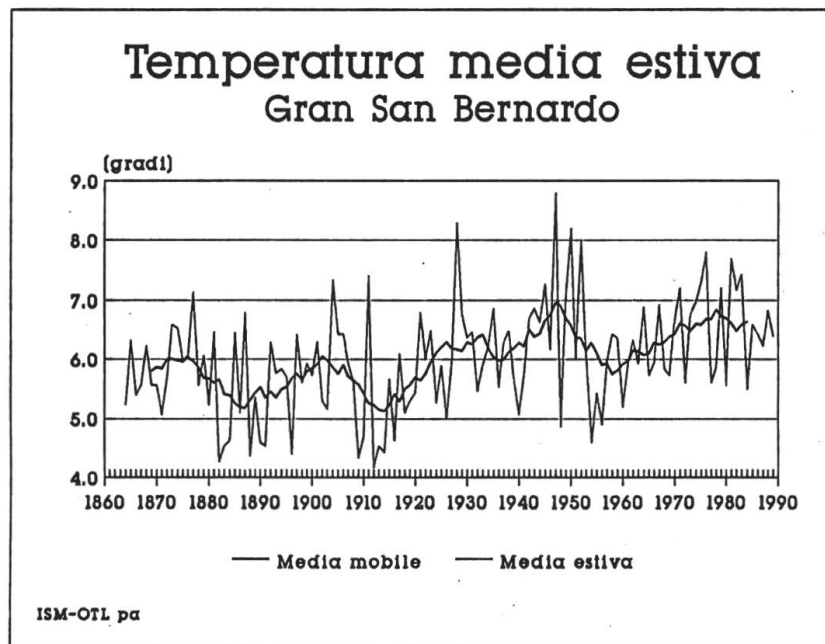


**Fig. 4: Temperatura media invernale (dicembre-febbraio) al Gran San Bernardo.**

La generale tendenza al rialzo della temperatura è riscontrabile anche d'inverno, anche se in maniera meno marcata che nell'andamento annuale. Nelle Alpi, gli inverni degli anni '40-'50 non sono stati particolarmente miti, mentre è massiccio il riscaldamento degli anni '70-'80, con dei valori assoluti (1975, 1989 e 1990) mai registrati prima. Se a Lugano il riscaldamento degli edifici può aver contribuito al rialzo della temperatura, ciò non è sicuramente stato il caso al Gran San Bernardo.



**Fig. 5: Temperatura media estiva (giugno-agosto) a Lugano.**



**Fig. 6: Temperatura media estiva (giugno-agosto) al Gran San Bernardo.**

L'andamento della temperatura estiva ricalca quella annuale più fedelmente che non la temperatura invernale. Spicca il periodo a cavallo degli anni '50 con una serie di temperature estive, sia per Lugano sia per il Gran San Bernardo, unica in tutto l'intervallo considerato.

## ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI

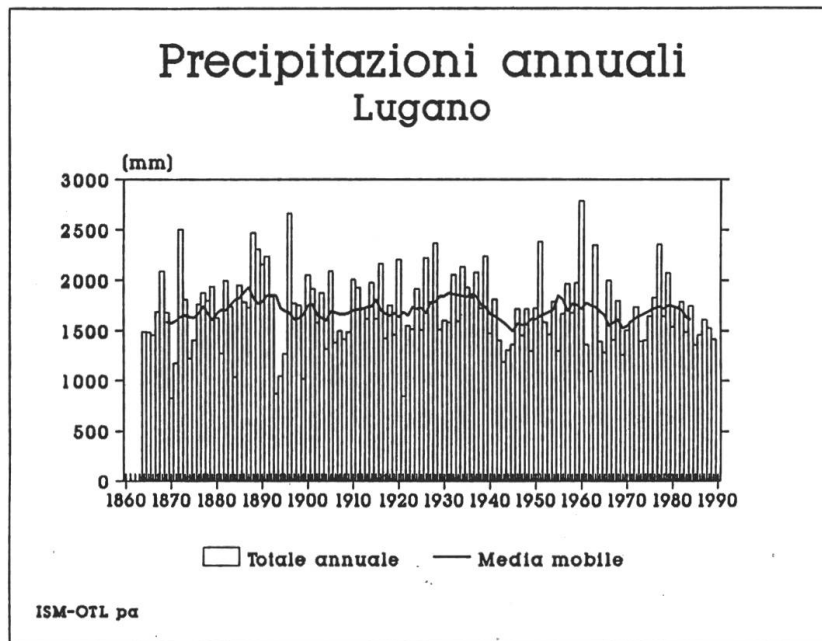


Fig. 7: Precipitazioni annuali a Lugano.

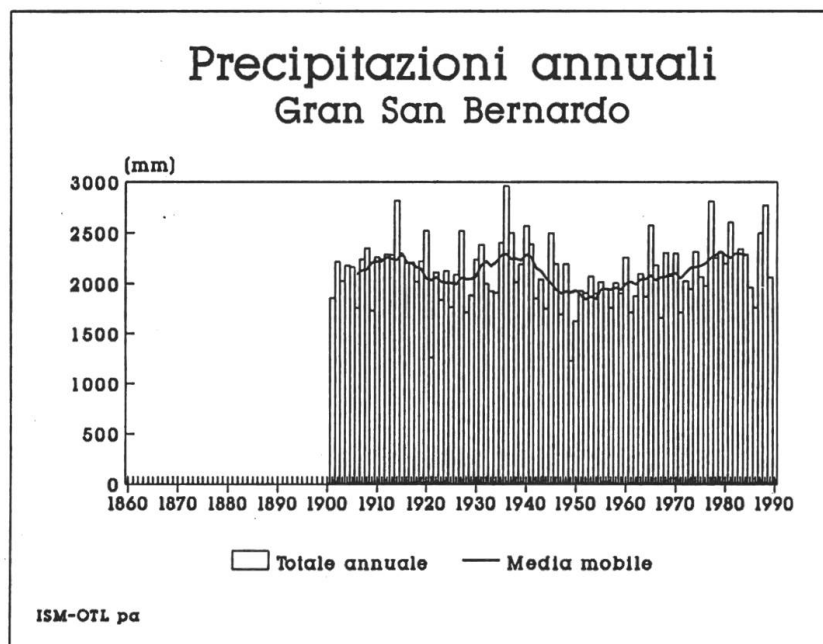
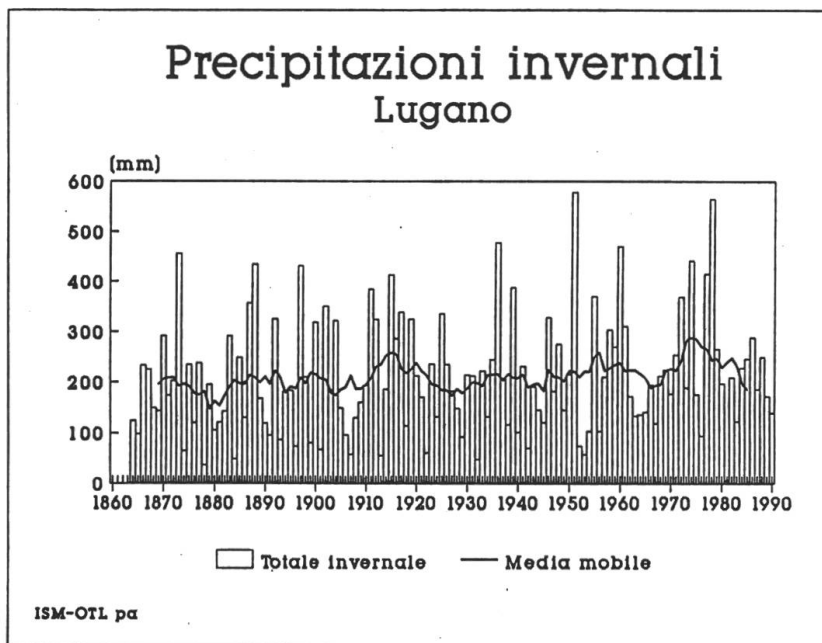
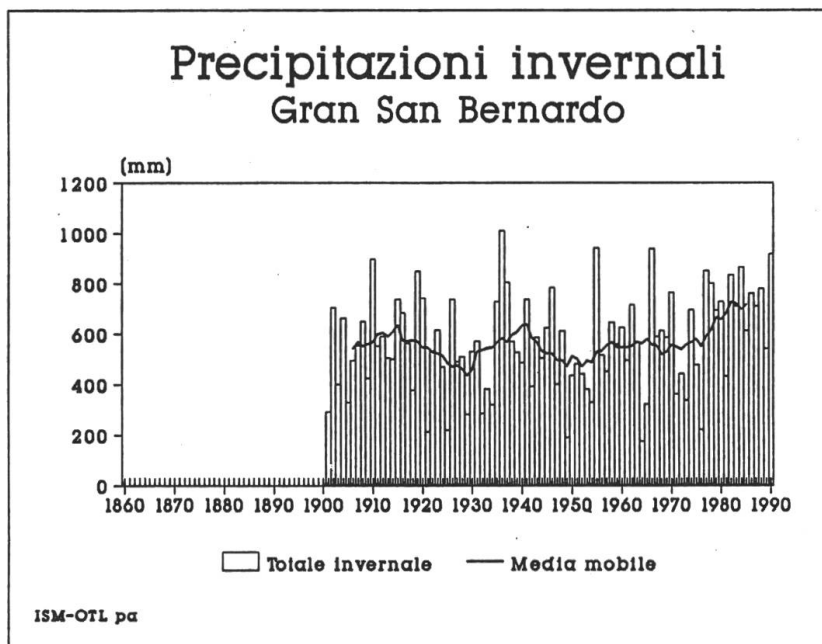


Fig. 8: Precipitazioni annuali al Gran San Bernardo.

Tutto l'intervallo è segnato da valori singoli particolarmente elevati o ridotti, ma il trend non indica una direzione preponderante. La somma annuale nasconde però le variazioni stagionali delle precipitazioni e gli estremi. Inoltre, in quota sulla cresta alpina, il regime delle precipitazioni dipende sostanzialmente dalla circolazione atmosferica generale, mentre a basse quote, all'interno dei rilievi, vi sono effetti locali che possono causare sensibili variazioni anche in un'area ristretta.



**Fig. 9: Precipitazioni invernali (dicembre-febbraio) a Lugano.**



**Fig. 10: Precipitazioni invernali (dicembre-febbraio) al Gran San Bernardo.**

Mentre in pianura, dopo una serie di inverni bagnati negli anni '70, vi è piuttosto una tendenza a una diminuzione delle precipitazioni, nelle Alpi una tendenza all'aumento, iniziata negli anni '50, non accenna a interrompersi. L'abbondanza di precipitazioni invernali nelle Alpi può comunque essere messo in relazione con il rialzo della temperatura (aria più calda può contenere più umidità).



## Innevamento e precipitazioni San Bernardino (dicembre)

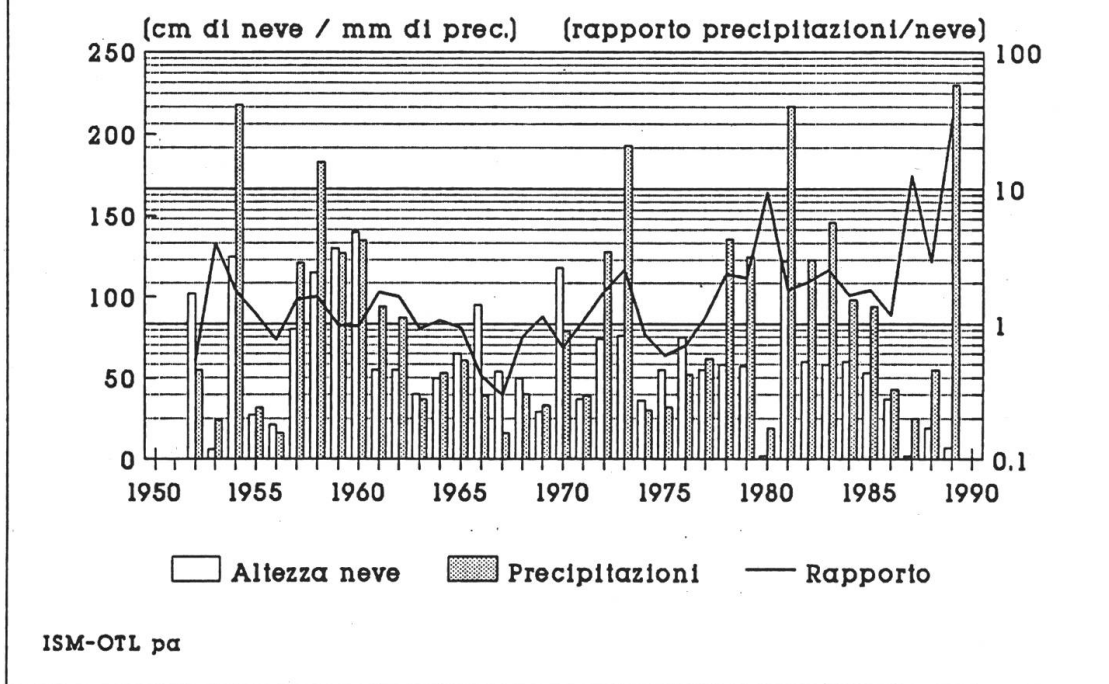
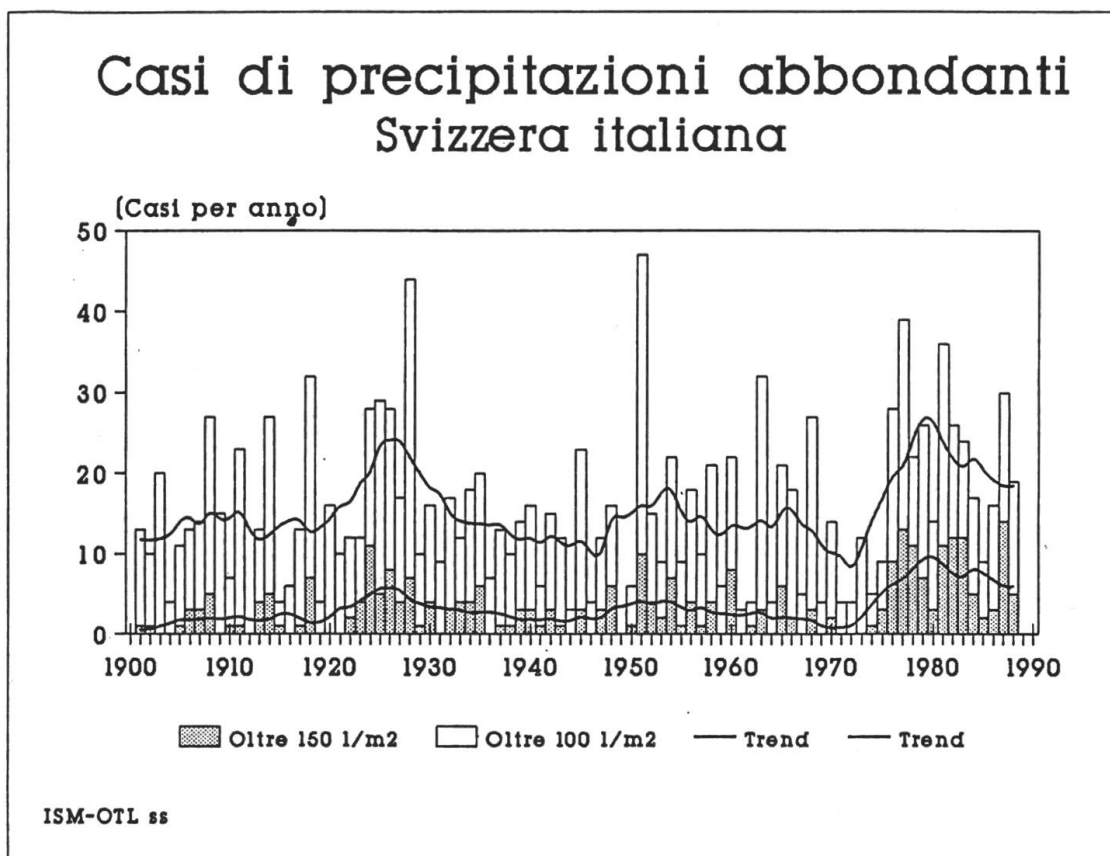


Fig. 11: Altezza della neve e quantità di precipitazioni nel mese di dicembre a San Bernardino.

A prescindere dalla quantità totale delle precipitazioni invernali, da diversi anni ormai si assiste a un scarso innevamento dell'arco alpino all'inizio dell'inverno. A questo fatto hanno molto contribuito periodi con precipitazioni ridotte, in particolar modo nel 1980, '86 e '87, ma il rialzo della temperatura, oltre a provocare un maggior assestamento della neve, sembra aver mutato anche il rapporto tra precipitazioni solide e liquide cadute nell'ultimo mese dell'anno. A illustrazione di questo fatto è stato preso come esempio la località di San Bernardino, nelle Alpi a 1639 m di quota. Di questa stazione è stata paragonata la quantità totale delle precipitazioni di dicembre (precipitazioni liquide e equivalente d'acqua delle precipitazioni nevose) alla somma delle altezze di neve misurate alla fine dello stesso mese. A un centimetro di neve di normale densità con temperatura inferiore a zero gradi, equivale circa un millimetro (o 1 l/m<sup>2</sup>) di acqua. Il rapporto tra la quantità di precipitazioni (in mm) e l'altezza delle neve (in cm), fino nella seconda metà degli anni '70, oscilla attorno a 1 (attenzione scala logaritmica), mentre da allora in poi il rapporto sale fino a 10 con una punta di 30 nel dicembre del 1989, ciò che non era mai successo nei 40 anni precedenti.



**Fig. 12: Casi di precipitazioni abbondanti.**

Le precipitazioni sono un parametro estremamente variabile, soprattutto nella regione alpina dove in 24 ore si possono superare i 400 mm. Per determinare un eventuale cambiamento del regime delle precipitazioni, piuttosto che la somma, è più significativo fare un'analisi della frequenza dei massimi. Sono così stati elaborati i casi di precipitazioni abbondanti, sommando per ogni anno il numero di eventi con precipitazioni di oltre 100, rispettivamente 150 mm in 24 ore di 15 stazioni scelte della Svizzera italiana, a partire dal 1901. La media mobile (trend) evidenzia un netto aumento della frequenza di precipitazioni abbondanti, soprattutto di 150 e più mm in 24 ore, a partire dalla metà degli anni '70. Anche negli anni '20 è presente un picco di precipitazioni abbondanti, ma non così massiccio come quello recente.

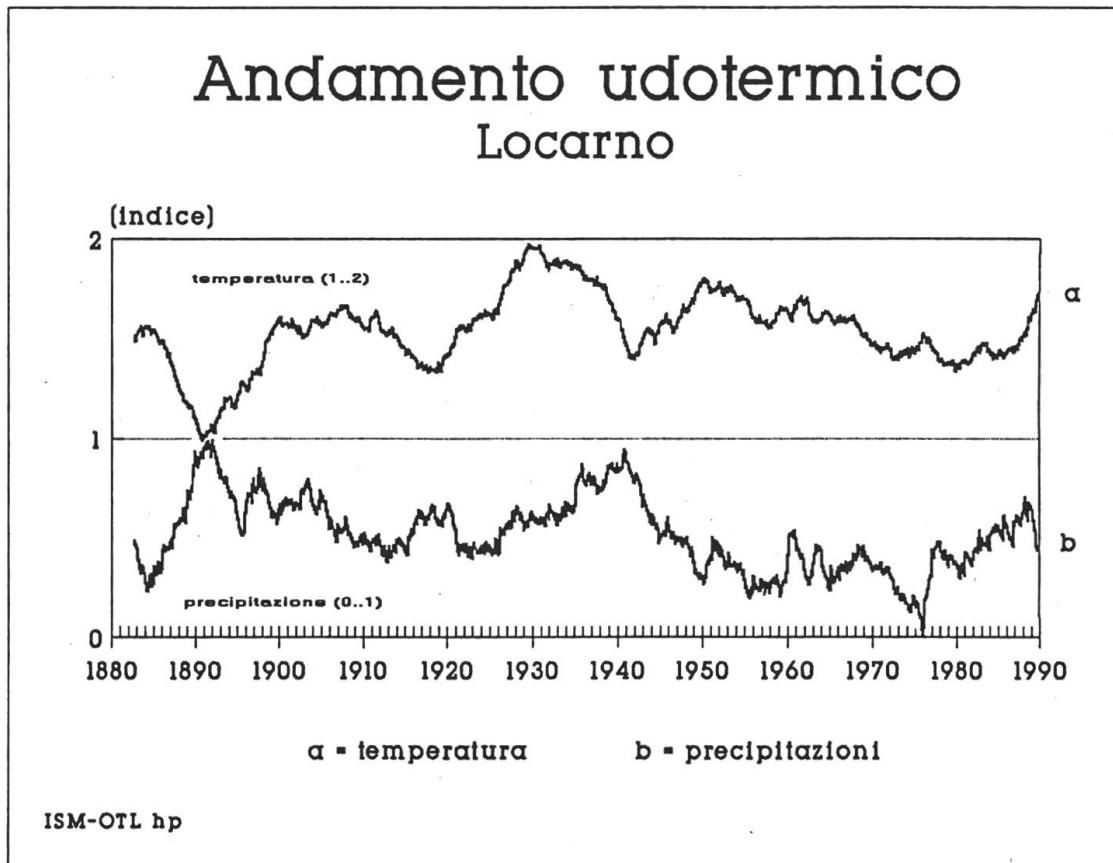


Fig. 13: Andamento udotermico a Locarno.

Per cercare di trovare una raffigurazione della temperatura e delle precipitazioni che escludesse le oscillazioni annuali dei parametri e permettesse di avere delle grandezze paragonabili, è stata eseguita la somma degli scarti mensili rispetto alla media della serie dei dati delle precipitazioni e della temperatura di Locarno, a partire dal 1883. Normalizzando i dati e usando un filtro ricorsivo sono stati ottenuti dei valori relativi, ciò che permette appunto di contrapporre l'andamento di due elementi così differenti come la temperatura e le precipitazioni. La pendenza del grafico visualizza la velocità dell'aumento, risp. della diminuzione del parametro, mentre l'entità totale dello spostamento verso l'alto o verso il basso rappresenta l'importanza del cambiamento avvenuto.

Negli ultimi 100 anni si sono verificati tre massicci rialzi di temperatura e, contrariamente a quanto si potrebbe dedurre da altre raffigurazioni (v. per es. fig. 1), il riscaldamento degli anni '40 non è stato il più importante, mentre negli ultimi 9 anni si assiste alla variazione positiva più rapida e continua di tutto il periodo.

Salvo per gli ultimi anni del secolo scorso, dove la temperatura e le precipitazioni mostrano un andamento estremamente regolare e della stessa ampiezza anche se contrario, l'evoluzione dei due parametri non mostra una particolare sintonia, a dimostrazione che non necessariamente a livello locale esiste una relazione tra temperatura e precipitazioni. Per le precipitazioni, negli ultimi decenni spiccano la veloce diminuzione e l'altrettanto rapido aumento negli anni '70 e e di nuovo il massiccio calo degli anni più recenti.

## Situazioni anticicloniche Lugano 1901-1990

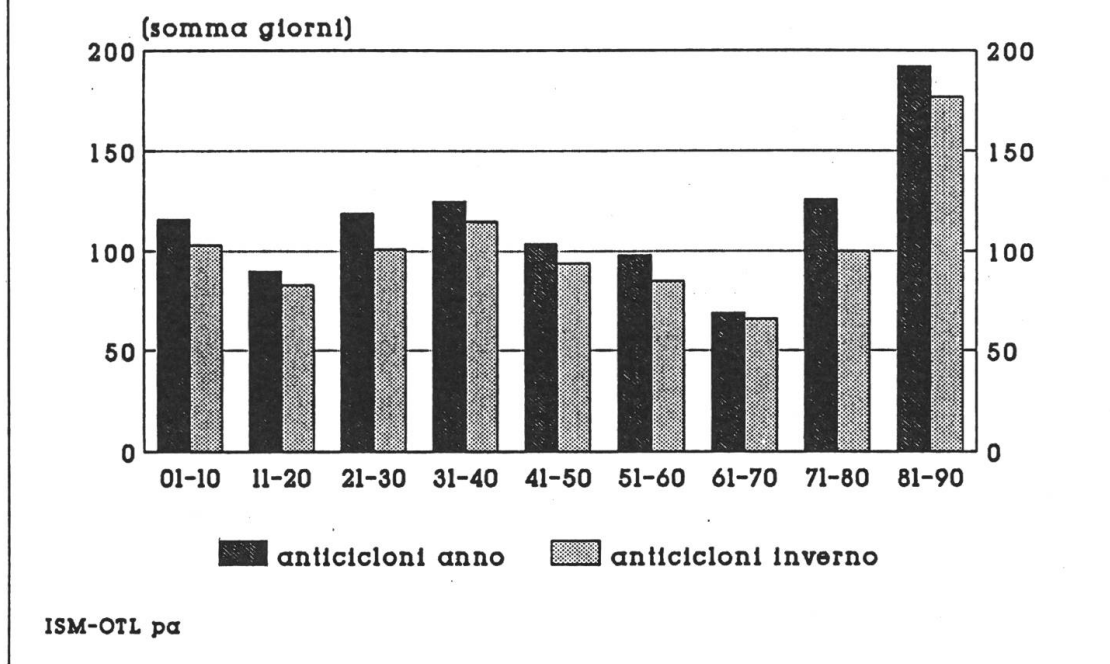


Fig. 14: Somma delle situazioni anticicloniche a Lugano, a partire dal 1900 e per decenni.

Oltre alle serie di misura dei singoli parametri meteorologici, vengono pure classificate le situazioni meteorologiche tipiche, basate sulla distribuzione della pressione e delle correnti generali e rappresentative per una data regione. Per cercare di trovare una causa a livello di circolazione atmosferica globale delle variazioni del clima degli ultimi anni, è stata analizzata la frequenza dei blocchi anticiclonici (cioè la presenza di anticicloni persistenti al sud delle Alpi), ponendo come valore limite almeno 3 giorni consecutivi con pressione mattutina a Lugano superiore a 1028 hPa e sommando i giorni. La frequenza delle situazioni di blocco anticiclonico può infatti determinare le situazioni estreme sia di temperatura sia di siccità (rispettivamente di precipitazioni quando finalmente il blocco si sposta verso est). La decade 81-90 presenta effettivamente una frequenza nettamente superiore a quella di tutte le decadi precedenti durante questo secolo, sia per il numero totale di giorni anticiclonici sia per gli anticicloni invernali. Nei mesi di gennaio-febbraio 1989, con 28 giorni consecutivi, si è inoltre verificato il più lungo periodo che soddisfaceva le condizioni poste sopra.

## CONCLUSIONI

L'analisi di lunghe serie di dati climatologici richiede un importante lavoro preliminare per eliminare i possibili errori sistematici, bastano infatti poche variazioni nei sistemi di rilevamento per indurre dei cambiamenti non naturali della serie di dati. Nonostante una certa carenza nell'omogeneizzazione dei dati utilizzati, si ritiene che le analisi riportate nel presente lavoro siano rappresentative.

Si può così concludere che sul versante sudalpino in questo secolo vi è stata una generale tendenza al rialzo della temperatura, con un riscaldamento estivo particolarmente marcato negli anni '50 e un riscaldamento invernale più sensibile negli anni '80, mentre le precipitazioni, sul totale annuale, non mostrano un trend decisivo. Negli ultimi 15 anni circa, le precipitazioni mostrano però una forte variabilità e nei mesi invernali una tendenza al rialzo della quantità delle stesse nelle Alpi e una diminuzione nelle zone pianeggianti. Una delle principali cause di questo andamento è attribuibile a un cambiamento della circolazione atmosferica generale con una meridianizzazione delle correnti e una maggior polarizzazione (estremizzazione) degli elementi (estremi di temperatura, siccità, piovosità). Nella regione alpina questa tendenza può essere evidenziata da una maggior frequenza di situazioni anticicloniche. Nonostante un'evoluzione della temperatura simile a quella globale, i cambiamenti climatici locali possono differire notevolmente dal trend generale e non necessariamente rappresentano un'indicazione significativa per le variazioni a grande scala.

## BIBLIOGRAFIA

- AMBUEHL E., 1971 — Temperaturbeobachtungen vom Grossen St. Bernhard, vorwiegend der Sommermonaten 1816-1965. Die Alpen, fascicolo 2.
- DE MONTMOLLIN A., — Entwicklung von Homogenisierungsmethoden für die Beobachtungsreihen 1951-1985. Dissertazione in preparazione, Università di Zurigo.
- GRAF A., — Aufarbeitung der frühen Messreihen auf dem Grossen St. Bernhard ab 1817. Dissertazione in preparazione, Università di Zurigo.
- JANIN B., 1968 — Le col du Grand-Saint-Bernhard; Climat et variations climatiques. Dissertazione, Università di Grenoble.
- PFISTER Ch., 1985 — Klimageschichte der Schweiz 1525-1860, volume I e II, edizioni Paul Haupt, Berna.
- SCHUEPP M., 1977 — Der Temperaturverlauf in der Schweiz sei dem Beginn der meteorologischen Beobachtungen. Annali dell'Istituto svizzero di meteorologia, Zurigo.
- SCHUEPP M., GENSLER G., 1986 — Witterungsänderung in der Schweiz im 19. und 20. Jahrhundert; Ursachen und Folgen. Geographica Helvetica, 41, fascicolo 1.