



**I cambiamenti bruschi del clima in Veneto:
focus su inverno e autunno**

Alessandro Chiaudani

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



Gli studi effettuati sull'andamento delle temperature del Veneto nel periodo 1955-2008 e riportati sull'Atlante Agroclimatico del Veneto-Temperature, scaricabile all'indirizzo www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti/atlante-idroclimatico-veneto, hanno evidenziato la presenza di una brusca variazione termometrica chiaramente collocabile alla fine degli anni '80. Nelle serie termometriche è stato individuato, quindi, un punto di discontinuità (break point) dove il valore medio del dato passa in modo significativo da un valore ad un altro.

Tali valutazioni sono in sintonia con i risultati di altri ricercatori, quali Cosimo Todaro (Todaro e Migliardi: 2000, 2003 e 2004), Sabino Palmieri e Raymond Sneyers (Sneyers et al., 1993, Sneyers, 1998; Sneyers et al., 1998) che ritengono che il clima delle medie latitudini (e dunque dell'area euro-mediterranea) evolva raramente in modo graduale e che, al contrario, sia frequente il manifestarsi di variazioni brusche (discontinuità) che sono determinate da variazioni di frequenza e persistenza dei tipi di circolazione (Mariani, 2006; Mariani et al., 2012).

La natura turbolenta ed intrinsecamente caotica del sistema climatico fa sì che esso sia esposto a transizioni improvvise, anche non forzate da variazioni nei fattori generatori del clima, da uno stato relativamente stabile ad un altro (Lorenz 1963; Peixoto e Oort 1992; Sneyers, 1998). A tale riguardo, in particolare Werner et al. (2000) hanno descritto il cambiamento climatico che ha interessato l'area europea nella seconda metà degli anni '80 come l'effetto del brusco cambiamento di regime nelle grandi correnti occidentali (Westerlies).

Al suolo, queste transizioni si traducono in immediati e diversi impatti monitorabili nelle variabili meteorologiche; in proposito vari autori hanno a più riprese evidenziato che tale cambiamento di regime si è tradotto, a livello euro-mediterraneo, in un brusco aumento delle temperature dell'aria in superficie mentre le precipitazioni paiono averne risentito in misura minore (Mariani et al., 2008).

Volendo estendere tale analisi al territorio veneto è importante, quindi, anzitutto individuare metodi di analisi statistica atti a descrivere i cambiamenti di fase sulla base di grandezze e di indici fisici quali la temperatura e le variabili biologiche.

Per l'analisi delle temperature i gruppi di ricerca delle Università degli Studi di Padova e di Milano avevano individuato, quale metodo maggiormente idoneo ad indagare i 50 anni di dati di temperatura disponibili, la cosiddetta tecnica flat step (Seidel e Lanzante 2003) eseguita con il test statistico di Bai e Perron (2003) della libreria Strucchange in ambiente R. Tale tecnica suddivide le serie storiche in periodi stazionari separati da gradini; in sostanza un clima fatto a scale con fasi stazionarie raccordate da brusche discontinuità (alzate o shift).

Lavorare sulle "alzate" consente dunque di individuare "quando" ha avuto luogo il cambiamento, mentre confrontando il prima e il dopo è possibile dire di "quanto" è cambiato il clima; per ognuna delle fasi omogenee individuate è possibile delineare, in particolare, una "normale climatica" con valori medi ed estremi caratteristici (Bryson 1974; Lockwood 2001). Tale "normale" si potrà utilizzare per valutare il livello di anomalia di tutte le osservazioni eseguite nelle fase stessa oppure per pianificare attività operative che necessitano di dati climatici (sistemazioni idraulico-agrarie, interventi di regimazione dei corsi d'acqua, ecc.) . Tutto ciò risponde all'idea enunciata da Lamb (1966) il quale suggeriva di sostituire il concetto di "normale climatica" con quello di "valore medio per un periodo dato".

Questo metodo è stato applicato anche alle serie pluviometriche del periodo 1950-2010.

Discontinuità pluviometriche invernali

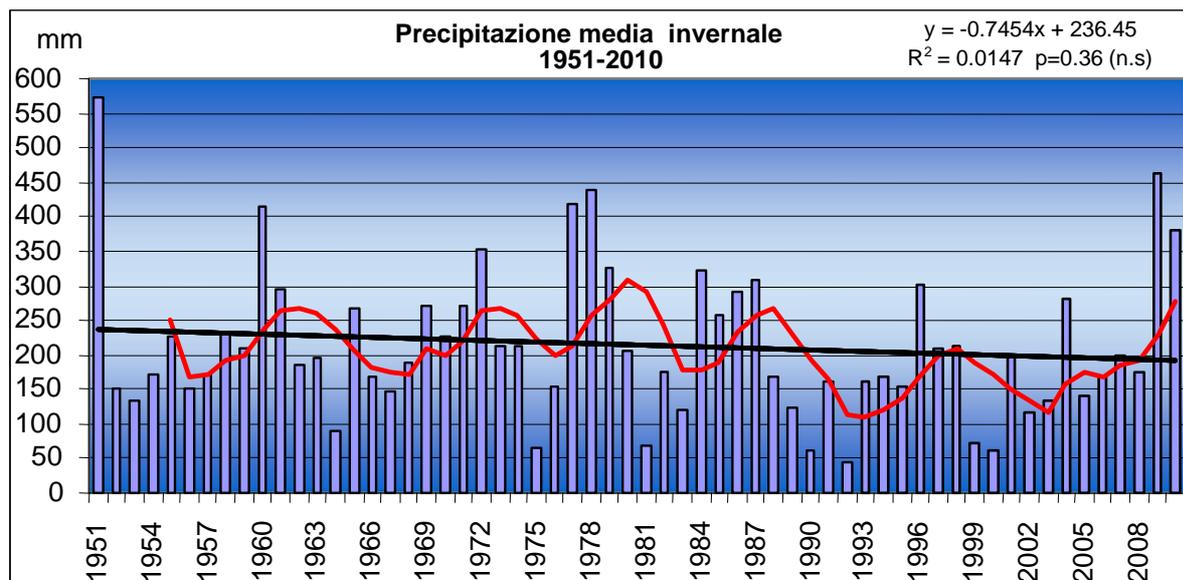


Fig. 79 - Precipitazione invernale media (istogrammi) e media mobile quinquennale (linea rossa)

Nella **figura 79** gli istogrammi indicano le medie delle precipitazioni invernali calcolate come valore medio annuale di tutte le stazioni a disposizione (100); in rosso è indicata la curva della media mobile quinquennale, ovvero la media dei cinque anni precedenti a partire dall'inverno 1951 (costituito da dicembre 1950 e da gennaio e febbraio 1951)). Tale media mobile descrive una situazione di relativa stabilità con oscillazioni tra i 150 e 300 mm fino alla fine degli anni '80. Dopo questo periodo, sia gli istogrammi che la media mobile evidenziano una iniziale diminuzione seguita da un nuovo e repentino aumento delle precipitazioni verificatosi soprattutto negli ultimi due anni del periodo considerato.

L'analisi di discontinuità flat-step (Bai e Perron 2003), permette l'individuazione del momento e della entità con la quale questo improvviso "abbassamento" si è manifestato mediamente su tutte le stazioni.

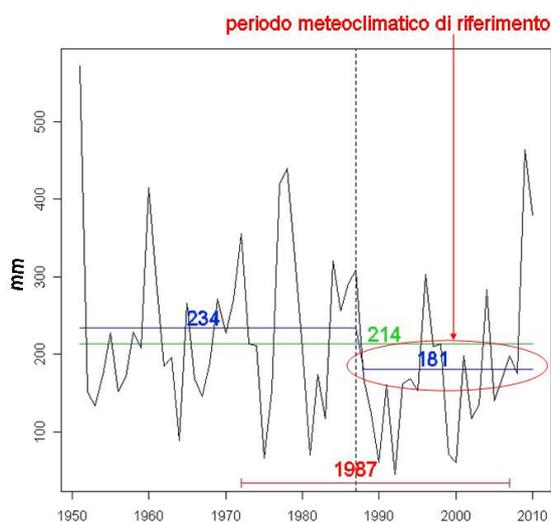


Fig. 80 - Precipitazione invernale media e breakpoint calcolato sui valori medi/annui di tutte le stazioni.

Dalla analisi della **figura 80**, si evidenzia:

- una precipitazione invernale media, calcolata su tutto il periodo di riferimento, pari a 214 mm;
- l'anno di break-point nel 1987;

- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1951-1987 (234 mm) e 1988-2010 (181mm), pari a 51 mm. Tale diminuzione non è molto significativa ($p=10\%$);
- un intervallo di confidenza media piuttosto ampio (35 anni) a causa, soprattutto, dell'aumento delle piovosità degli ultimi due anni (2009, 2010).

L'ampiezza dell'intervallo di confidenza invita alla prudenza nell'interpretare il risultato ottenuto. La conclusione potrebbe dunque essere che è necessario attendere i prossimi anni per individuare una tendenza dei valori medi invernali di precipitazione.

Applicando l'analisi di discontinuità ad ogni singola stazione, si evidenzia che per il 57% delle stazioni il break-point viene individuato nel 1987 o nel 1988 e la significatività media, pari a 0.11, non è molto alta. Ciò si traduce in una confidenza media piuttosto ampia pari a 39 anni. Come già precedentemente accennato, ciò è dovuto, principalmente, alla "inversione" di tendenza pluviometrica riscontrata nel 2009 e nel 2010.

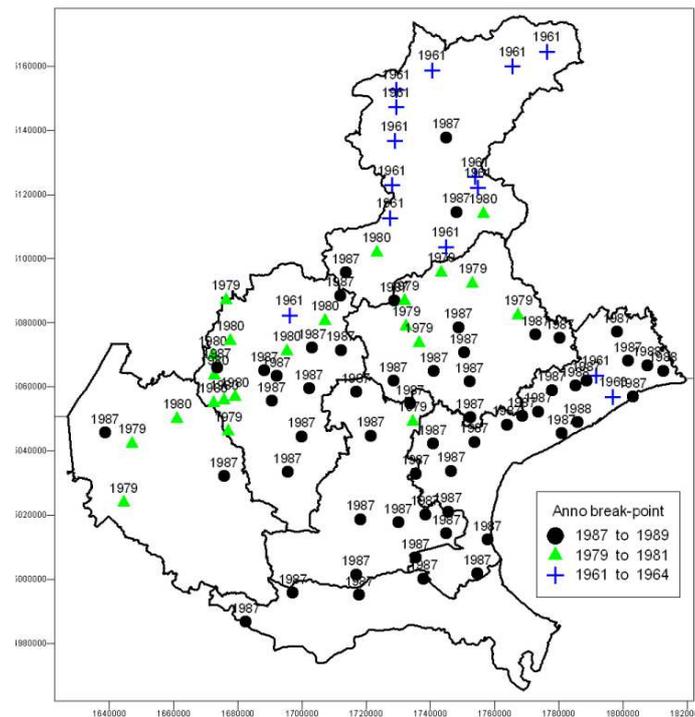


Fig. 81 - Precipitazione invernale media, distribuzione territoriale break-points

Nella **figura 81** è riportata la distribuzione temporale di tutti break-points che conferma gli anni 1987 e 1988 come quelli in cui si concentra il maggiore numero di stazioni che presentano una diminuzione abrupta delle precipitazioni (57%).

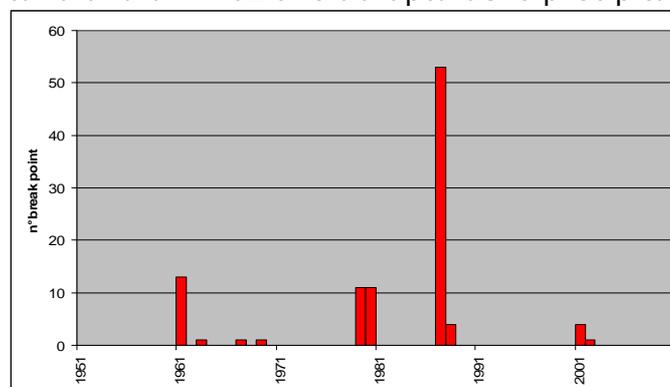


Fig. 82 - Precipitazione invernale media, distribuzione annuale break-points

Discontinuità pluviometriche autunnali

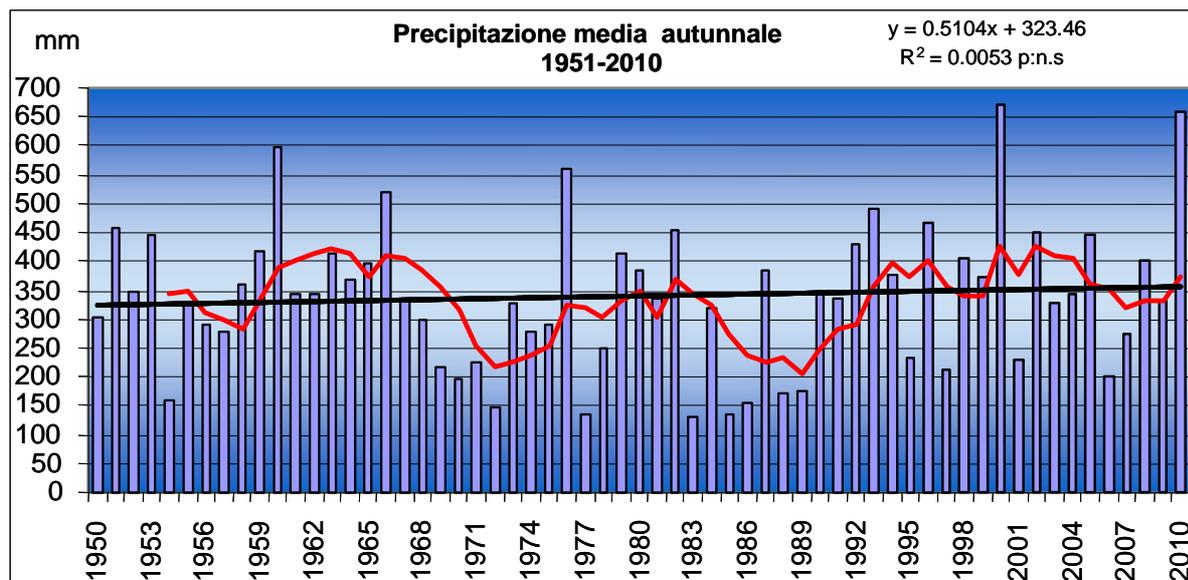


Fig. 83 - Precipitazione autunnale media (istogrammi) e media mobile quinquennale (linea rossa)

Nella **figura 83** gli istogrammi indicano le medie delle precipitazioni autunnali calcolate come valore medio annuale di tutte le stazioni a disposizione; in rosso è indicata la curva della media mobile quinquennale (media dei cinque anni precedenti a partire dal 1950) che descrive una situazione di oscillazione delle precipitazioni tra i 200 e 450 mm con un periodo "centrale", tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '90, dove si concentrano i valori più bassi di precipitazione. L'analisi di discontinuità flat-step (Bai e Perron 2003), permette di individuare un primo abbassamento delle precipitazioni centrato intorno al 1967 seguito da un innalzamento alla fine degli anni '80.

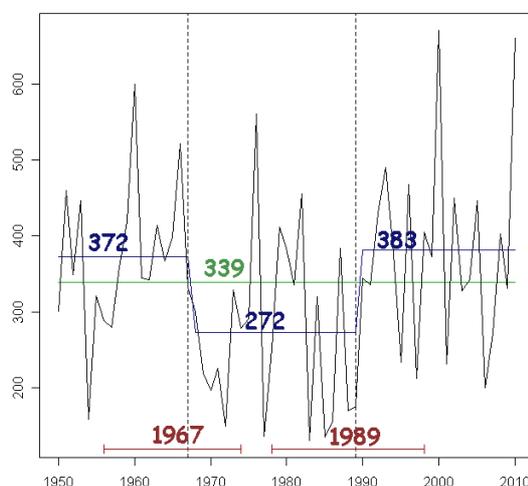


Fig. 84 - Precipitazione autunnale media e breakpoints calcolati sui valori medi/annui di tutte le stazioni

Dalla analisi della **figura 84** si evidenzia:

- una precipitazione autunnale media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 339 mm;
- il 1967 come anno del primo break-point, significativo al 95% e con un intervallo di confidenza medio pari a 19 anni;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1950-1967 (372 mm) e 1968-1989 (272 mm), pari a 100 mm;
- il 1989 come anno del secondo break-point, significativo al 95% e con un intervallo di confidenza medio pari a 20 anni;

Discontinuità pluviometriche primaverili

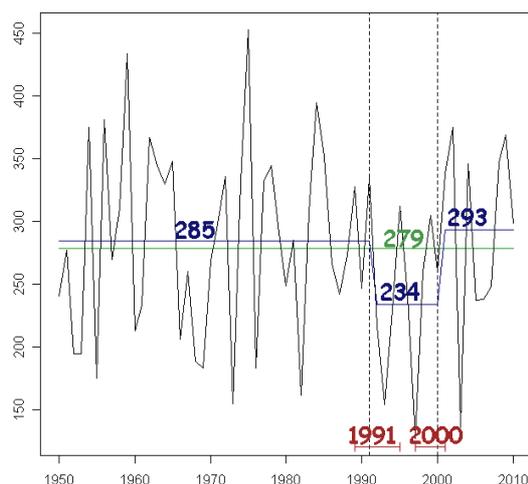


Fig. 87 - Precipitazione primaverile media e breakpoints calcolati sui valori medi annui di tutte le stazioni

Dall'analisi di discontinuità primaverile (**figura 87**) si evidenzia:

- una precipitazione primaverile media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 234 mm;
- il 1991 come anno più probabile del primo break-point;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1950-1990 (285 mm) e 1991-2000 (234 mm), pari a 51 mm;
- il 2000 come anno più probabile del secondo break-point;
- un aumento delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1991-2000 (234 mm) e 2001-2010 (293 mm), pari a 59 mm.

Tale andamento delle precipitazioni è però scarsamente significativo ($p=0.25$), per cui è possibile affermare che le precipitazioni primaverili siano rimaste pressoché inalterate nel periodo 1951-2010.

Discontinuità pluviometriche estive

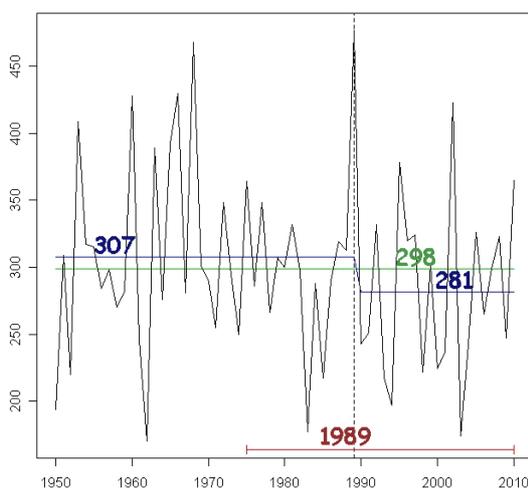


Fig. 88 - Precipitazione estiva media e break-point calcolati sui valori medi annui di tutte le stazioni

Dall'analisi di discontinuità applicata al periodo estivo (**figura 88**) si evidenzia:

- una precipitazione media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 294 mm;
- il 1989 come anno del breakpoint, con una riduzione delle precipitazioni pari a 26 mm.

Tale lieve decremento delle precipitazioni è scarsamente significativo ($p=0.175$) per cui si può affermare che le precipitazioni estive siano rimaste pressoché inalterate nel periodo 1950-2010.

Discontinuità pluviometriche annuali

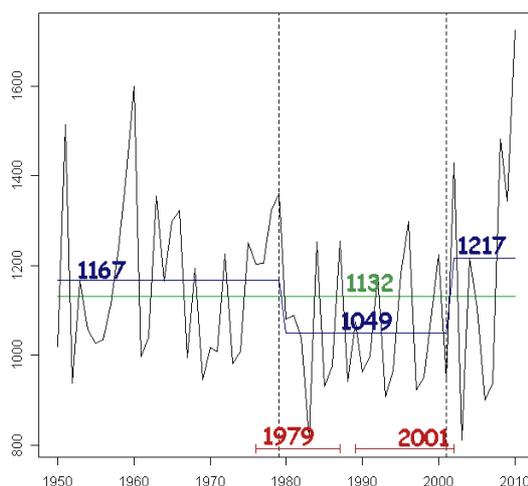


Fig. 89 - Precipitazione annuale media e breakpoint calcolati sui valori medi/annui di tutte le stazioni
Dall'analisi di discontinuità annuale (**figura 89**) si evidenzia:

- una precipitazione media annua, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 1132 mm;
- il 1979 come anno più probabile del primo breakpoint;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1951-1979 (1167 mm) e 1980-2001 (1049 mm), pari a 118 mm;
- il 2001 come anno del secondo breakpoint;
- un aumento delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei 1980-2001 (1049 mm) e 2002-2010 (1217 mm), pari a 168 mm.

Tale andamento non appare tuttavia significativo ($p=0.15$) ed è inoltre trainato dall'aumento molto importante delle precipitazioni verificatosi negli ultimi tre anni del periodo considerato. Sarà quindi necessario attendere i prossimi anni per verificare se tale incremento nei valori medi potrà approdare alla significatività statistica.

Conclusioni

Con riferimento al periodo 1951-2010 si può affermare che a livello annuo si è in presenza di una sostanziale stazionarietà delle precipitazioni.

A livello stagionale l'autunno emerge come unica stagione con un aumento di piovosità significativo che cade intorno al 1989 e che segna il riportarsi della media su valori simili a quelli del periodo pre 1967. Le stagioni invernali, primaverili ed estive non presentano invece variazioni significative nei valori medi di piovosità.