



## **La discontinuità climatica in Veneto**

*Alessandro Chiaudani PhD*

*Centro Meteorologico di Teolo (PD)  
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



## **Introduzione**

Negli ultimi decenni la percezione di attraversare una fase climaticamente anomala è aumentata diventando di conseguenza più forte la domanda da parte della pubblica opinione e delle autorità pubbliche competenti di essere correttamente informati riguardo agli andamenti meteo-climatici pregressi e attuali nonché sui potenziali connessi agli andamenti futuri delle diverse variabili meteorologiche.

Dare una risposta concreta e cioè quantitativa a tali domande è compito dei servizi con competenze nel settore della meteo-climatologia, e per il Veneto, una risposta deve senza dubbio venire dal servizio meteorologico dell'ARPAV anche in quanto erede delle competenze in campo meteo-climatico che furono del servizio idrografico. Ovviamente le analisi condotte dal servizio si collocano a valle rispetto a quelle svolte a livello globale, europeo e nazionale per soddisfare in maniera corretta ed indipendente la crescente domanda di informazioni relativa alle ricadute che eventuali trend agroclimatici avrebbero sull'agroecosistema, e facilitare così l'opportuna pianificazione degli interventi sul territorio ed in diversi settori dell'economia regionale.

L'attività e le produzioni agricole sono da sempre influenzate qualitativamente e quantitativamente dagli andamenti meteorologici nel breve periodo, e dal clima nel lungo periodo. Il clima può così essere considerato un vero e proprio fattore di produzione in grado di condizionare non solo le pratiche agricole "di campo", ma anche la pianificazione aziendale pluriennale; ne consegue che per l'individuazione di andamenti agroclimatici e trend a livello di un territorio rurale diventa importante disporre come indicato dal WMO (1983) di serie storiche lunghe non inferiori ai 30 anni e preferibilmente di almeno 50 anni (Kundzewicz e Robson 2004).

Nel caso della Regione Veneto, la disponibilità di dati giornalieri di temperatura massima e minima (tra le fonti principali ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo) ha permesso la costituzione di un archivio omogeneo di dati informatizzati per il periodo 1955-2004. Si tratta di una serie storica cinquantennale che permette di sviluppare considerazioni generali valide sino ai giorni nostri in quanto i pochi anni mancanti, utili ad avere un data base aggiornato, non sono sufficienti a stravolgere o modificare in maniera significativa gli andamenti climatici di lungo periodo individuati.

## **La domanda di fondo**

La domanda chiave cui siamo chiamati a rispondere con questo atlante è la seguente: è mutato il clima odierno rispetto a quello dei decenni passati, e se sì, tale mutamento può essere interpretato in termini tecnici come cambiamento climatico<sup>1</sup> e, in caso affermativo, è possibile definire individuare un anno particolare in cui tale cambiamento ha avuto luogo e le caratteristiche che ha assunto il fenomeno?

In tale compito ci viene in aiuto l'osservazione condotta da illustri studiosi come Cosimo Todaro (Todaro e Migliardi: 2000, 2003 e 2004), Sabino Palmieri e Raymond Sneyers (Sneyers et al., 1993, Sneyers, 1998; Sneyers et al., 1998) secondo cui il clima delle medie latitudini (e dunque dell'area euro-mediterranea) evolve raramente in modo graduale. Al contrario è frequente il manifestarsi di variazioni brusche (discontinuità) che hanno come teatro la frequenza e persistenza dei tipi di circolazione (Mariani, 2006); ciò in conseguenza della natura turbolenta ed intrinsecamente caotica del sistema climatico che lo espongono a transizioni improvvise 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

---

<sup>1</sup> In termini statistici cambiamento climatico significa un cambiamento significativo nelle caratteristiche statistiche (es: media, deviazione standard) della serie storica di una variabile meteorologica (es: la temperatura, la precipitazione)

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).

Queste transizioni si traducono al suolo in immediati e diversi impatti monitorabili nelle variabili meteorologiche quali la temperatura, che a sua volta influenza la vegetazione spontanea e le colture agrarie, le cui rese quali-quantitative ed il momento di comparsa delle varie fasi fenologiche diventano ottimi riscontri periodici o "proxy data" fortemente dipendenti e determinati per l'appunto dal comportamento al suolo delle variabili atmosferiche (Borin et al. 2003). 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 in misura minore paiono averne risentito le precipitazioni (Mariani et al., 2008).

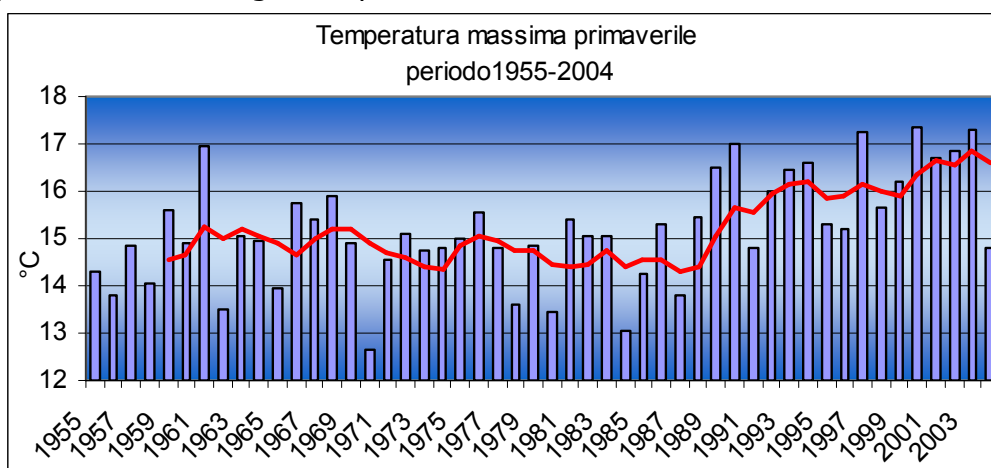
Volendo estendere tale analisi al territorio veneto è quindi importante anzitutto individuare metodi di analisi statistica atti a descrivere i cambiamenti di fase sulla base di grandezze e indici fisici quali la temperatura e le variabili biologiche.

Per tale scopo i gruppi di ricerca delle Università degli Studi di Padova e di Milano hanno preliminarmente indagato alcune tecniche alternative giungendo alla conclusione che la tecnica più idonea ad indagare i 50 anni di dati di temperatura disponibili è la cosiddetta tecnica flat step (Seidel e Lanzante 2003) che in questo caso è stata 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 ed il dopo è possibile dire di "quanto" è cambiato il clima; per ognuna delle fasi omogenee individuate è in particolare possibile delineare 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".

### **I cambiamenti bruschi del clima in Veneto: il caso della Primavera**

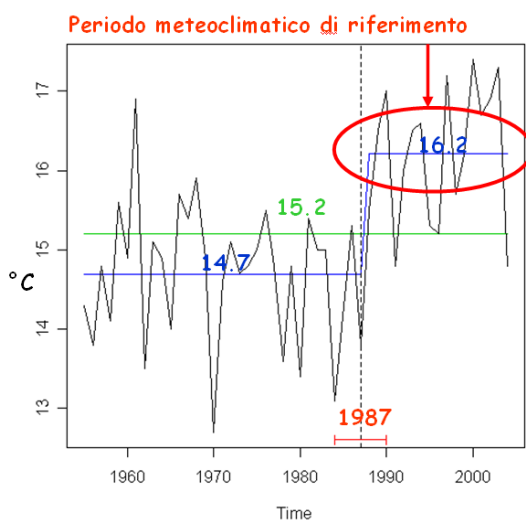
Prima di elencare i risultati riepilogativi di tale analisi portiamo ad esempio l'andamento delle temperature massime primaverili che influenzano le fioriture di molte importanti colture agrarie quali la vite e i fruttiferi.



**Fig. 1** - temperature massime primaverili, media annuale delle 48 stazioni (istogrammi) media mobile quinquennale (linea rossa)

In questo grafico gli istogrammi indicano le medie annuali delle massime primaverili relativamente a tutte le 48 stazioni. In rosso la curva della media mobile quinquennale (media dei cinque anni precedenti a partire dal 1960) descrive una situazione di relativa stabilità ed oscillazione delle temperature tra i 14 ed i 15°C fino alla fine degli anni '80; da quel momento viene evidenziato sia dagli istogrammi che dalla media mobile un aumento delle temperature.

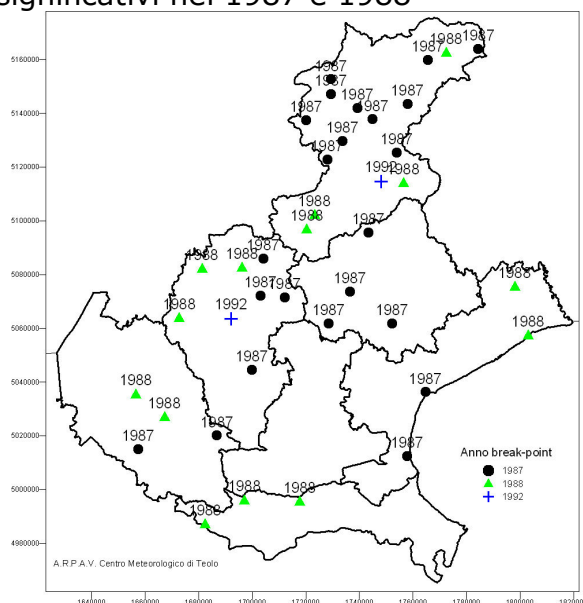
L'analisi di discontinuità flat-step (Bai e Perron 2003), permette l'individuazione del momento esatto e della entità con la quale questa improvvisa "alzata" si è manifestata mediamente sulle 48 stazioni.



**Fig. 2** - temperature massime primaverili, break-point calcolato sulla media annuale delle 48 stazioni

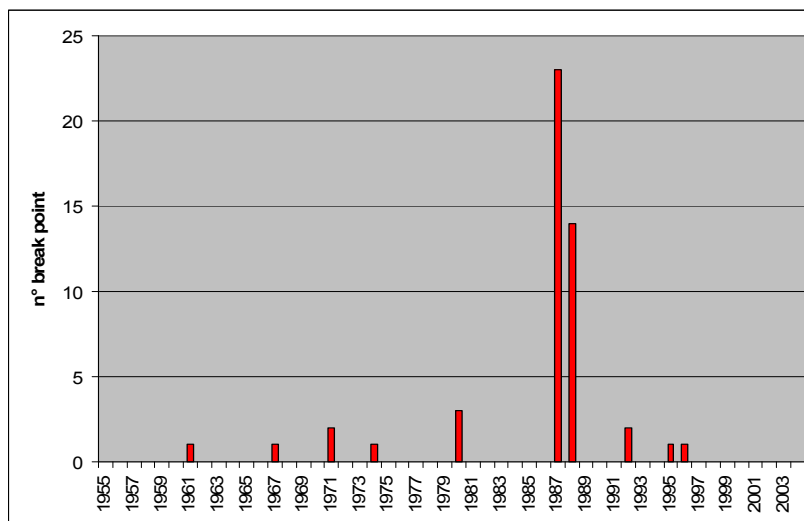
La Figura 2 descrive una temperatura media su tutto il periodo di circa 15.2°, individua l'anno di *break-point* nel 1987 e mette in evidenza il seguente aumento di temperatura (alzata) pari a 1.5°C, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1955-1987 (14.7°) e 1988-2004 (16.2°C); quest'ultimo periodo, 1988-2004, rappresenta l'attuale "normale meteoclimatica", impiegabile ai fini delle analisi utili alla elaborazione di corrette valutazioni relative all'adattamento.

Applicando l'analisi di discontinuità ad ogni singola stazione si individuano la maggior parte dei break-points significativi nel 1987 e 1988

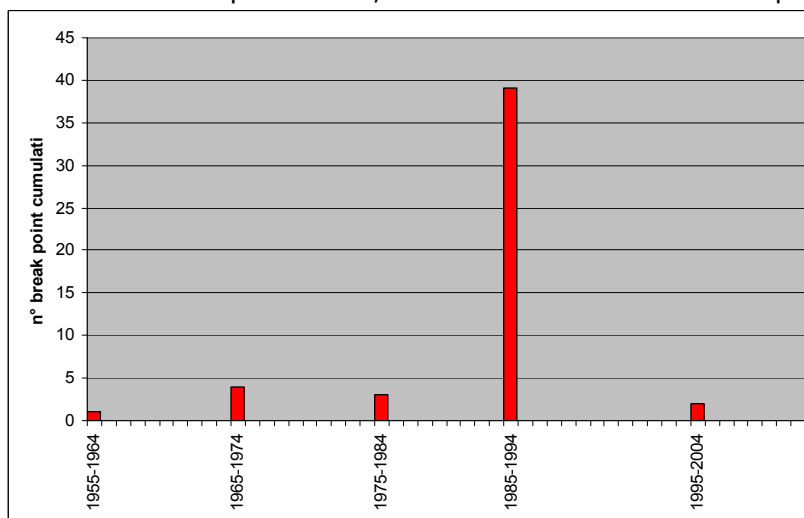


**Fig. 3** - temperature massime primaverili, distribuzione territoriale break-points significativi

Risulta a questo punto interessante la valutazione della distribuzione temporale di tutti break-points statisticamente significativi.



**Fig. 4** - temperature massime primaverili, distribuzione annuale break-points significativi

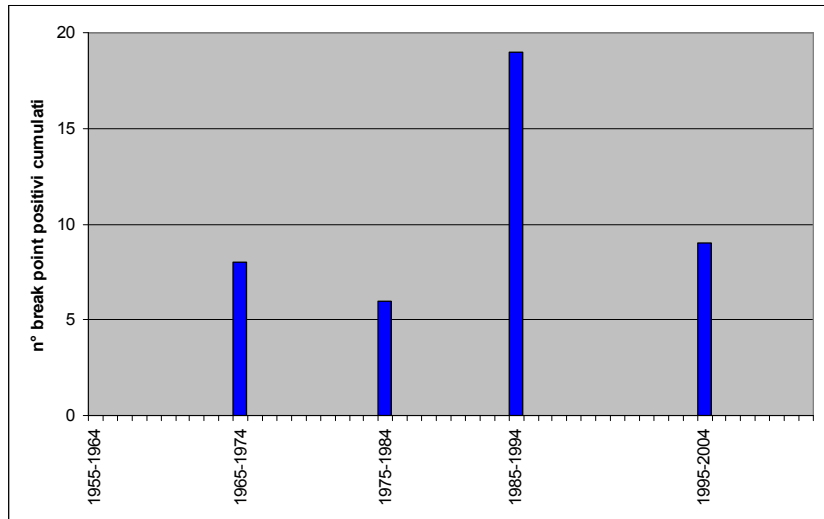
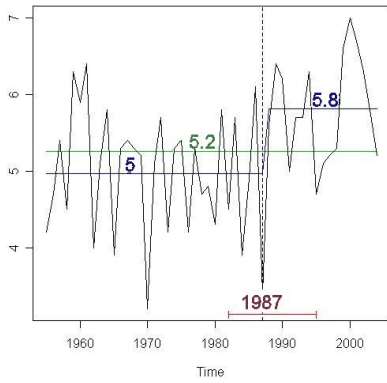


**Fig. 5** - temperature massime primaverili, distribuzione decennale break-points significativi

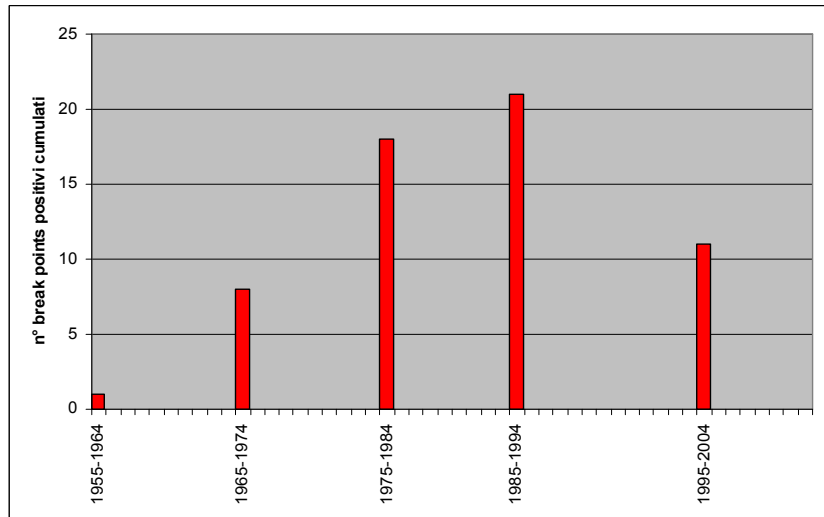
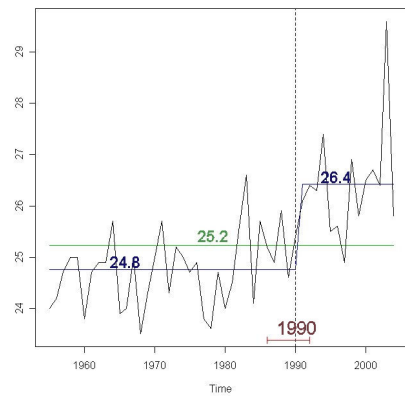
I due grafici individuano rispettivamente gli anni 1987 e 1988, e di conseguenza il decennio 1985-1994, come quelli in cui si concentrano il maggiore numero di stazioni che presentano uno shift positivo delle temperature.

## Le altre discontinuità stagionali ed annuali

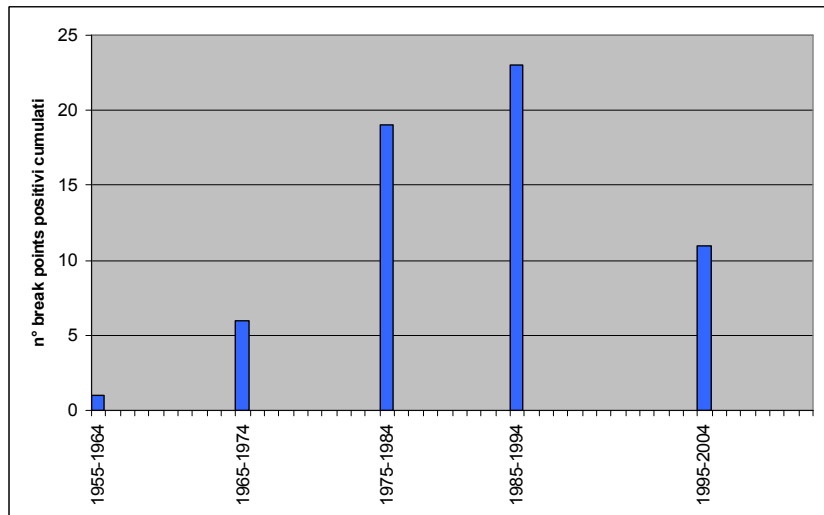
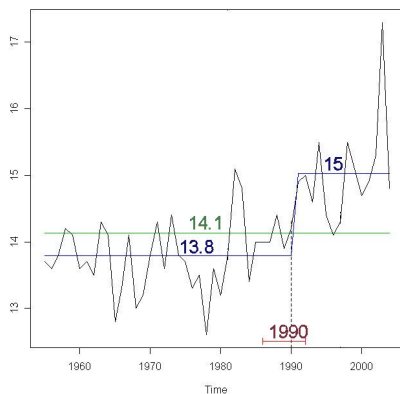
### Primavera: Temperatura minima



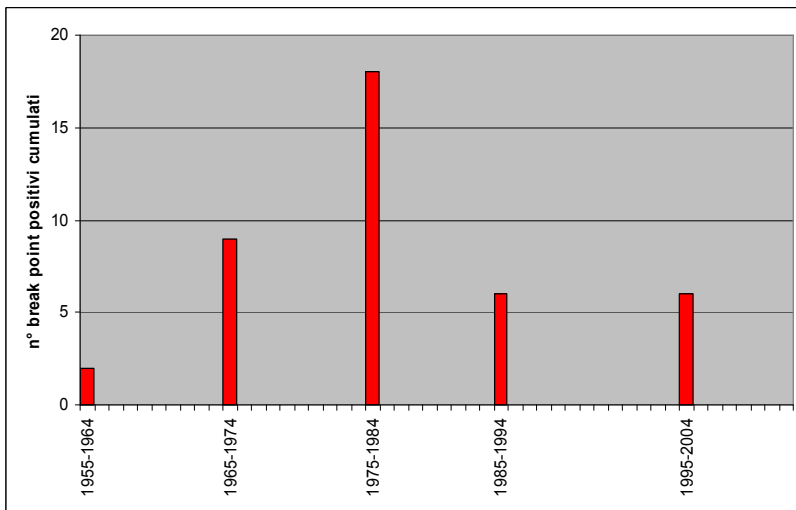
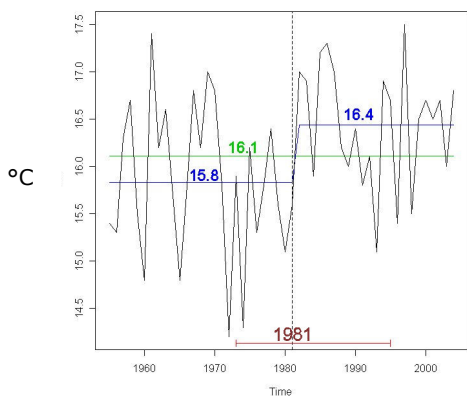
### Estate: Temperatura massima



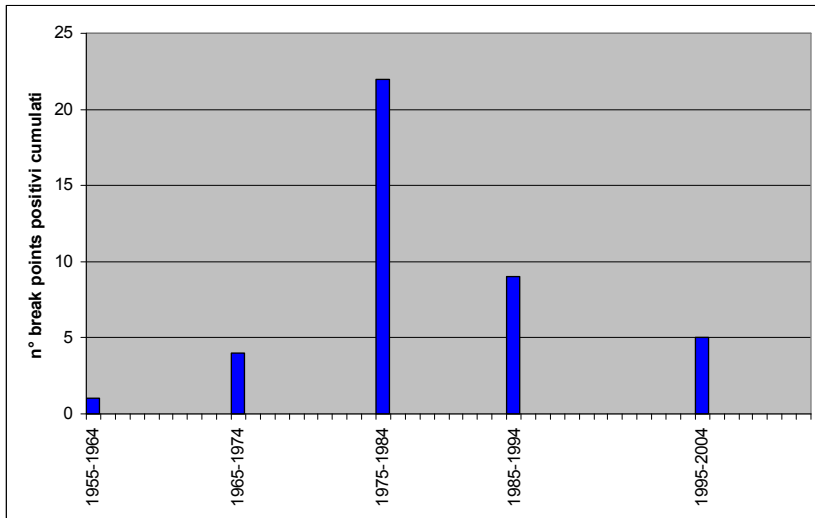
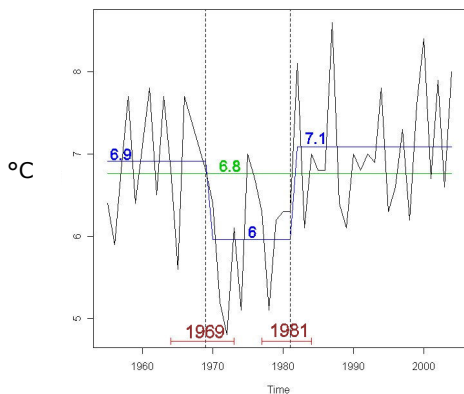
### Estate: Temperatura minima



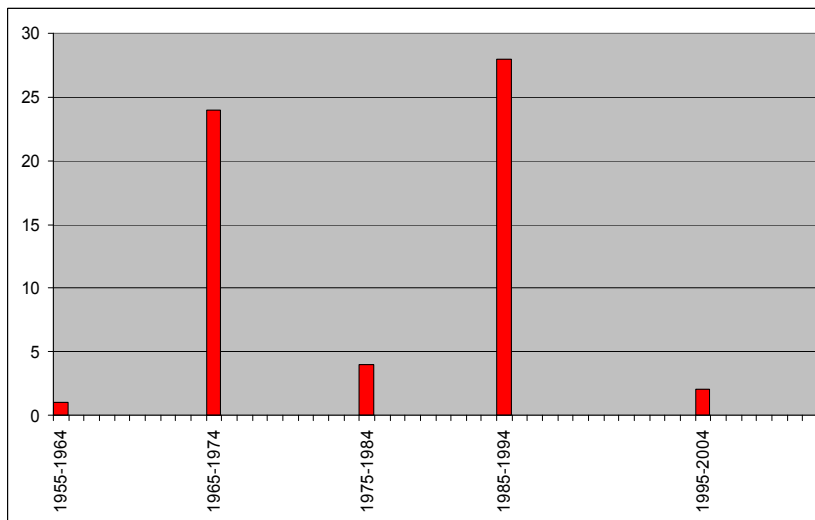
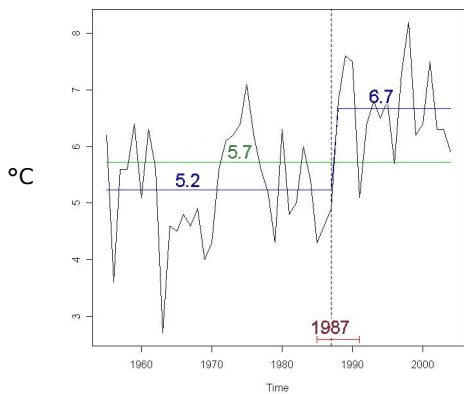
### Autunno: Temperatura massima



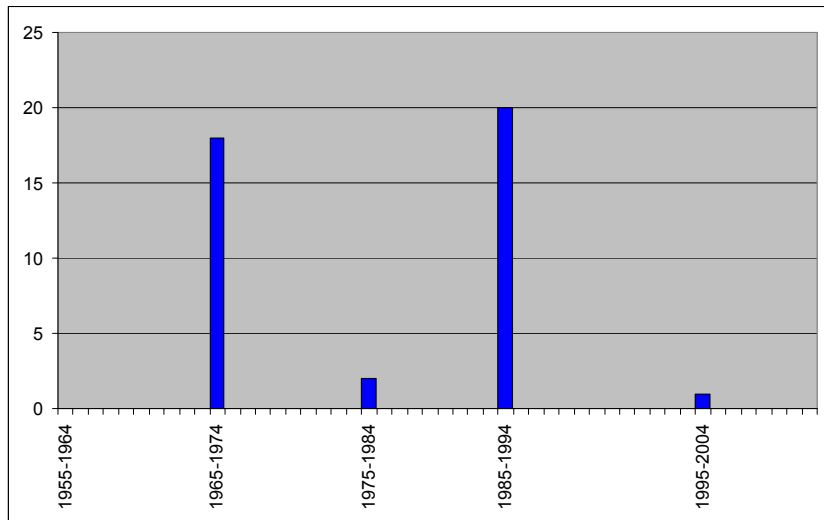
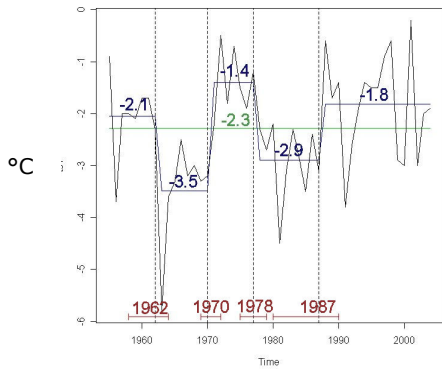
### Autunno: Temperatura minima



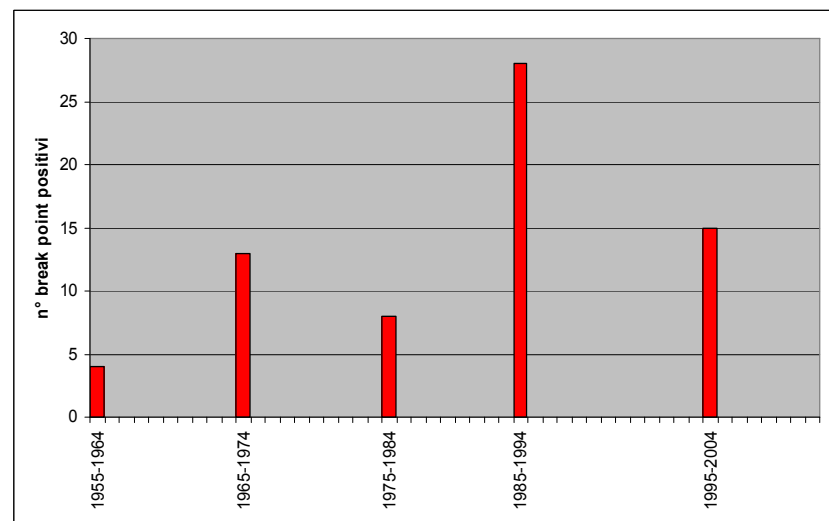
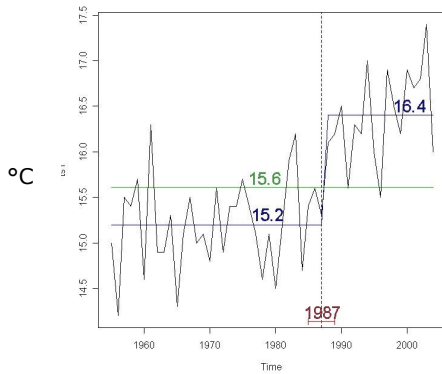
### Inverno: Temperatura massima



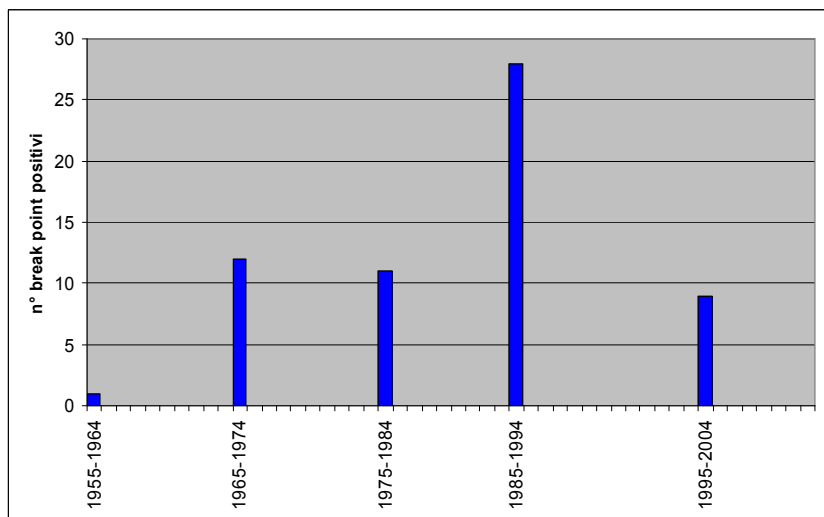
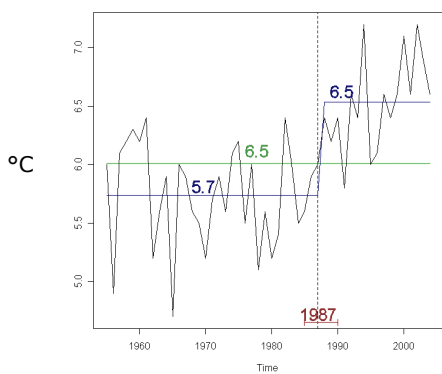
## Inverno: Temperatura minima



## Anno: Temperatura massima

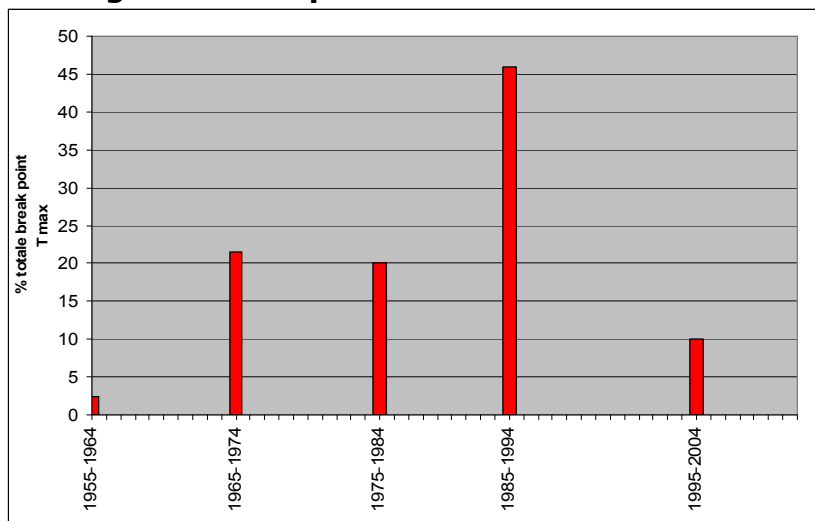


## Anno: Temperatura minima

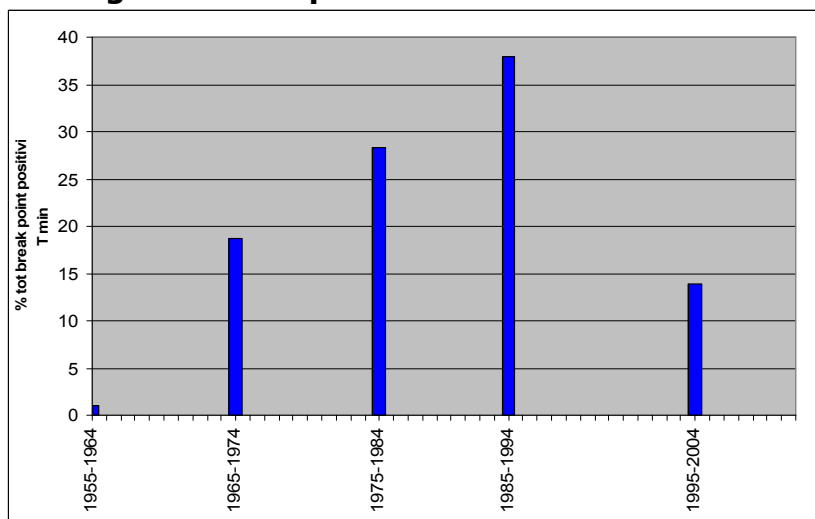




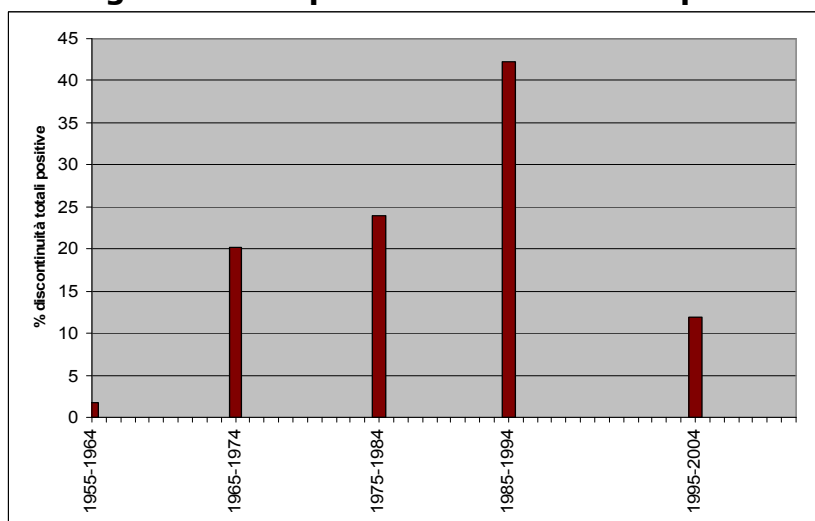
### Tot break points stagionali: Temperature massime



### Tot break points stagionali: Temperature minime

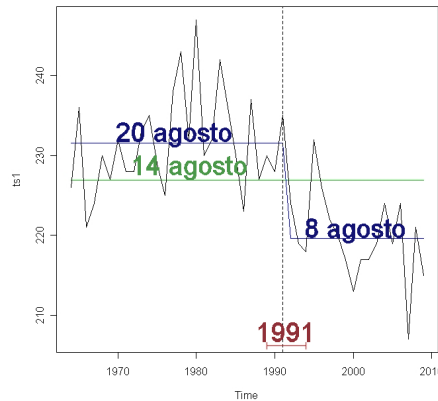


### Tot break points stagionali: Temperature minime+Temperature massime



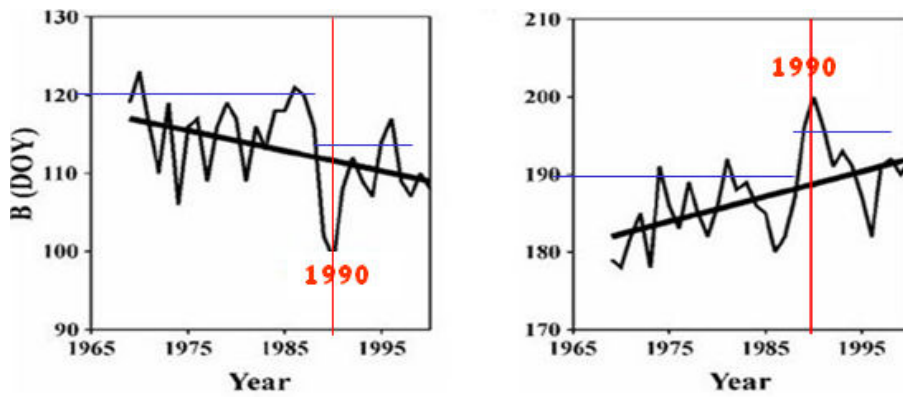
**Alcuni Proxy data:**

1)



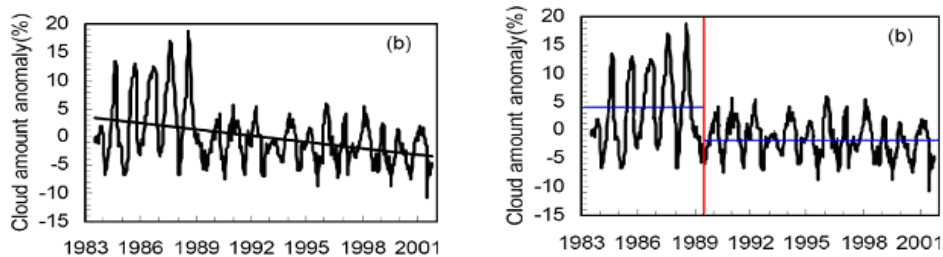
**Fig. 6** - break-point calcolato sulle date di invaiatura rilevate in campo, relativi a 10 Varietà a ciclo medio. Tomasi D. e Lovat L., Centro Di Ricerca per la Viticoltura di Conegliano, 2009, elaborazione Chiaudani

2)



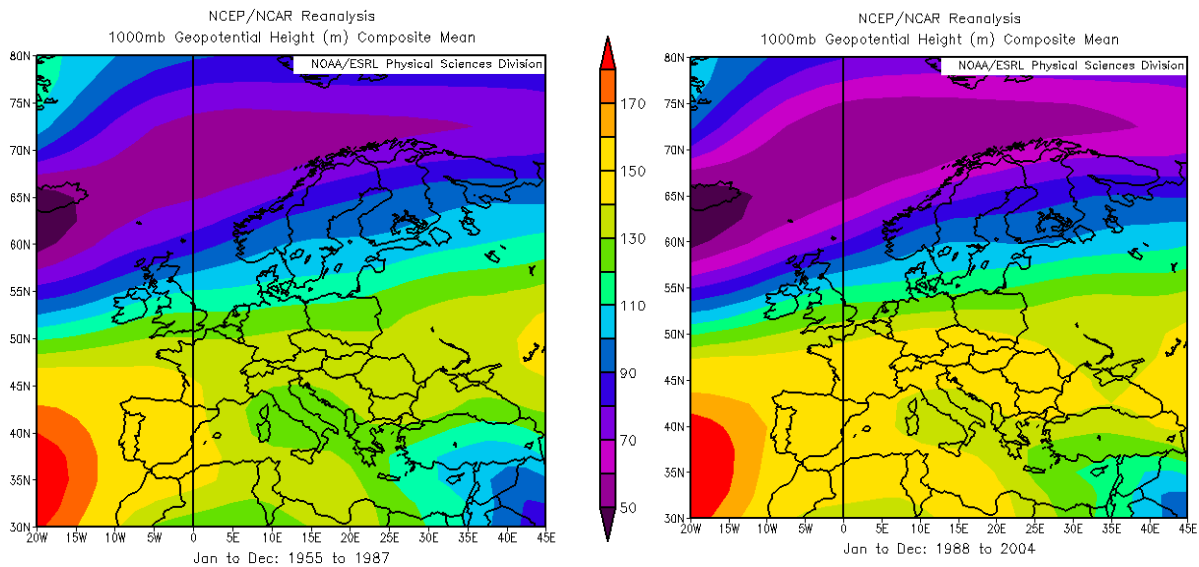
**Fig. 7** - osservazioni nei giardini fenologici europei nel periodo 1969-2000, sin: possibile break data inizio fase vegetativa, dx: possibile break lunghezza fase vegetativa. Chnielewski F.M., 2003

3)



**Fig.8** - sin: trend della copertura nuvolosa alle medie latitudini Atlantiche. dx: Possibile punto di discontinuità. Huang et al., 2006

4)



**Fig.9** - pressione media annuale a livello del mare prima e dopo il break-point del 1987 (NOAA)

## Conclusioni

L'uso di un metodo statistico standard di analisi delle discontinuità permette di ricavare informazioni complementari che possono aiutare ad approfondire l'analisi delle serie storiche e della variabilità del clima che queste raccontano rispondendo alle domande cruciali su quando e quanto è mutato il clima.

Alcuni autori si sono spinti ad affermare che i cambiamenti climatici, essendo relativi ad un sistema complesso di tipo caotico e regolato da feedback in competizione, procedono spesso non tanto attraverso graduali modificazioni ma attraverso discontinuità, il che renderebbe la previsione climatica irta di ostacoli e spesso impraticabile (Rial, 2004; Sneyers, 1998).

A prescindere dal pessimismo previsionale, lo strumento dell'analisi statistica delle discontinuità ha il merito di attirare l'attenzione sulle cause, climatiche e non, che ne sono all'origine quali ad esempio mutamenti della circolazione alle diverse scale, cambiamenti dell'uso del suolo o cambiamenti negli strumenti e nei metodi di osservazione.

In seguito ai risultati brevemente esposti in questo contributo e riferiti alla serie storica 1954-2004 si possono pertanto trarre le seguenti conclusioni:

- dagli anni 50 agli anni 80 del XX° secolo il clima del Veneto è risultato stazionario
- tra la fine degli anni '80 ed i primi anni '90 si è verificato un cambiamento climatico con il passaggio ad una nuova fase. Tale transizione è evidente a livello annuo ed in tutte le stagioni tranne che nell'autunno, il quale presenta una transizione anticipata all'inizio anni '80
- a livello annuo l'incremento "brusco" delle temperature è stato mediamente di circa 1-2°C.
- proxy data "esterni" di tipo livello fenologico e circolatorio confermano tale andamento portando ad escludere che il "gradino evidenziato" sia dovuto a fattori non climatici (es: cambiamenti nella strumentazione)

- si è portati a ritenere che il periodo che ha avuto inizio a valle del cambiamento climatico summenzionato abbia caratteri termici omogenei anche se tale valutazione dovrà essere rafforzata nel tempo da nuove evidenze osservative che andranno via via accumulandosi
- dal punto di vista delle scelte per questo atlante l'individuazione del break-point intorno a fine anni '80 spinge a ritenere la serie storica 1993-2008 afferente al Centro Meteo di Teolo, come rappresentativa del "clima attuale" mentre la serie 1961-1990, ex-idrografico, risulta rappresentativa del clima precedente rispetto al quale è conveniente riferire i confronti operati in sede di atlante e volti ad individuare il "quantum".

## Bibliografia

Bai J., Perron P., (2003). Computation and Analysis of *Multiple Structural Change Models*, Journal of Applied Econometrics, 18, 1-22.

Borin M., Bigon E., Caprera P., (2003). *Atlante Fenologico*, Edagricole-Bologna, p. III.

Bryson R.A., (1974). *A Perspective on Climatic Change*, Science, 184, 753-60.

Chmielewski F.-M. 2003. *Phenology and Agriculture*. Agrarmeteorologische Schriften Heft 12, 2003. Landwirtschaftlich- Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Humboldt-Universität zu Berlin; Berlin-Dahlem

Huang J., Ji M., Higuchi K., Shabbar A., (2006). *Temporal Structures of the North Atlantic Oscillation and Its Impact on the Regional Climate Variability*, Advances in atmospheric sciences, vol. 23, no. 1, 23-32.

Lamb H.H., (1966). *The changing climate*, Methuen, London, 236 pp.

Lockwood J.G., (2001). *Abrupt and sudden climatic transitions and fluctuations; a review*, Int. J. Climatol., 21,1153-1179.

Lorenz E., (1963). *Deterministic non-periodic Flow*, Journal of the Atmospheric Sciences, vol.20, n.2, , 130-140.

Mariani L., (2006). *Clima e prospettive di cambiamento climatico*, 21mo Secolo-Scienza e Tecnologia, 4, 2-8.

Mariani L., Parisi S., Cola G., 2008. *Space and time behaviour of climatic hazard of low temperature for single rice crop in the mid latitude*, Internatioanl Journal of Climatology, Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/joc.1830

Peixoto J.P., Oort A.H., (1992). *Physics of climate*, American Institute of Physics, New York, 520 pp.

Rial J.A., Pielke R., Beniston M., Claussen M., Canadell J., Cox P., Held H., Noblet-Ducoudré N., Prinn R., Reynolds F., Salas J., (2004). *Nonlinearities, feedbacks and critical thresholds within the earth's climate system*. Climatic Change, 65, 11-38.

Seidel J., Lanzante R. (2003). *An assessment of three alternative to linear trends for characterizing global atmospheric temperature changes*, Journal of Geophysical Research, Vol.109, 1-10.

Sneyers R., 1998. *Climate chaotic instability: statistical determination and theoretical background*, Environmetrics, VOL. 8, 517±532 (1997)

Sneyers R., Palmieri S., Siani A.M., 1993. *Characterizing trends in climatological time series. An application to Brera observatory (Milan) rainfall series*. Proceedings of international conference on applications of time series analysis to astronomy and meteorology, Università di Padova, 6-10 settembre 1993, pp. 321-328.

Sneyers R., Tuomenvirta H., Heino R., 1998 *Observations inhomogeneities and Detection of Climate Change*, Geophysica, 344(3), 159-178

Todaro C., Migliardi E., 2000. *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche*, Bollettino Geofisico, n. 3-4, luglio dicembre 2000.

Todaro C., Migliardi E., 2003. *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (parte seconda)*, Bollettino Geofisico, n. 3-4, luglio dicembre 2003.

Todaro C., Migliardi E., 2004. *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (reminiscenze e suggerimenti)*, Bollettino Geofisico, n. 3-4, luglio dicembre 2003.

Werner P.C., Gerstengarbe F.W., Friedrich K., Oesterle H., (2000). *Recent climate change in the North Atlantic/European Sector*, International Journal of Climatology, Vol. 20, Issue 5, 463-471

WMO, (1983). *Guide to Climatological Practices*, WMO n.100  
([http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/guide\\_climat\\_practices.html](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/guide_climat_practices.html))

Zbigniew W. Kundzewicz., Alice J. Robson, (2004). *Change detection in hydrological records - a review of the methodology*, Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, 49(1).