

(1)A. Chiaudani, (1)A.Barbi, (1)I.Delillo, A.Cagnati(2), A.Crepaz(2), M.Valt (2)

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV)

Dipartimento per la Sicurezza del Territorio

(1)Centro Meteo di Teolo, (2) Centro Valanghe di Arabba

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

## Introduzione

E' sempre 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 i potenziali rischi futuri ad essi correlati. Queste informazioni devono oramai essere prodotte non solo a livello globale ma soprattutto a livello locale per un'opportuna pianificazione degli interventi sul territorio e in diversi settori dell'economia regionale. Per l'individuazione, ad esempio, di andamenti agroclimatici e trend a livello di un territorio rurale diventa importante disporre di serie storiche non inferiori ai 30 anni e preferibilmente di almeno 50 anni (Kundzewicz, Robson 2004). Nel caso della Regione Veneto, la disponibilità di dati relativi a precipitazione e temperatura giornalieri (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 1956-2004. Questa serie storica lunga quasi cinquanta anni, pur interrompendosi nel 2004 permette l'elaborazione di 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.

Nel caso di serie storiche di tale lunghezza, è molto importante anche l'individuazione di metodi di analisi statistica utili per descrivere la variabilità climatica ed il cambiamento climatico sulla base di grandezze e indici fisici (temperatura, precipitazione, ecc.) e parametri biologici (comportamento della vegetazione ed in particolare le fasi fenologiche). Come è noto, la variabilità climatica del passato viene generalmente affrontata con analisi statistiche di interpolazione lineare. Quest'ultime tramite semplici rette ascendenti o discendenti, descritte dal loro coefficiente angolare o "pendenza" permettono di individuare l'entità del trend, consentendo interessanti ma rischiose estrapolazioni verso il futuro in quanto sono sempre maggiori le evidenze secondo cui l'evoluzione del clima è caratterizzata non solo da comportamenti di tipo lineare, ma anche da bruschi cambiamenti. E' questo il motivo per cui in Veneto sui dati attualmente disponibili è stata affiancata all'analisi tradizionale di tipo lineare, un'analisi di discontinuità (Seidel, Lanzante 2003) in modo tale da mettere in evidenza i cambiamenti "bruschi" e le diverse fasi climatiche omogenee, o "normali climatiche", separate tra loro da break-points (Bryson 1974; Lockwood 2001). Bisogna sempre tenere a mente che il sistema climatico ha un comportamento turbolento e non lineare influenzato da transizioni improvvise da uno stato all'altro (Lorenz 1963; Peixoto, Oort 1992); queste si traducono al suolo in immediati e diversi impatti monitorabili nelle variabili meteorologiche quali la temperatura, il regime pluviometrico, radiazione, ecc. (Mariani, 2006).

Inoltre la disponibilità di dati riguardanti la vegetazione spontanea e le colture agrarie (dati produttivi, e momento di comparsa delle varie fasi fenologiche) risultano essere degli ottimi proxy data, ovvero "riscontri", dipendenti e determinati per l'appunto dal comportamento delle variabili climatiche.

### Alcuni risultati in Veneto

Con riferimento alle variabili meteorologiche monitorate da 9 stazioni termometriche e 49 stazioni pluviometriche nel periodo 1956-2004, sono stati individuati trend lineari negativi significativi di precipitazione solo durante la stagione invernale; per quanto riguarda le temperature sono stati registrati trend positivi in tutte le stagioni, specialmente in estate ed inverno per quanto riguarda le temperature massime, e soprattutto in estate per quanto riguarda le minime.

Nonostante le peculiari caratteristiche territoriali di questa regione che risente dei fattori perturbativi del mare, delle Alpi e dei laghi pre-alpini, l'analisi di discontinuità di queste variabili ha messo in evidenza un "cambiamento di fase" climatico sulla Regione Veneto simile a quelli del resto d'Europa (Werner et al. 2000). Il break-point individuato con l'analisi di discontinuità (Bai, Perron 1998; Zeileis et al. 2003) riguardo alle temperature massime e minime e alla precipitazione invernale cade intorno alla fine degli anni '80. Questa analisi ci consente di identificare i sottoperiodi e soprattutto l'ultima "normale" climatica descritta dai suoi valori medi, utili all'elaborazione di scenari futuri ed alla programmazione di corrette strategie di adattamento.

Sulle stazioni considerate l'ultimo sottoperiodo post break-point presenta le seguenti variazioni nei suoi valori medi:

- temp. min. .annuale: + 0.9 °C
- temp. max .annuale: +1.5 °C
- temp. max .estiva: +1.9 °C
- temp. max .invernale: +1.4 °C
- prec. invernale: -78 mm

Queste variazioni, e in particolare l'aumento della temperature massima invernale e la diminuzione delle precipitazioni invernali, hanno avuto come conseguenza una diminuzione dell'altezza del manto nevoso (massima e media) e della durata del manto nevoso, specie alle quote medie e basse (Valt e al 2008). Le variazioni più significative nel periodo 1991-2004, rispetto alla media 1961-1990, riguardano la durata del manto nevoso (-14%) e l'altezza del manto nevoso (-39% per l'altezza media e -35% per l'altezza massima). A causa dell'aumento

delle temperature e della diminuzione delle precipitazioni nevose, i piccoli ghiacciai e glacionevati dolomitici hanno subito una drastica riduzione areale e di massa negli ultimi 20 anni quando si è registrato un significativo incremento di un trend iniziato dalla fine della Piccola Era Glaciale (1850 circa). Dal 1910 al 2004 l'area glacializzata ha subito una riduzione del 44,7% con una drammatica accelerazione della fase di ritiro dal 1980 al 2004 quando la superficie campione ha subito un decremento del 23,8% passando da 6,727 km<sup>2</sup> a 5,126 km<sup>2</sup>. Alcuni piccoli ghiacciai sono totalmente scomparsi (Cristallino, Antelao orientale), mentre altri apparati, molto estesi all'inizio del secolo scorso, hanno subito una riduzione di oltre l'80% (Fradusta). Sul più importante ghiacciaio dolomitico, il ghiacciaio Principale della Marmolada, nel periodo 1924-2004 il fronte ha subito un arretramento di 434 m in termini di quota. L'arretramento del fronte è stato pressoché continuo durante gli ultimi 100 anni, tranne durante gli anni 80 del secolo scorso quando si è registrata una fase stazionaria a causa principalmente delle abbondanti precipitazioni nevose invernali. Nonostante l'inverno 2008-2009 sia stato uno delle più nevosi degli ultimi 50 anni, il beneficio che ne trarranno gli apparati glaciali per la maggior presenza, rispetto agli ultimi anni, di neve stagionale residua, sarà temporaneo e limitato alla stagione estiva 2009. Una inversione di tendenza, rispetto ad un trend consolidato, non può infatti essere determinato da un unico anno che, seppur eccezionale, rientra nella normale variabilità climatica.

Dal punto di vista delle considerazioni degli impatti ad esempio sull'agricoltura, si evidenzia come la pianura meridionale della Regione Veneto, dopo la fine degli anni '80, presenti una situazione più critica dal punto di vista del bilancio idroclimatico estivo (precipitazioni al netto della evapotraspirazione) a causa delle minori precipitazioni che interessano il Polesine e dell'aumentata evapotraspirazione. Riscontri simili, se non proprio coincidenti, sono stati individuati anche nelle regioni vicine convalidando in parte risultati ottenuti; anche i proxy relativi alle fasi fenologiche di colture agrarie e vegetazione spontanea a livello regionale, hanno individuato break-points fenologici sostanzialmente coincidenti. Ad esempio l'analisi effettuata su dati di fioritura, invaiatura e maturazione di diverse varietà di vite a Conegliano nel periodo 1964-2004, ha confermato che a partire dalla fine degli anni '80 si è verificato un generale anticipo della data di comparsa di tali fasi fenologiche (Chiaudani et al. 2007). Alcune considerazioni finali che tali analisi consentono di elaborare in una logica di adattamento sono ad esempio, per quanto riguarda il mondo dell'agricoltura, la necessità di ottimizzare la gestione dell'acqua irrigua e l'adozione di colture a ciclo invernale (orzo, grano, ecc.) che minimizzano il rischio dell'impatto di alte temperature o siccità e l'adozione di colture estive che ben tollerano tali stress (sorgo, girasole, ecc.).

## Bibliografia

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

Bai J., Perron P. (1998). Estimating and Testing Linear Models With Multiple Structural

## I trend climatici in Veneto nel periodo 1956-2004

Scritto da A. Chiaudani, A.Barbi, I.Delillo, A.Cagnati, A.Crepaz, M.Valt

Mercoledì 09 Settembre 2009 11:36 - Ultimo aggiornamento Mercoledì 09 Settembre 2009 11:43

---

Changes, *Econometrica*, 66, 47-78.

Chiaudani A., Barbi A., Delillo I., Borin M., Berti A. (2007). Andamenti agroclimatici nella Regione Veneto nel periodo 1956-2004, *Rivista Italiana di Agrometeorologia*, anno 12, supplemento al n.1, 14-16. ([www.agrometeorologia.it/rivista.shtml](http://www.agrometeorologia.it/rivista.shtml))

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*, 1963, Vol.20, No.2,130-140.

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

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

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

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.

Valt M., Cagnati A., Crepaz A., CatBerro D. (2008). Variazioni recenti del manto nevoso sul versante sud delle Alpi, *Neve e Valanghe*, 63, 58-67.

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.

Zeileis A., Kleiber C., Krämer W., Hornik K. (2003). Testing and Dating of Structural Changes in Practice, *Computational Statistics and Data Analysis*, 44, Issues 1-2, 109-123.

## Approfondimenti

[Agroclimatologia statica e dinamica del Veneto. Analisi del periodo 1956-2004](#)