

# VARIABILITÀ DELLE SERIE STORICHE DI TEMPERATURA E PRECIPITAZIONE IN SICILIA

Francesco D'Asaro, Paola Lazzara, Carmelo Agnese e Giovanna Costa

Dipartimento di Ingegneria e Tecnologie Agro-Forestali, Facoltà di Agraria, Università di Palermo (IT)  
p.lazzara@unipa.it

## Abstract

Con l'intento di cogliere i segni del comportamento climatico in Sicilia è stata svolta un'analisi preliminare a scala regionale e diverse scale temporali riguardante le serie di temperatura e precipitazione di maggiore numerosità. Oltre ai trend è stata indagata la correlazione tra le due grandezze rilevando, in prima analisi, un tipico comportamento siccitoso ed una tendenza al verificarsi di stagioni calde e secche o fredde ed umide.

## Introduzione

Negli ultimi anni si sono intensificati gli studi per valutare i caratteri della variabilità climatica a scala globale e locale e le possibili conseguenze, in termini di rischio, che un cambiamento del clima potrebbe avere sull'ambiente e sulle attività umane.

L'IPCC, nel *Third Assessment Report* (TAR) curato dal Working Group I (2001) ha fornito in maniera dettagliata le informazioni riguardanti l'attuale tendenza del clima globale, spiegandone le principali cause e prevedendo possibili scenari del clima futuro. Secondo il rapporto, la temperatura media globale è aumentata nell'ultimo secolo di 0.6°C e sembra che manterrà l'attuale tendenza anche nei prossimi anni.

Il riscaldamento paventato, in forza dell'attesa intensificazione del ciclo idrologico, dovrebbe, in teoria, condurre ad un aumento generalizzato dell'evaporazione e delle precipitazioni (Huntington, 2005). In realtà, la precipitazione presenta trend e grado di legame con la temperatura (covarianza) variabili sul pianeta al variare delle latitudini, delle stagioni e delle superfici interessate (oceani o terre emerse). Anche se non è completamente chiara ed univoca l'interpretazione fisica di questi caratteri statistici, i trend e la correlazione tra precipitazioni e temperature costituiscono un interessante chiave di lettura dei processi climatici (Trumbert e Shea, 2005; Brunetti *et al.*, 2000).

Nella presente nota sono esposti i risultati preliminari di uno studio sulle tendenze evolutive del clima in Sicilia. L'analisi, condotta a scala regionale, ha riguardato la valutazione dei trend e delle correlazioni di un set di serie storiche di pioggia e di temperatura alle diverse scale temporali: annua, semestrale e trimestrale.

## Materiali e metodi

Usando criteri di: omogeneità, massima consistenza, disponibilità nello stesso sito di entrambe le informazioni pluviometrica e termometrica, copertura spaziale uniforme, sono stati raccolti i dati giornalieri di 30 stazioni di misura appartenenti alla rete dell'Ufficio Idrografico Regionale. A queste ultime sono state aggiunte, per completezza areale, 7 stazioni pluviometriche. La consultazione di fonti storiche, quali le pubblicazioni di F. Eredia (1918) e le raccolte curate dall'Osservatorio Astronomico G. Vaiana di Palermo (Micela *et al.*, 2000) ha permesso di estendere il periodo

di osservazione (1806-2003) ottenendo una media di 99 anni; le serie termometriche, che hanno inizio nel 1924, raggiungono una media campionaria di 73 anni. Nella preparazione del data-base si è provveduto a costituire la continuità temporale delle serie storiche mensili con una procedura di tipo regressivo tra le serie ricadenti in aree geograficamente omogenee, "riscaldando" successivamente i valori ricostruiti con la procedura suggerita da Brunetti (2004) per preservare la distribuzione dei dati originali.

Le grandezze prese in considerazione sono state: la temperatura media,  $T_m$ ; la temperatura massima,  $T_{max}$ ; la temperatura minima,  $T_{min}$ ; la differenza  $\Delta T$  tra temperatura massima e minima e l'altezza di pioggia cumulata,  $H$ . Sono stati altresì considerati due parametri della precipitazione, che ne rappresentano il carattere stocastico a piccola scala, ovvero, l'altezza media,  $\alpha$  e la frequenza degli eventi piovosi giornalieri,  $\lambda$  (inverso del tempo medio di attesa tra due eventi).

Gli intervalli temporali considerati nell'analisi sono stati l'anno, i semestri, secco ed umido ed i trimestri, autunno, inverno, primavera ed estate.

L'analisi dei trend è stata eseguita, a scala regionale, sui due set delle 37 serie pluviometriche (107 anni) e delle 30 serie termometriche (80 anni). L'individuazione dei trend è stata condotta mediante l'applicazione del test statistico non parametrico di Mann Kendall nella versione "regionale" (Regional Average Mann Kendall, RAMK), che rappresenta le proprietà spaziali del trend tenendo conto dell'autocorrelazione e della cross-correlazione presente nel set di dati osservati nell'area di indagine (S.Yue, C. Y. Wang, 2002). La stima robusta della pendenza delle rette interpolatrici è stata eseguita con il metodo non parametrico di Theil.

Le correlazioni tra pioggia e temperatura sono state valutate per il periodo di osservazione contemporaneo 1924-2003.

Per tutte le scale temporali sono state indagate le relazioni tra la variabile pluviometrica espressa dal volume  $H$  o dalla frequenza delle piogge giornaliere,  $\lambda$  ed i valori medi di,  $T_{max}$ ,  $T_{min}$  e  $\Delta T$ . Avendo riscontrato, da un'analisi preliminare, l'omogeneità di comportamento dell'intero set di stazioni, per esprimere la tendenza regionale delle relazioni su dette, sono state estratte le prime componenti principali (1° PC) rispettivamente dalle serie di precipitazione ( $H$ ,  $\lambda$ ) e dalle corrispondenti serie di

temperatura ( $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $\Delta T$ ). Le correlazioni sono state quindi eseguite tra le due variabili ortogonalizzate che rappresentano un'informazione mediamente superiore al 60% della varianza dei dati originali. La stima della correlazione è stata condotta sia per le serie "originali" che per quelle detrendizzate con filtro di Hodrik-Prescott.

## Risultati

Con riferimento ai valori di precipitazione l'analisi ha evidenziato un trend significativo negativo alla scala annua che sembra imputabile al semestre umido ed in particolare al trimestre invernale (Tab. 1). Tale tendenza alla riduzione dei volumi di pioggia è riconosciuta da altri ricercatori, con riferimento all'isola (Cannarozzo *et al.*, 2006) o alla più ampia area del meridione d'Italia (Brunetti *et al.*, 2000). Analogo andamento è stato riscontrato per le variabili che rappresentano il carattere di intermittenza della pioggia. Il trend negativo dell'intensità  $\alpha$  risulta significativo anche nel periodo secco mentre la frequenza degli eventi piovosi,  $\lambda$  mostra tendenze contrastanti: alla riduzione, in periodo umido, all'aumento, durante il periodo secco. In complesso, ad una riduzione prevalentemente invernale dei volumi medi di precipitazione giornaliera si accompagna una riduzione della frequenza degli eventi.

Tab. 1 – Valori regionali dei trend ( $H$ : mm/anno;  $\alpha$ : mm/die/anno;  $\lambda$ : 1/die/anno;  $T$ : °C/anno) per le grandezze pluviometriche e termometriche (in campo grigio i valori non significativi al 5%).

	anno	sem_u	sem_s	aut	inv	pri	est
<b>H</b>	-0.785	-0.723	-0.045	-0.345	-0.423	-0.122	0.061
<b><math>\alpha</math></b>	-0.021	-0.021	-0.014	-0.021	-0.024	-0.016	-0.006
<b><math>\lambda</math></b>	-1E-04	-5E-04	3E-04	-3E-04	-6E-04	2E-04	3E-04
<b><math>T_m</math></b>	0.015	0.016	0.013	0.014	0.019	0.014	0.014
<b><math>T_{max}</math></b>	0.013	0.017	0.009	0.014	0.021	0.010	0.009
<b><math>\Delta T</math></b>	-0.004	0.002	-0.009	0.000	0.003	-0.008	-0.010

Le temperature medie e massime mostrano, invece, una significativa tendenza complessiva all'incremento, per tutte le scale temporali considerate. L'escursione termica,  $\Delta T$ , inversamente correlata alla copertura nuvolosa, mostra un trend negativo che appare significativo solo per il semestre secco e per le stagioni primaverile ed estiva.

Tab. 2 – Coefficienti di correlazione ( $R$ ) per le relazioni indagate – dati originali (in campo grigio le correlazioni non significative al 5%).

Correlazione tra le 1° PC	sem_u	aut	inv	sem_s	prim	est
	R	R	R	R	R	R
<b>H-<math>T_{max}</math></b>	-0.467	-0.377	-0.704	-0.352	-0.440	-0.141
<b>H-<math>T_{min}</math></b>	-0.297	-0.170	-0.232	-0.214	-0.261	-0.130
<b>H-<math>\Delta T</math></b>	0.184	-0.387	-0.672	-0.167	-0.521	-0.145
<b><math>\lambda</math>-<math>T_{max}</math></b>	-0.567	-0.406	-0.768	-0.071	-0.045	0.122
<b><math>\lambda</math>-<math>T_{min}</math></b>	-0.377	-0.421	-0.327	0.000	0.000	0.122
<b><math>\lambda</math>-<math>\Delta T</math></b>	0.122	-0.389	-0.507	-0.134	-0.084	-0.063

I risultati dell'analisi di correlazione, esposti nelle tabelle 2 e 3, mostrano, in generale, come le correlazioni significative siano tutte negative, in accordo con l'analisi di Brunetti *et al.*, (2000) e Tremberth e Shea, (2005) limitatamente all'area mediterranea.

Tab. 3 – Coefficienti di correlazione ( $R$ ) per le relazioni indagate – dati detrendizzati (in campo grigio le correlazioni non significative al 5%).

Correlazione tra le 1° PC	sem_u	aut	inv	sem_s	prim	est
	R	R	R	R	R	R
<b>H-<math>T_{max}</math></b>	-0.311	-0.332	-0.401	-0.539	-0.490	-0.302
<b>H-<math>T_{min}</math></b>	-0.045	-0.032	-0.114	-0.365	-0.253	-0.141
<b>H-<math>\Delta T</math></b>	-0.307	-0.430	-0.709	-0.583	-0.643	-0.424
<b><math>\lambda</math>-<math>T_{max}</math></b>	-0.458	-0.427	-0.520	-0.122	-0.071	0.000
<b><math>\lambda</math>-<math>T_{min}</math></b>	-0.134	-0.105	-0.212	-0.138	-0.020	-0.032
<b><math>\lambda</math>-<math>\Delta T</math></b>	-0.395	-0.449	-0.780	-0.014	-0.095	-0.138

Come può osservarsi, il quadro complessivo non cambia sostanzialmente per le serie detrendizzate confermando che le tendenze ad andamento discorde, che caratterizzano le piogge e le temperature, non alterano significativamente la struttura correlativa tra le grandezze climatiche.

Con riferimento alle serie detrendizzate (Tab. 3) le relazioni significative sono H( $T_{max}$ ) ed H( $\Delta T$ ) per entrambe i semestri e per tutte le stagioni mentre le relazioni tra frequenza  $\lambda$  e  $T_{max}$  o  $\Delta T$  risultano significative nel solo semestre umido e nelle relative stagioni. Evidente anche un andamento stagionale dei valori che raggiunge il massimo nei periodi invernale o primaverile ed i minimi in autunno ed estate.

## Conclusioni

L'analisi a scala regionale delle precipitazioni e delle temperature rilevate in un campione di 30 stazioni distribuite uniformemente in Sicilia, ha evidenziato, in complesso, l'andamento discorde dei relativi trend che inquadra l'area studiata in ambito siccitoso. Correlazioni negative tra le due grandezze, persistenti tutto l'anno, indicano una tendenza climatica negli ultimi 80 anni caratterizzata prevalentemente da stagioni calde e secche o fredde ed umide.

## Bibliografia

- Brunetti, M., Maugeri, M., Nanni, T., 2000. Variations of Temperature and precipitation in Italy from 1866 to 1995. *Theor. Appl. Climatol.*, 65: 165-174
- Brunetti, M., et al., 2004. Relazione tecnico scientifica II Anno del Progetto finalizzato CLIMAGRI.
- Cannarozzo, M., Liuzzo, L., Noto, L.V., Viola, F., 2006. Distribuzione spaziale dei trend pluviometrici in Sicilia. XXX C. di Idr. e Costr. Idr.
- Eredia, F., 1918. Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915. M.L.P. Ispettorato del Servizio Idrografico, Roma.
- Huntington, T.G., 2005. Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. *Journ. of Hydr.*, 319: 83-95.
- IPCC, Tirdh Assessment Report, Cambridge University Press, 2001.
- Micela, G., Granata, L., Iuliano, V., 2000. Due secoli di pioggia a Palermo. Osservatorio Astronomico di Palermo G.S. Vaiana – Università di Palermo.
- Tremberth, K.E., Shea, D.J., 2005. Relationships between precipitation and surface temperature. *Geophysical research Letters*, 32: L14703.
- Yue, S., Wang, C.Y., 2002. Regional streamflow trend detection with consideration of both temporal and spatial correlation. *International Journal of Climatology*, 22: 933-946.