

# STUDIO PROBABILISTICO PREDITTIVO SULLE PRINCIPALI VARIABILI CLIMATICHE DELL'AREA DEL FUCINO

Trabucco A.

Regione Abruzzo ARSSA- Centro Agrometeorologico Regionale, e-mail [adriana.trabucco@meteoarssa.abruzzo.it](mailto:adriana.trabucco@meteoarssa.abruzzo.it)

## Abstract

Lo studio riportato, realizzato nell'ambito del progetto nazionale "Metodologie e sistemi integrati per la qualificazione di produzioni orticole del Fucino"- Progetti Strategici del MIUR affronta l'analisi probabilistica di serie storiche termo-pluviometriche rilevate da cinque stazioni situate nell'areale del Fucino (Altopiano interno in provincia dell'Aquila). In accordo con la letteratura corrente sull'inevitabilità del ricorso al calcolo delle probabilità per trattare coerentemente i sistemi ed i processi affetti da incertezza e con le linee metodologiche tracciate dal report di riferimento del WMO (Technical report n. 143 "On the statistical analysis of series of observations"), sono stati sviluppati modelli autoregressivi che hanno consentito di individuare gli aspetti strutturali e tipici dei parametri indagati (temperature e precipitazioni) e di prevedere il valore atteso dei processi studiati, nell'anno successivo all'ultima osservazione effettuata.

## Premessa

Lo studio riportato è stato realizzato su incarico dall'Agenzia dal Prof. Federico Mattia Stefanini del Dipartimento di Statistica "G. Parenti" dell'Università di Firenze nell'ambito del progetto nazionale "Metodologie e sistemi integrati per la qualificazione di produzioni orticole del Fucino"- Progetti Strategici del MIUR.

L'obiettivo era di ottenere informazioni di tipo quantitativo sulle caratteristiche climatiche dell'areale a supporto delle diverse fasi decisionali in campo agronomico..

A tal fine un'indagine approfondita sulla letteratura di settore (Bernardo e Smith, 1994; Lindley, 2000; il report di riferimento de WMO, Technical report n. 143 "On the statistical analysis of series of observations") segnalava l'inevitabilità del calcolo delle probabilità come strumento per trattare coerentemente i sistemi ed i processi affetti da incertezza.

Lo studio aveva l'obiettivo assegnato di operare un'analisi univariata delle diverse serie storiche con modelli supportati dalle osservazioni disponibili, con la sola ambizione di approssimare la descrizione probabilistica del processo senza la benché minima pretesa di costituire né il "vero modello del processo", né la descrizione causale del fenomeno climatologico.

Considerato che in ambito agroclimatologico, non è plausibile ipotizzare a priori la stazionarietà del processo generatore dei dati (le stesse componenti di stagionalità ammettono sensibili variazioni annuali) e che i fenomeni agricoli mostrano una tipicità legata alla località considerata ed alcune peculiarità dipendenti dall'anno in corso, lo studio doveva fornire indicazioni sul regime termico e pluviometrico annuale nelle diverse località a scala pentadale e precisamente riportare:

- gli intervalli di valori maggiormente probabili (tipicità) a supporto all'ambito decisionale di lungo periodo;
- i valori attesi futuri e l'incertezza ad essi associata, per i 6 – 12 mesi successivi all'ultima osservazione effettuata (peculiarità dell'anno in corso) a supporto all'ambito decisionale di medio- breve periodo;
- l'imputazione dei dati mancanti;
- l'analisi dei valori atipici (outliers), cioè quelli dubbi che potrebbero essere affetti da errori di vario tipo (mal funzionamento temporaneo del sensore, errore di trascrizione, errore di digitazione) per ottenere anche la validazione delle serie analizzate.

## Materiali e metodi

Per lo studio sono stati utilizzati i dati disponibili presso la Banca Dati Meteorologica e

Storica del Centro, dove relativamente all'areale di interesse sono archiviati i rilievi termo-pluviometrici effettuati dal 1951 al 2000 (con aggiornamento fino al 31.12.03) da 5 stazioni: Avezzano Avezzano-bis, Borgo 8000, San Benedetto dei Marsi e Ortucchio.

In accordo con la letteratura corrente, il processo precipitazione (W), è stato rappresentato come il risultato della composizione di due processi distinti: il processo occorrenza (Q) che rappresenta l'indicatore dell'evento precipitazione (0 = assente, 1 = presente) ed il processo intensità, positivo condizionatamente a  $Q = 1$ . Sono stati quindi costruiti classi di modelli parametrici per W, o meglio per i processi componenti Z e Q. A partire da modelli GLM (di tipo gamma per le intensità e di tipo binomiale per le occorrenze) sono stati adattati una serie di modelli di complessità decrescente. Per ognuno è stato calcolato il valore del *Bayesian Information Criterion* (BIC) che risulta minimo per il modello migliore. Il modello che mostrava BIC inferiore è stato scelto come modello di lavoro (*working model*). La risultante distribuzione finale (funzione predittiva multidimensionale), è stata impiegata per simulazioni con il metodo Monte Carlo Per le serie relative alla temperatura massima e minima, a seguito di un'approfondita valutazione preliminare di tipo metodologico, è stato optato per modellare la ciclicità stagionale con armoniche di Fourier, e includere un certo numero di termini di autocorrelazione (variabile da serie a serie). La scelta dei modelli è stata fatta ricorrendo al criterio informativo AIC. Si è proceduto quindi con un modello congiunto AR-stagionale. Tutti i modelli elaborati per ogni singola serie, sono stati validati con metodi basati sullo studio dei residui modellistici.

## Risultati ottenuti

La classe di modelli sviluppata sulla base dei dati osservati, permette di valutare i valori candidati per essere estremi (potenziali errori da convalidare), di imputare i valori mancanti (quando la contiguità è limitata) e di prevedere il valore atteso dei processi studiati nell'anno successivo all'ultima osservazione

effettuata (probabilità di occorrenza, intensità di precipitazione e temperatura). Nelle figure che seguono si riportano alcuni dei risultati ottenuti per una delle località esaminate: Avezzano (AQ).

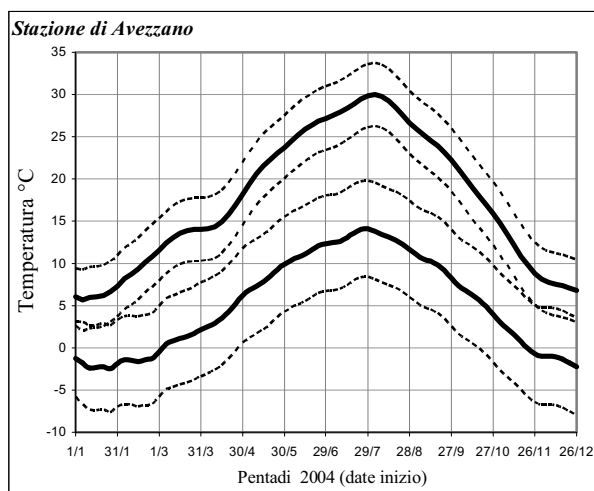


Fig.1 Valori attesi futuri della temperatura massima e minima inclusi fra due valori (linee tratteggiate) che indicano l'incertezza associata alla previsione per il 2004, approssimativamente di livello 0.95.

La caratterizzazione agroclimatologica dell'areale può essere ottenuta comparando la parte "stabile" dei modelli, quella che non dipende dallo specifico anno considerato, ma che si suppone rimanga invariata nel futuro per lungo tempo, a meno di un cambiamento strutturale imprevedibile. Il confronto fra le località esaminate è stato possibile poiché l'approccio metodologico utilizzato permette di caratterizzare le oscillazioni annuali probabilisticamente e di paragonarle tra serie diverse. L'aspetto previsionale vero e proprio, come atteso, rimane la parte più debole dei modelli sviluppati anche per effetto delle limitazioni imposte dagli obiettivi dello studio. Un miglioramento in questa direzione potrebbe ottenersi solo complicando la loro struttura, con informazioni su altre variabili condizionanti: le oscillazioni cicliche solari potrebbero spiegare quote ulteriori di variabilità e migliorare l'orizzonte previsivo, l'introduzione di una struttura latente Markoviana potrebbe risultare efficace per spiegare transizioni di regime che persistano lungo gli anni (esempio, periodi di siccità, ecc...). Ulteriori benefici si potrebbero inoltre ottenere nel passare a modelli spazio-temporali, in cui la previsione dipende quantitativamente dalla struttura esistente nello spazio oltre che dalle caratteristiche del fenomeno temporale. Chiaramente un aumento di complessità dei modelli utilizzati si traduce anche in un incremento di complessità di gestione degli output prodotti

### Conclusioni

I risultati ottenuti si sono dimostrati di sicuro rilievo per le applicazioni agroclimatologiche. L'utilizzo dell'enorme potenzialità dei modelli esplorati, richiede non solo notevoli risorse scientifiche ed economiche, ma anche un'efficiente struttura per la gestione dei risultati.

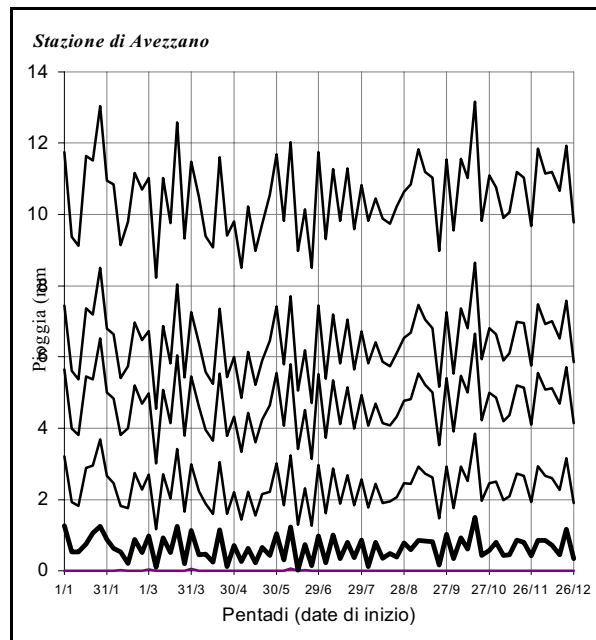


Fig.2 Quantili principali della distribuzione marginale dell'intensità di pioggia previsti per il 2004 (la linea più scura corrisponde al 50°percentile seguono quelle del 75°, 90°, 95 e 99°percentile)

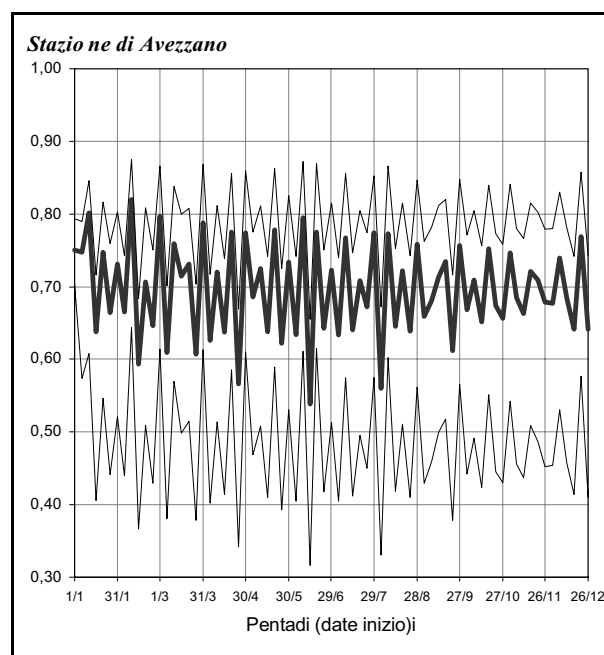


Fig.3 Quantili principali della distribuzione marginale della probabilità di pioggia prevista per il 2004 (la linea più scura corrisponde alla previsione mediana, le linee estreme riportano rispettivamente il percentile 5% e 95%).

### Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Federico M. Stefanini per i commenti a questa presentazione.

### Bibliografia

I riferimenti bibliografici saranno pubblicati nella versione integrale del lavoro.