

I presupposti scientifici: risultati della ricerca su andamenti climatici e selvicoltura

Fabrizio D'Aprile, CREA-SEL

CONVEGNO DI PRESENTAZIONE
IL PROGETTO AFORCLIMATE: PIANIFICARE LA GESTIONE FORESTALE
IN BASE ALLA VARIABILITÀ CLIMATICA

31 MARZO 2017 | AREZZO
SALA ALDO PAVARI - CREA SEL

Dove nasce l'idea

- [IUFRO, Melbourne, 1998.pdf](#)
- [D'Aprile, 1998b.pdf](#)
- [IUFRO, Nancy, 2000.pdf](#)
- [12-10-30 program workshop kk 2012 v4.pdf](#)
- [2 alaf program final.pdf](#)

Bibliografia e Riferimenti

http://presentations.copernicus.org/EGU2011-1170_presentation.pdf

https://scholar.google.com/citations?user=rg3_Bo4AAAAJ&hl=en

[EGU2014_b.pdf](#)

[Letteratura](#)

[Open Journal of Forestry Vol.5, n.4.pdf](#)

(more than 3,000 downloads worldwide from 2015)

European Geosciences Union General Assembly 2016

Short Courses and Topical Meetings

SC.40 Forest Management under Climate Change

F. D'Aprile⁽¹⁾, N. Tapper⁽¹⁾, H. Ramkissoon⁽²⁾

⁽¹⁾ Monash University, School of Earth, Atmosphere and Environment, Australia

⁽²⁾ Curtin, Curtin Business School, Tourism Research Cluster, Australia

Vienna, Austria, 17 – 22 April 2016

Le basi climatologiche

European Geosciences Union
 General Assembly 2016
 Session
'Mountain climates: processes, change and related impacts'
 Vienna, Austria, 17 – 22 May 2016

VARIABILITY IN TRENDS OF ANNUAL MEAN TEMPERATURE AMONG FORESTED AREAS IN THE APENNINE ALPS (MIDDLE ITALY)

F. D'Aprile⁽¹⁾ and N. Tapper⁽²⁾

⁽¹⁾ School of Earth, Atmospheric and Environmental Science, Monash University, Clayton Campus, Melbourne VIC 3168, Australia (fabrizio.daprile@monash.edu)
⁽²⁾ Professor, School of Earth, Atmospheric and Environmental Science, Clayton Campus, Melbourne VIC 3168, Australia (nigel.tapper@monash.edu)

MONASH University
 School of Earth, Atmospheric and Environment

CORPO FORESTALE DELLO STATO
 Ufficio Territoriale per la Biodiversità e Patocoscia (AR)
 Italy

Aim of the research

In 2006 the School of Geology and Environmental Sciences of Monash University in collaboration with the Italian Forest Corps (Corpo Forestale dello Stato), Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Vallombrosa (Firenze) and Pratovecchia (Arezzo) started to monitor the variability in temperature and rainfall in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy) (Fig. 1). First results showed unexpected variability in trends of both the climate variables and in particular very high variability in similarity of trends among sites even at short distance. Although the time series are ultra-century in some sites, trends in temperature and rainfall at the monthly level would show no increase in temperature in the last decadal. However, in some sites a relative cooling is shown in the 2000s and similar warmer periods occurred various decades ago. In the area, climate warming appears to reach levels that may have relevant implications for forest composition and shift. The relatively fast increase in temperature during the last 3-4 decades further strengthens the importance to continue monitoring climate variability to a deeper level and extend the understanding of its effects at the local level.

After years, this uncertainty poses the question whether the phenomena were due to some anomaly in the periodical oscillations of 6-7 years of length (spectral Fourier analysis) or the dominant trends in variability of monthly temperature are changed.



Fig. 1 - Location of the five meteorological stations on top of the Tuscan Apennine Alps. Abbreviations: AB, Camaldoli; CM, Campagna; LA, La Verna; VA, Vallombrosa.

| Station | Elev. (m) | UTM Coordinates | | Period (years) |
|-------------|-----------|-----------------|--------|----------------|
| | | X | Y | |
| Abstone | 1345 | 4383077 | 432556 | 1951-2003 |
| Camaldoli | 1111 | 4344670 | 720339 | 1893-2013 |
| Campagna | 1050 | 4416300 | 707570 | 1947-2014 |
| La Verna | 1115 | 4404297 | 736176 | 1856-2014 |
| Vallombrosa | 975 | 4404229 | 705616 | 1872-2013 |

Research Question

How does temperature increase in the Apennine Alps (Middle Italy) during and after the 20th century?

Annual temperature trends

Statistical analysis show different trends in annual mean temperature at the five sites (Fig. 2). For example, the 1960s at Abstone feature a very warm period that does not occur at the other study sites, at Camaldoli, temperature decreases during the 1960s while it increases at Vallombrosa. Smoothing of the annual mean temperature series is made by moving average; spectral Fourier analysis would suggest the presence of 6-7 years sub-periods in temperature variability.

Seven-year moving averages highlight some relevant differences in trends of annual mean temperature among sites (Fig. 3), and previous occurrence of periods warmer than in recent decades (i.e. VA during the 1940s). From the 1980s, differences in values of annual mean temperature seem to decrease among sites although the level of similarity of trends may still vary among sites in some cases.

A general moderate level of similarity among annual mean temperature series is confirmed by matrix correlation (Table 2); in some cases, similarity is good (i.e. CM-LA, VA-CP).

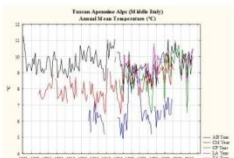


Fig. 2 - Annual mean temperature at the five study sites. AB is Abstone, CM is Camaldoli, CP is Campagna, LA is La Verna, and VA is Vallombrosa.

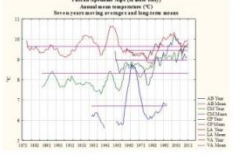


Fig. 3 - Seven-year moving averages of annual mean temperature at the five study sites. AB is Abstone, CM is Camaldoli, CP is Campagna, LA is La Verna, and VA is Vallombrosa.

Table 2 - Higher values of Pearson coefficients of correlation of annual mean temperature when trend is in the opposite mean temperature at the other study sites (Camaldoli, La Verna, and Vallombrosa).

| | Correlation of 7-Year Moving Averages of Annual Mean Temperature | | | | |
|---------|--|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | AB Year | CM Year | CP Year | LA Year | VA Year |
| AB Year | 1.00 | r = 0.33 p = 0.03 | r = 0.31 p = 0.03 | r = 0.22 p = 0.27 | r = 0.22 p = 0.22 |
| CM Year | r = -0.38 p = 0.03 | 1.00 | r = 0.42 p = 0.02 | r = 0.43 p = 0.02 | r = 0.49 p = 0.04 |
| CP Year | r = 0.35 p = 0.07 | r = 0.40 p = 0.02 | 1.00 | r = 0.40 p = 0.02 | r = 0.79 p = 0.00 |
| LA Year | r = 0.21 p = 0.21 | r = 0.43 p = 0.02 | r = 0.40 p = 0.02 | 1.00 | r = 0.60 p = 0.00 |
| VA Year | r = 0.22 p = 0.22 | r = 0.49 p = 0.004 | r = 0.79 p = 0.00 | r = 0.60 p = 0.00 | 1.00 |

Variability in similarity of annual mean temperature trends

Annual mean temperature over time shows that similarity in trends among sites is highly non-stationary and varies irregularly during the previous and the current century (Fig. 4). Similarity spans between moderate and highly positive values and negative values.

However, a change in trends' similarity seems to occur from the 1980 (Fig. 4b), the variability of similarity appears reduced and/or occurring relatively more regularly.

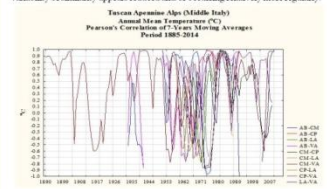


Fig. 4a - Pearson's r correlation of 7-year moving averages between paired sites.

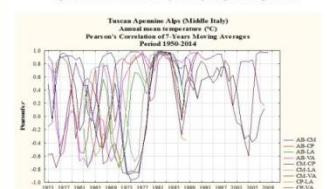


Fig. 4b - Pearson's r correlation of 7-year moving averages between paired sites.

Modification of season length?

At the monthly level (Fig. 5a), agglomeration of months seems to cluster a way different from the traditional DJF (winter), M-A-M (spring), J-A-S (summer), and S-O-N (autumn). At first glance, winter and summer seems to extend against spring and autumn. If so, schematically (warmer) winter might be formed by December, January, February, and March; spring by April and May; summer by June, July, August, and September; and autumn by October and November. This tendency, if confirmed, appears to be more marked during the last decades (Fig. 5b).

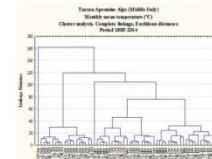


Fig. 5a - Dendrogram of monthly mean temperature series among sites produced by agglomerative hierarchical clustering.

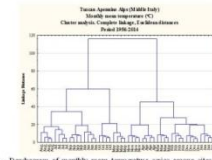


Fig. 5b - Dendrogram of monthly mean temperature series among sites produced by agglomerative hierarchical clustering.

Conclusions

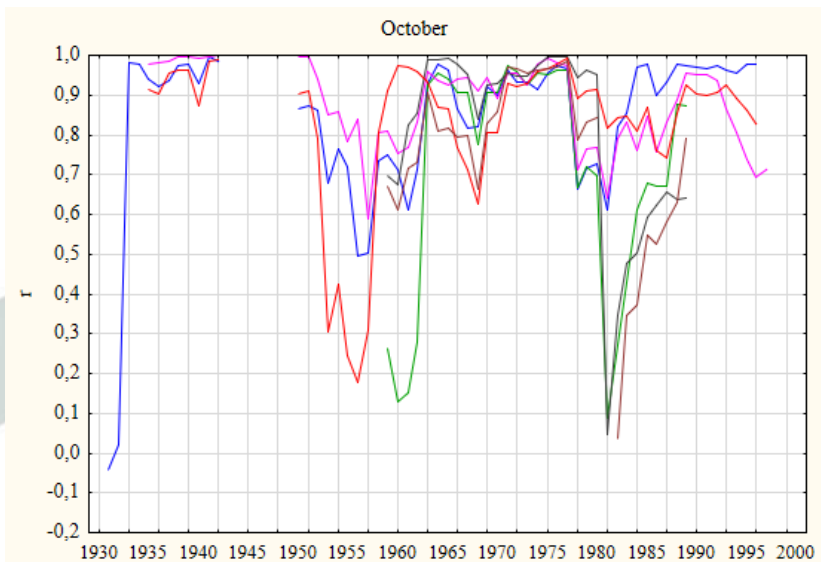
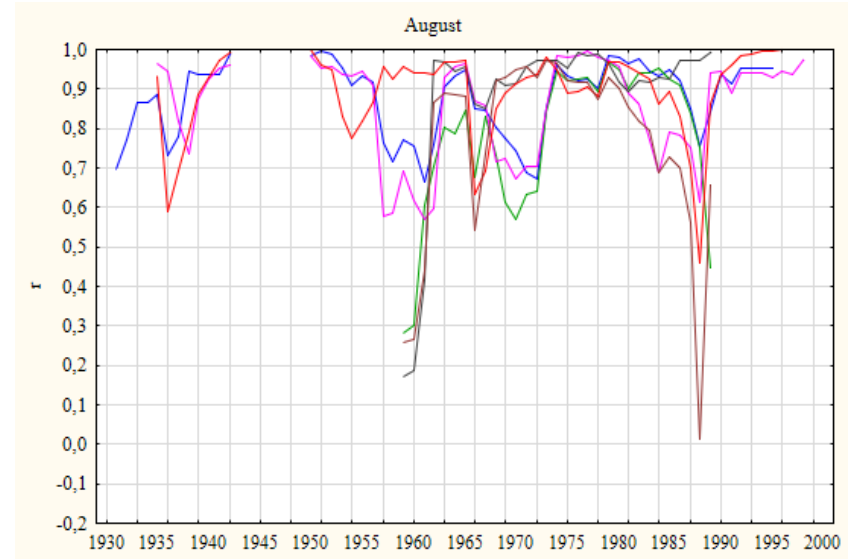
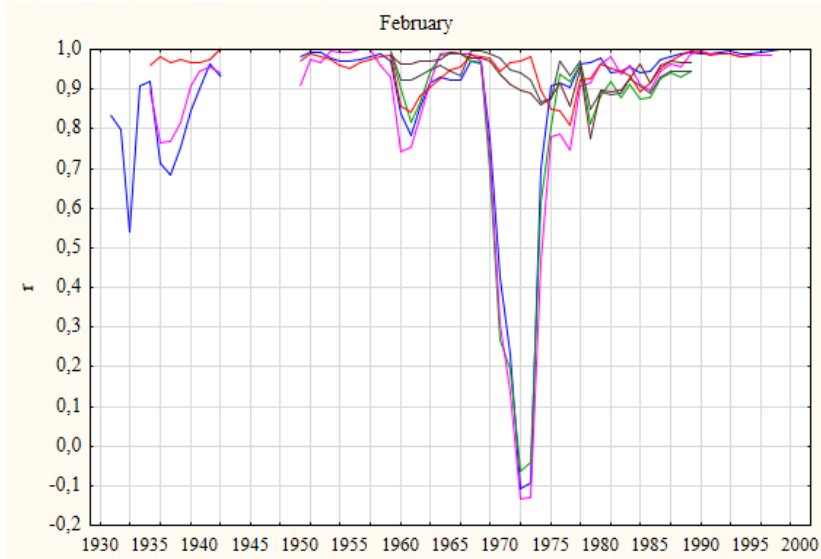
This study contributes to highlight the importance of further exploring the causes of variability in trends of temperature at the local level when effects of climate variability are investigated.

In some sites, warmer periods have occurred in the past. This would suggest continuing to monitor climate variability at the site level and spatial scale. Master series of mean temperature may fail in detecting alterations that occur at the monthly level and especially when climate variability is implemented in planning and management of natural resources in mountain regions. In forested areas, trends in temperature at the regional or higher scale may smooth variability at the local level that can have relevant effects on tree growth and health instead.

Although a main tendency of temperature to increase over recent decades seems to be present, any potential tendency to the homogenization of trends and changes in the extent of seasons may have strong effects on mountain forest ecosystems. If so, the causes of this phenomenon, which has to be verified at the regional scale, need to be investigated.

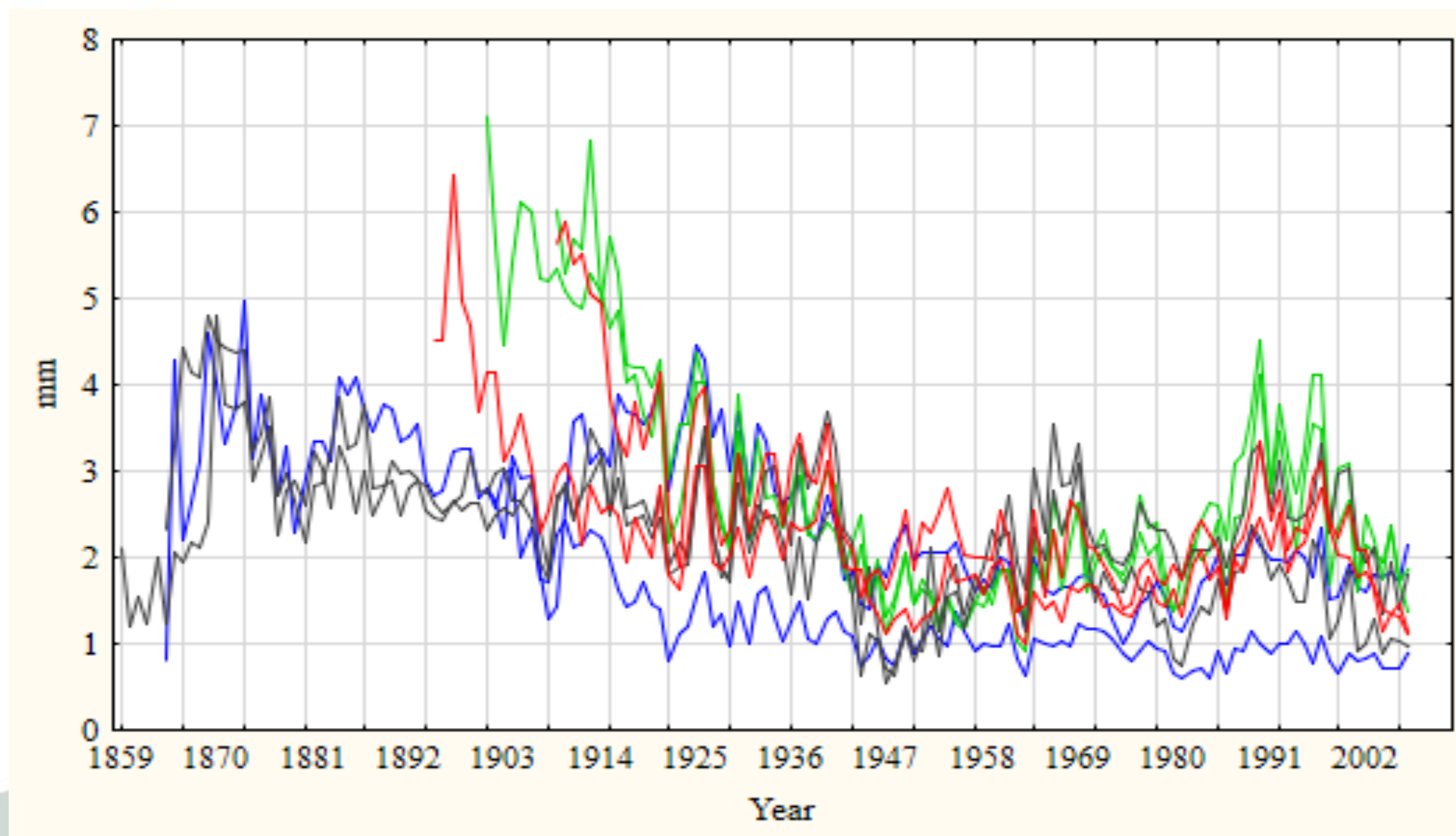
Changes in the length of seasons can also have relevant impacts in the phenology and growth of plant species. This would require to approach the monitoring of trends in climate variability by implementing phenological and/or plant growth monitoring.

Le basi climatologiche



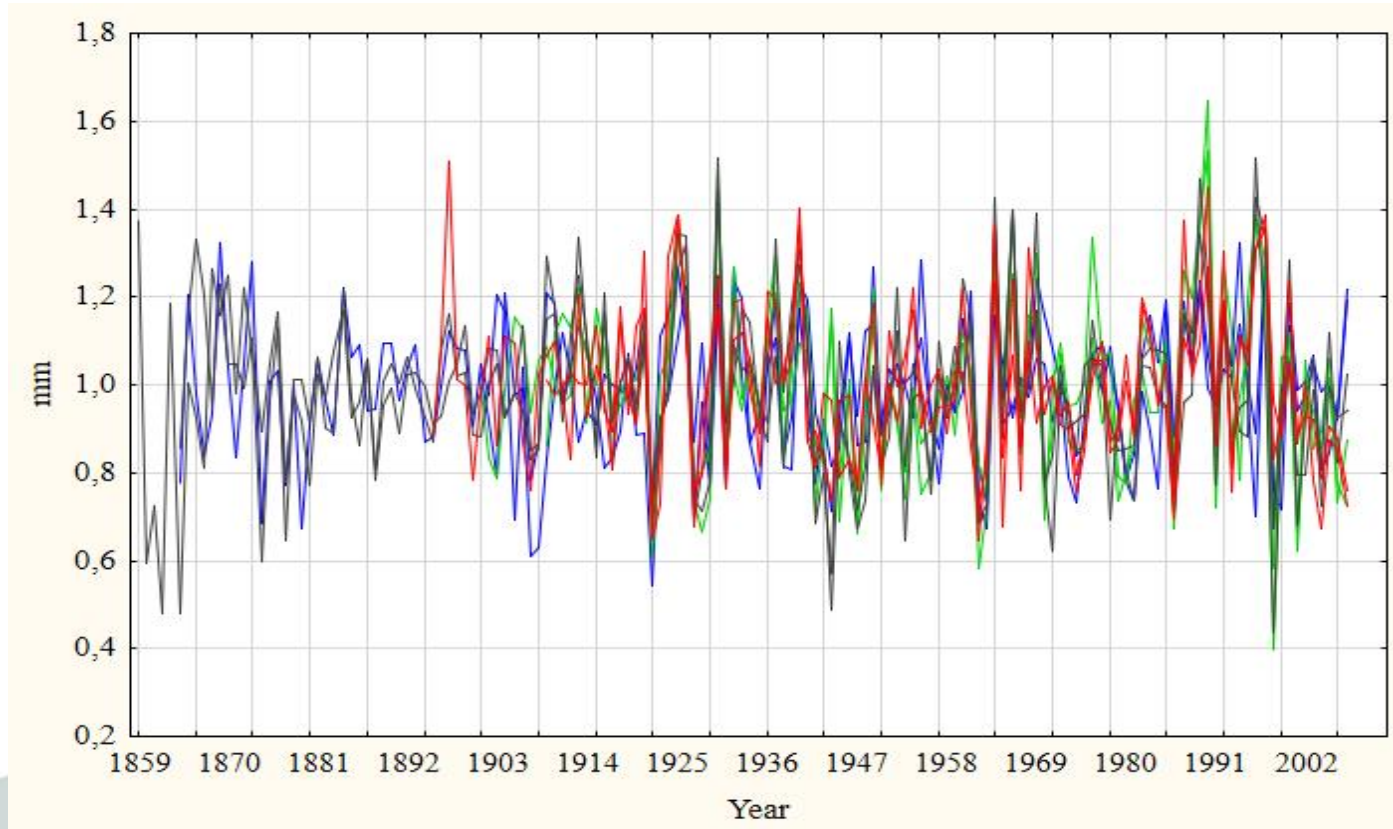
Variabilità del Pearson's r nella correlazione tra le medie mobili di 7 anni della temperatura media di Febbraio, Agosto ed Ottobre tra coppie di siti nell'area di studio durante il 20° secolo. La coppia ABE-CAM è mostrata dalla linea blu, ABE-VAL è in magenta, ABE-LAV è verde, CAM-VAL è rossa, LAV-VAL è marrone e CAM-LAV è grigio scuro.

Le basi dendrocronologiche



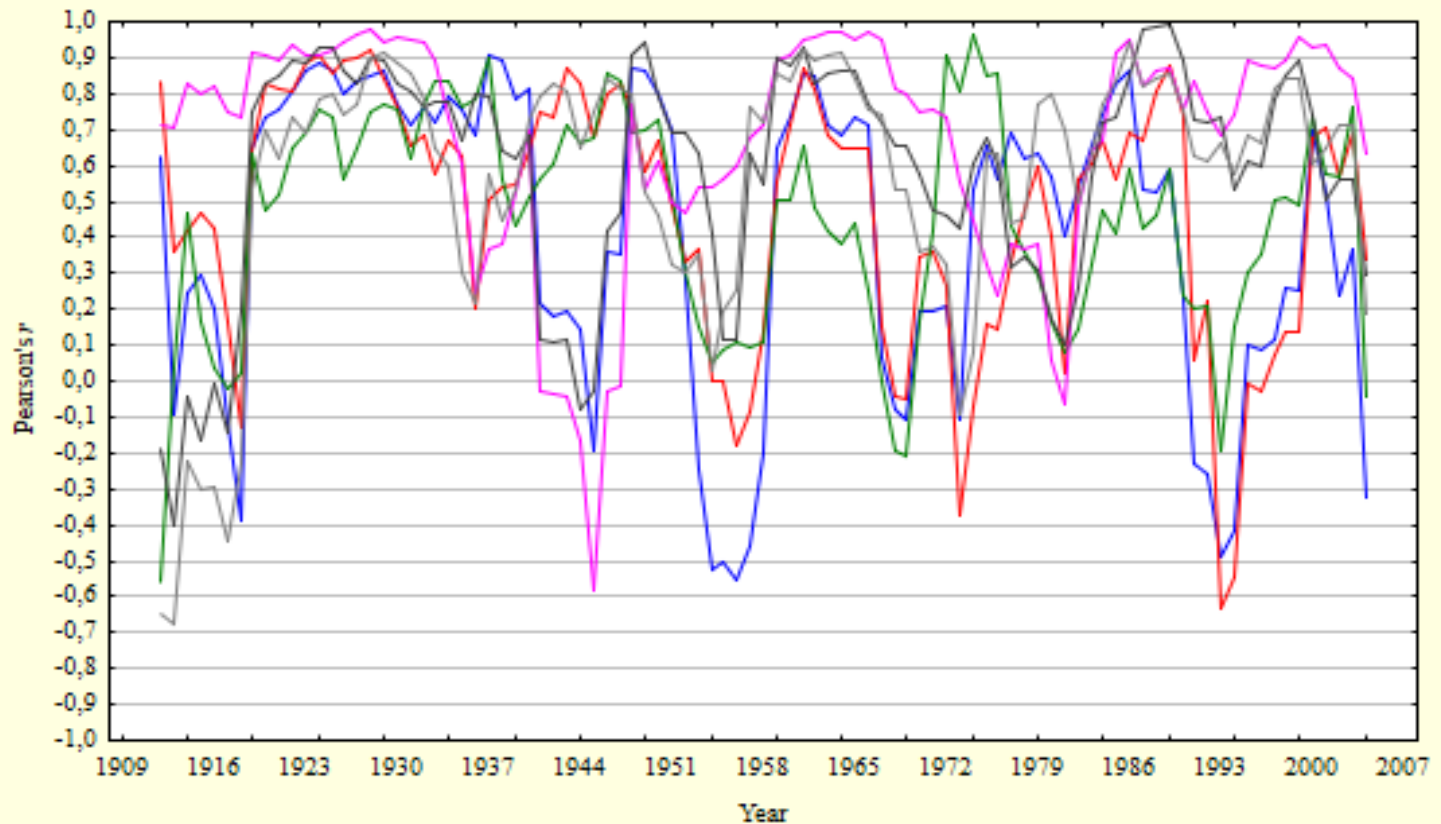
Serie cronologiche anulari grezze dalla fine del **1850 al 2007** di tutte le abetine campionate nell'area di studio. Ogni colore indica una stazione, con un'area in alto ed una in basso (massimo gradiente altitudinale). ABE è blu, CAM è verde, LAV è nero e VAL è rosso.

Le basi dendrocronologiche



Errore residuale standardizzato (ERS) delle serie cronologiche anulari dalla fine del 1850 al 2007 di tutte le abetine campionate nell'area di studio. Ogni colore indica una stazione, con un'area in alto ed una in basso (massimo gradiente altitudinale). ABE è blu, CAM è verde, LAV è nero e VAL è rosso.

Le basi dendrocronologiche



Variabilità della correlazione semplice (Pearson's r) tra medie mobili di 7 anni degli ERS fra le aree campionarie superiori delle abetine nell'area di studio nel periodo 1909-2007. ABE-CAM è blu, ABE-LAV è rossa, ABE-VAL è verde, CAM-LAV è magenta, CAM-VAL è grigio scuro e LAV-VAL è grigio chiaro.

| ABE Upper | ABE Lower | CAM Upper | CAM Lower | LAV Upper | LAV Lower | VAL Upper | VAL Lower |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 |
| 49.5 | 49.5 | 49.5 | 49.5 | 49.5 | 49.5 | 49.5 | 49.5 |
| 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 |
| 24.8 | 24.8 | 24.8 | 24.8 | 24.8 | 24.8 | 24.8 | 24.8 |
| 19.80 | 19.8 | 19.8 | 19.8 | 19.8 | 19.8 | 19.8 | 19.8 |
| 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 |
| 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 |
| 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| 9.9 | 9.9 | 9.9 | 9.9 | 9.9 | 9.9 | 9.9 | 9.9 |
| 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 |
| 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 |
| 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 |
| 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 |
| 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.13 |
| 3.96 | 3.96 | 3.96 | 3.96 | 3.96 | 3.96 | 3.96 | 3.96 |
| 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 | 3.81 |
| 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 |
| 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.54 |
| 3.41 | 3.41 | 3.41 | 3.41 | 3.41 | 3.41 | 3.41 | 3.41 |
| 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| 3.19 | 3.19 | 3.19 | 3.19 | 3.19 | 3.19 | 3.19 | 3.19 |
| 3.09 | 3.09 | 3.09 | 3.09 | 3.09 | 3.09 | 3.09 | 3.09 |
| 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 2.91 |
| 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.83 |
| 2.75 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.68 |
| 2.61 | 2.61 | 2.61 | 2.61 | 2.61 | 2.61 | 2.61 | 2.61 |
| 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 |
| 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 2.48 |
| 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 |
| 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 |
| 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 |
| 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 |
| 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 | 2.15 |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.11 |
| 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 | 2.06 |
| 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 | 2.02 |

Mean: 99.0; $6.64 \times 15 = 99.6$ (99.0)

Mean: 49.5; $6.64 \times 7 = 46.5$ (46.2)

Mean: 33.0; $6.64 \times 5 = 33.2$ (33.0)

Mean: 19.8; $6.64 \times 3 = 19.9$ (19.8)

Mean: 13.3; $6.64 \times 2 = 13.3$ (13.2)

Mean = 6.64 (6.6)

Periodi (anni) che compaiono con più frequenza **nelle ERS delle serie cronologiche anulari** come mostrato dall'analisi spettrale di Fourier. I periodi di picco sono in giallo, i picchi secondari in grigio.

I quesiti per lo sviluppo della ricerca

- 1) Schemi tradizionali o rigidi delle operazioni di gestione forestale danneggiano o peggiorano la resilienza degli ecosistemi forestali e la loro capacità di immagazzinare CO₂ in condizioni di cambiamenti del clima?
- 2) Può la variabile TEMPO essere usata per adattare una flessibilità nella gestione delle operazioni forestali (selvicolture) alla variabilità dei parametri climatici che hanno dimostrato di influenzare l'accrescimento delle foreste e degli alberi forestali?
- 3) Può il TEMPISMO (sincronizzazione temporale) essere usato nella gestione forestale per mantenere sia la sostenibilità delle produttività forestale ed un alto tasso di stoccaggio di CO₂?



Nelle attuali condizioni di cambiamenti del clima, le utilizzazioni forestali mostrano quattro principali situazioni. Il prelievo legnoso può avvenire:

- A) Quando il **tasso di crescita è decrescente**: la produttività futura viene probabilmente danneggiata, il capitale minimo di biomassa può venire alterato; lo stoccaggio di CO₂ è influenzato negativamente (linea rossa).

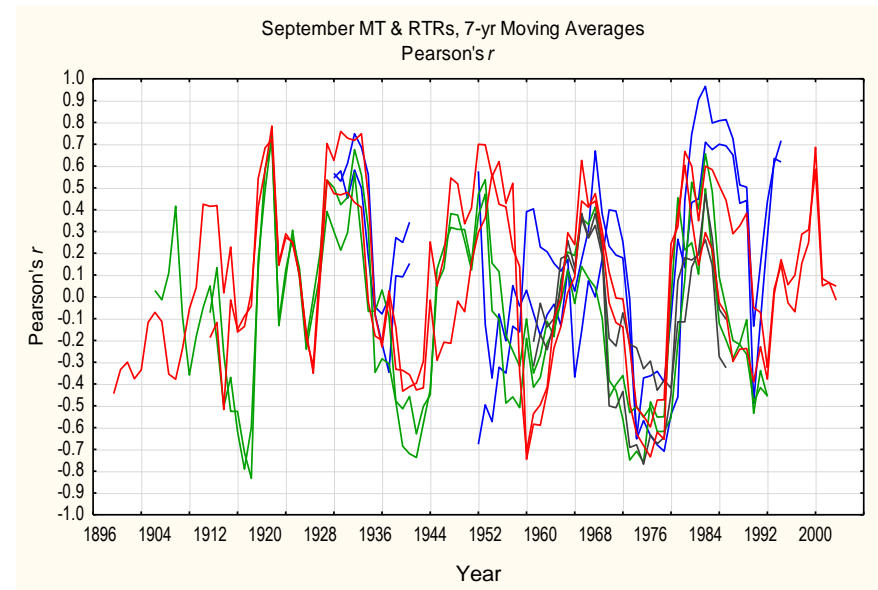
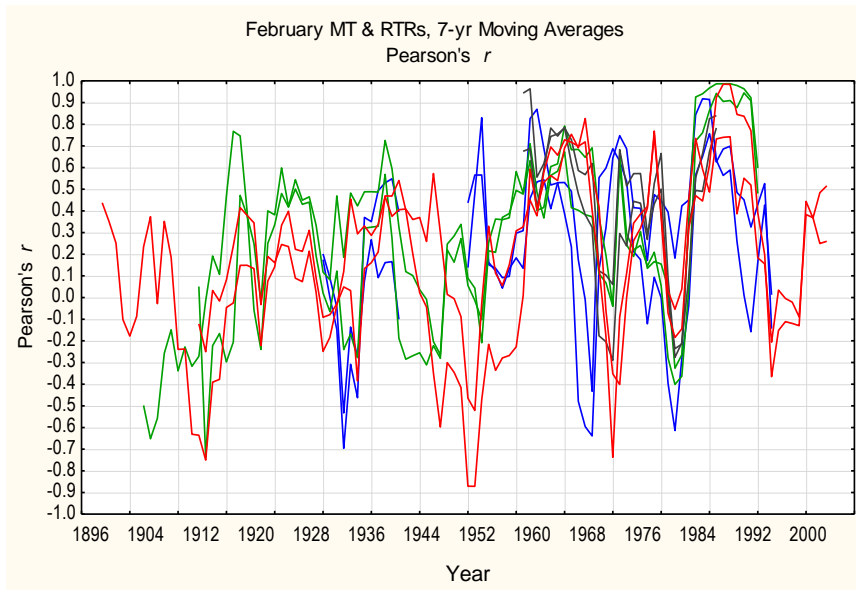
- B) Durante un **periodo di flesso (minimo) del tasso di accrescimento**: la biomassa minima necessaria per conservare, anzi preservare la resilienza della foresta è danneggiata. Il danno può essere sia temporaneo (decenni) che, la capacità di stoccaggio di CO₂ è ridotta severamente – aspetto che può essere visto anche emissione indiretta di CO₂ – dato che il bilancio di CO₂ è negativo (linea magenta).

- C) Quando il **tasso di accrescimento è positivo od in aumento**: la massa legnosa utilizzabile come pianificato può essere prelevata senza compromettere la resilienza e recupero della foresta. Lo stoccaggio di CO₂ rimane crescente (linea arancione).

- D) Durante un **periodo di massimo accrescimento**: la massa legnosa prelevata può essere anche superiore rispetto a quanto pianificato ed il tasso di stoccaggio di CO₂ può essere sopra quello medio (linea verde).

Il Tempo come fattore chiave nel cambiamento del clima e nell'accrescimento della pianta

Le condizioni dei cambiamenti climatici spesso interagiscono con la crescita della foresta a livello locale entro scenari regionali; la variabilità ed intensità delle variazioni a livello forestale possono essere più forti dei *trends* regionali (*master series*). A livello locale, la similarità dei *trends* delle variabili climatiche può differire marcatamente ed irregolarmente con il TEMPO.



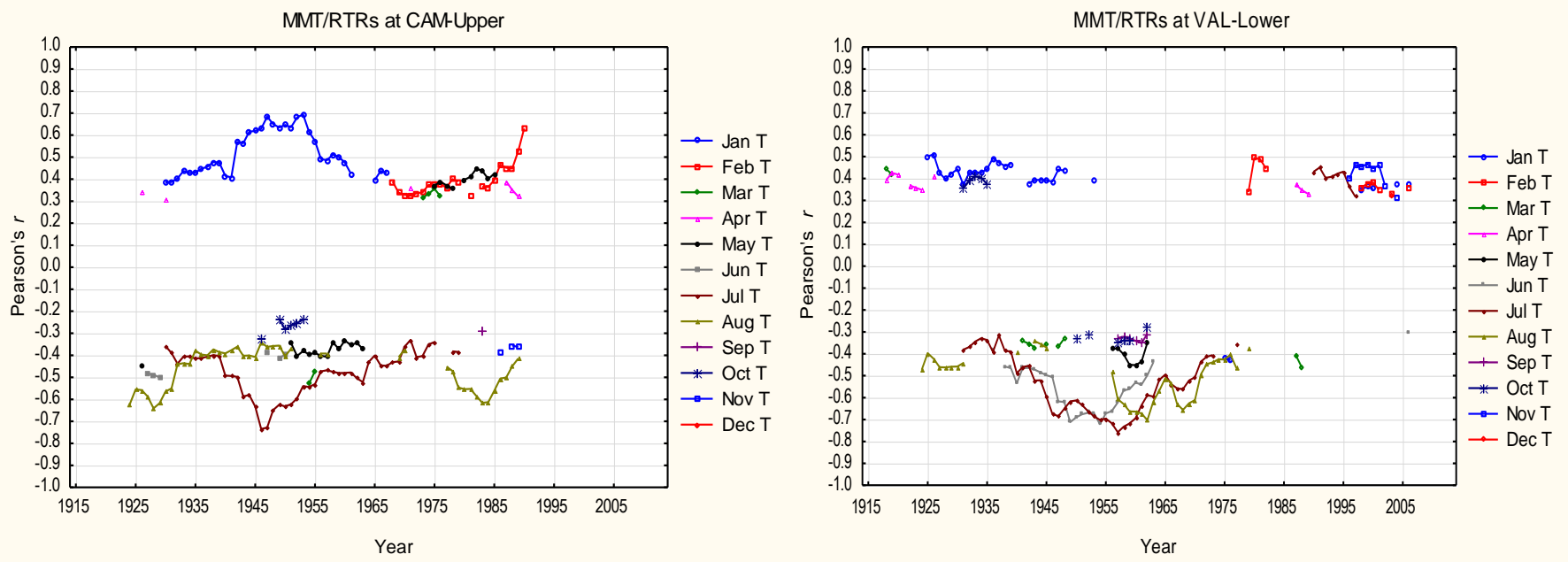
Non-stazionarietà dell'associazione tra temperatura media mensile (MMT) ed **ERS** in Febbraio, Aprile, Luglio e Settembre durante l'anno di crescita nell'abete bianco nell'Appennino toscano. Le correlazioni fra MMT ed ERS cambiano marcatamente con il mese ed il sito durante il 20° secolo. Un'alta variabilità compare in tutti i mesi nell'area di studio. AbeE è blu, CAM è verde, LAV è grigio e VAL è in rosso. Per ogni stazione ci sono due spezzate che rappresentano le aree campionarie in alto ed in basso.

L'obiettivo

Individuare, tramite l'analisi dendro-climatologica, quelle **soglie di temperatura e precipitazione al di sopra e/o al di sotto delle quali si hanno incrementi dell'accrescimento oppure sue riduzioni in un certo arco di tempo**. Tali soglie possono variare con la latitudine, l'altitudine, l'esposizione, la popolazione genetica della specie ed altri fattori.

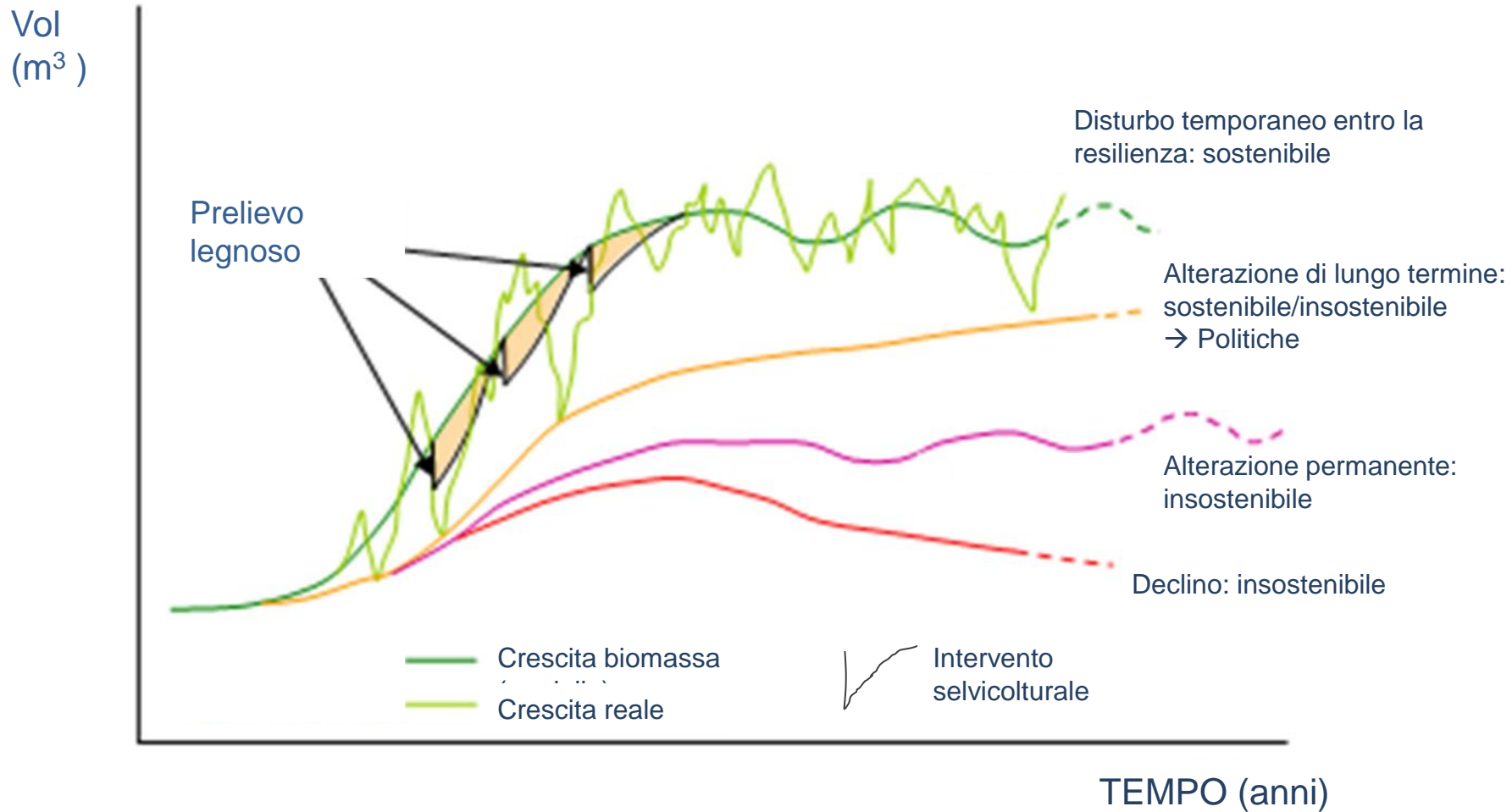
Il Tempo come fattore chiave nel cambiamento del clima e nell'accrescimento della pianta

Condizioni di cambiamento climatico possono modificare anche la durata della stagione vegetativa (di accrescimento) ed i mesi in cui compare l'influenza delle variabili climatiche sulla risposta di accrescimento dell'albero.

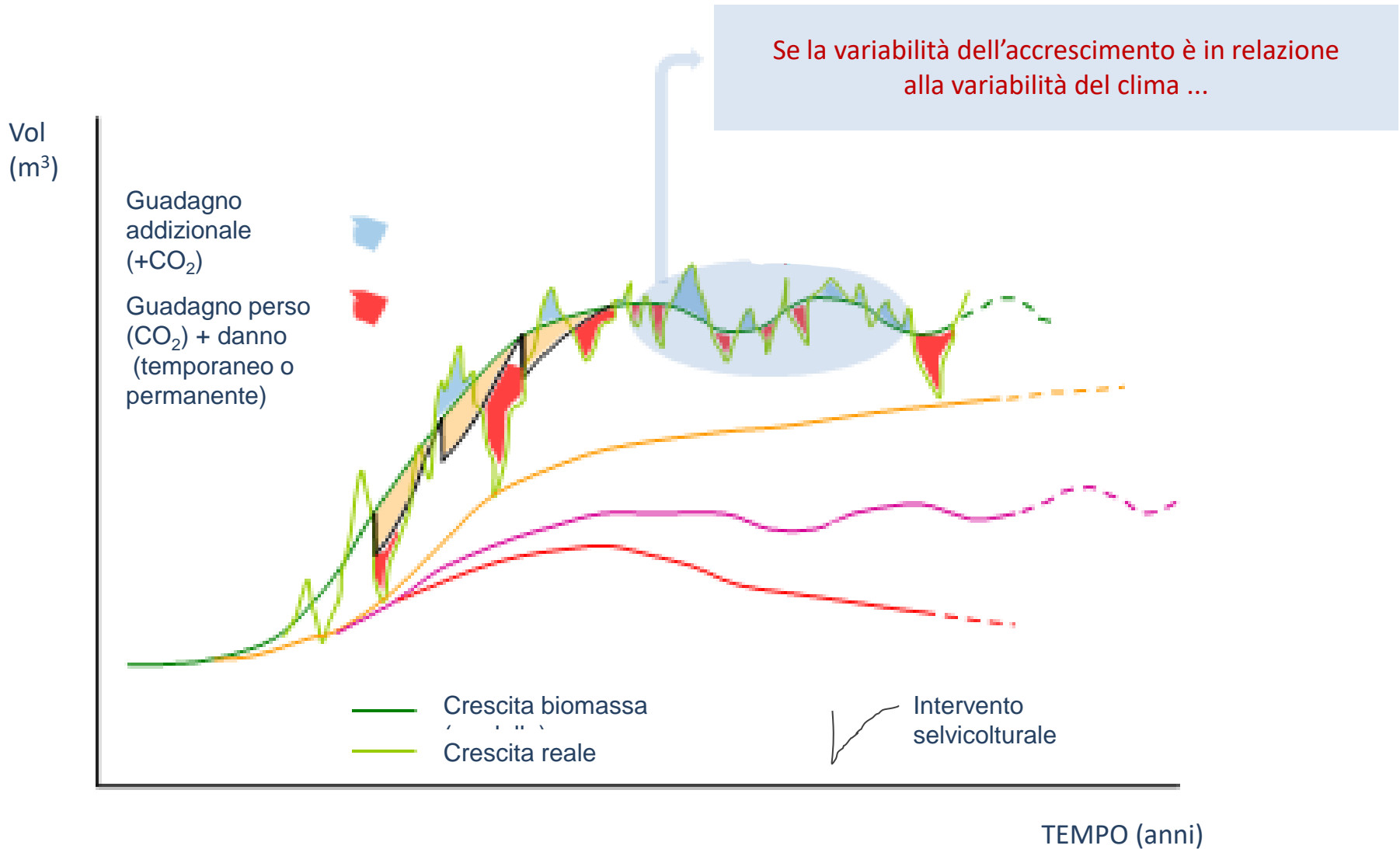


Livelli statisticamente significativi di correlazione tra MMT ed ERS nei siti forestali dell'Appennino toscano. I mesi in cui la temperatura media è associata agli ERS cambiano durante il 20° secolo ed il livello di correlazione può essere fortemente non-stazionario.

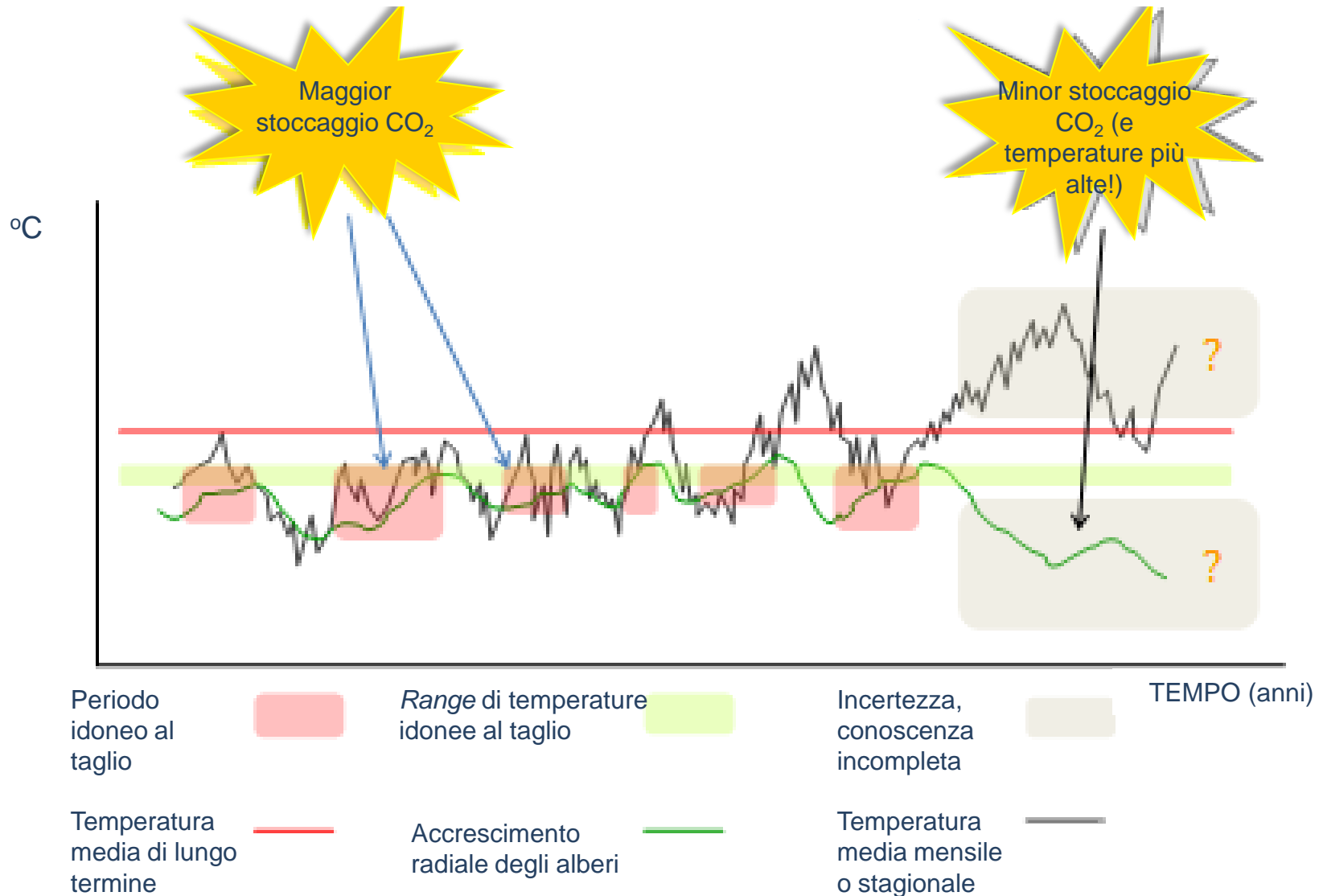
Il tempismo (sincronizzazione temporale) negli interventi selvicolturali e nelle utilizzazioni: un parametro fondamentale per la sostenibilità



Il tempismo (sincronizzazione temporale) negli interventi selvicolturali e nelle utilizzazioni: un parametro fondamentale per la sostenibilità



I periodi di aumento dell'accrescimento intersecanti il *range* di temperatura e/o pioggia idoneo alla crescita degli alberi forestali contribuiscono ad identificare le finestre temporali e la lunghezza (durata) degli interventi selvicolturali.



Fabrizio D'Aprile

fabrizio.daprile@monash.edu

fabdapri@tim.it

CONVEGNO DI PRESENTAZIONE
IL PROGETTO AFORCLIMATE: PIANIFICARE LA GESTIONE FORESTALE
IN BASE ALLA VARIABILITÀ CLIMATICA

31 MARZO 2017 | AREZZO
SALA ALDO PAVARI - CREA SEL