

# **Conoscenza quantitativa delle variabili atmosferiche come elemento di innovazione in viticoltura**

**Luigi Mariani**  
*Università degli Studi di Milano Disaa*

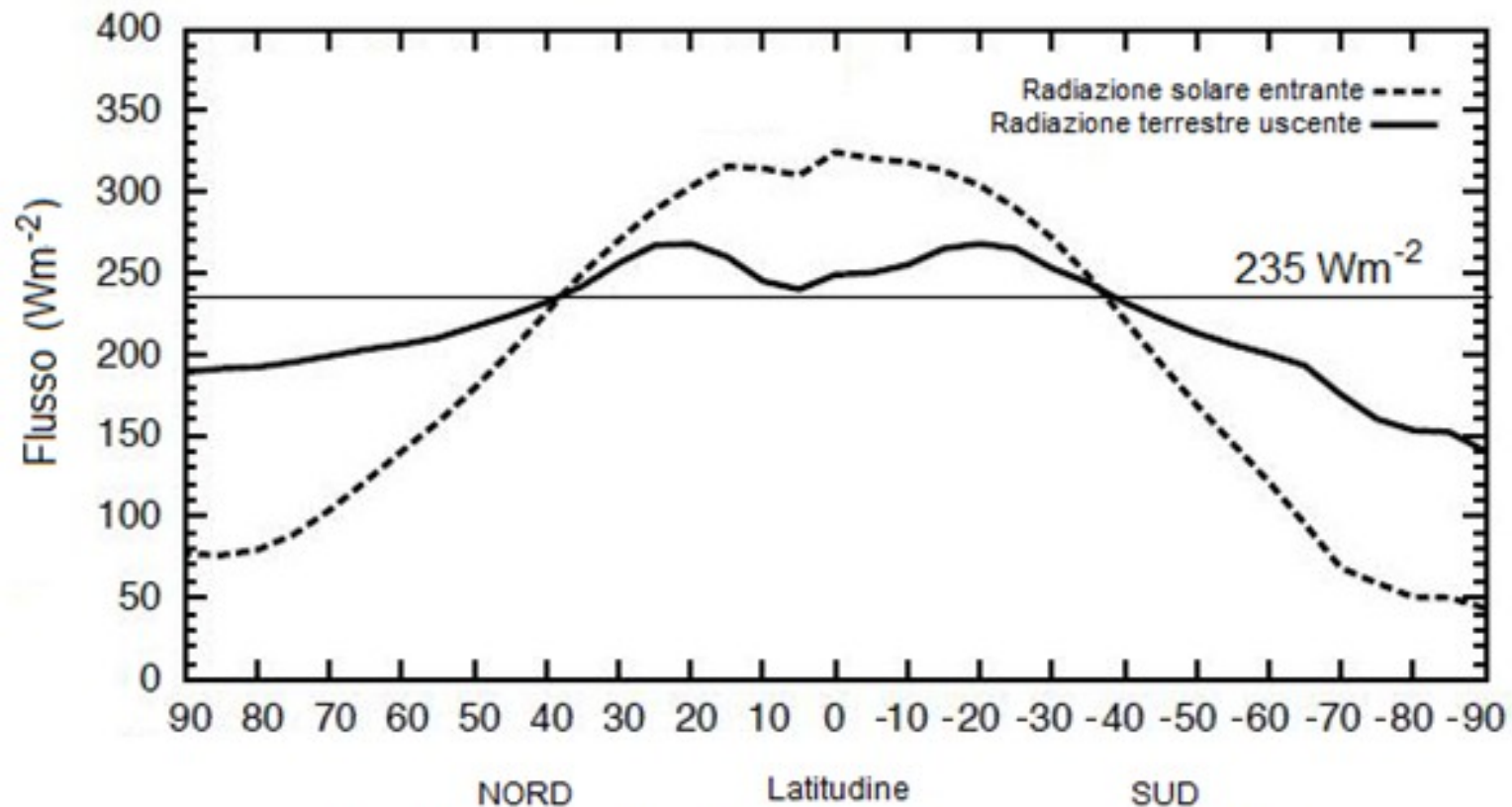




# **La macchina del clima**

# Alle radici del sistema climatico

## Flussi energetici fra la Terra e lo Spazio

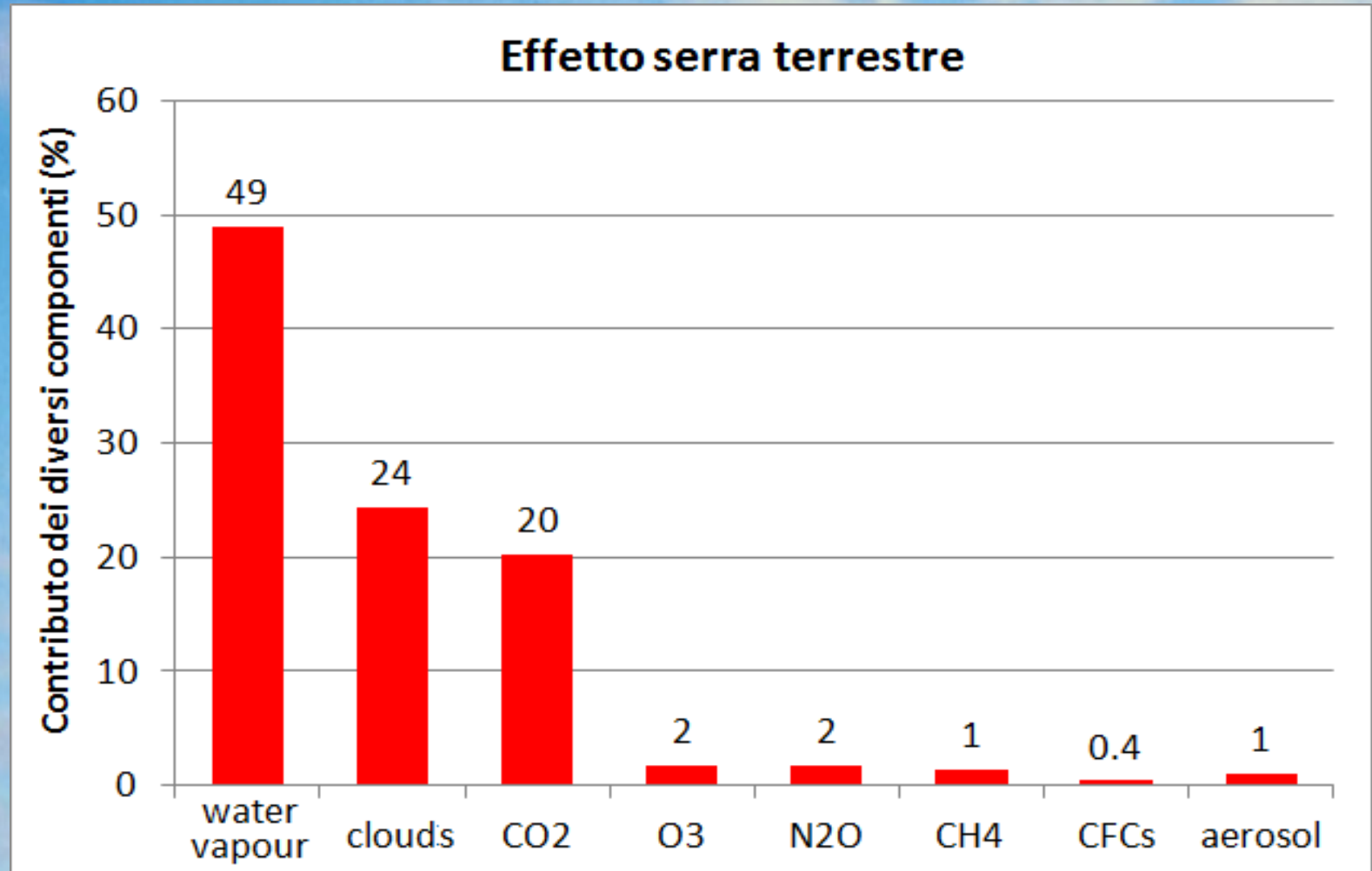


da Houghton D.D. (ed), 1985. Handbook of applied meteorology, Wiley

Terra=sistema chiuso che scambia energia con lo spazio esterno solo in forma di radiazione

# Effetto serra e cosa lo determina

acqua = gigante dell'effetto serra->responsabile del 73% del fenomeno



**Source** - LACIS A.A., Schmidt G.A., Rind D. Ruedy R.A., 2010. Atmospheric CO<sub>2</sub>: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature, Science, 15 OCTOBER 2010 VOL 330.

# Ruolo fondamentale della circolazione



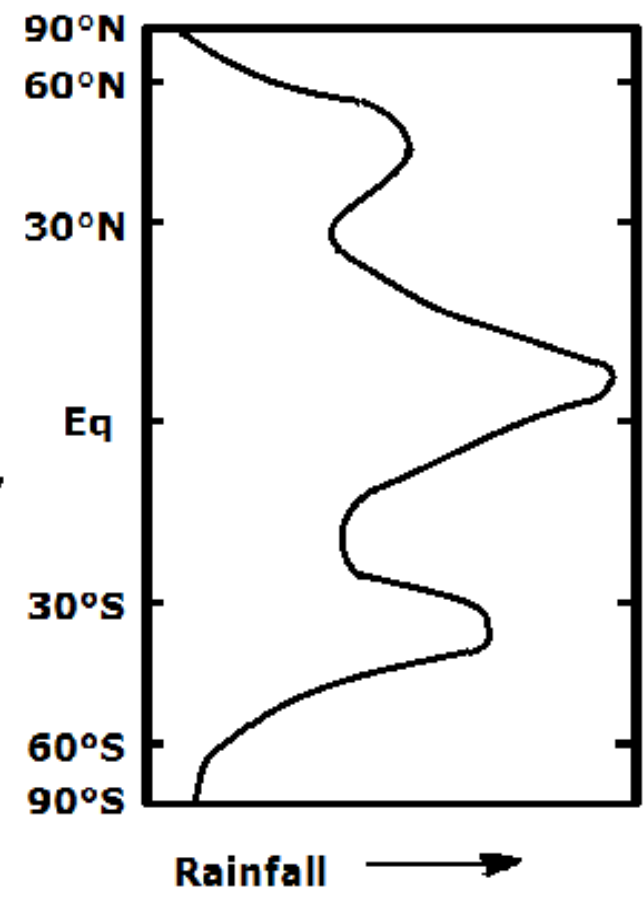
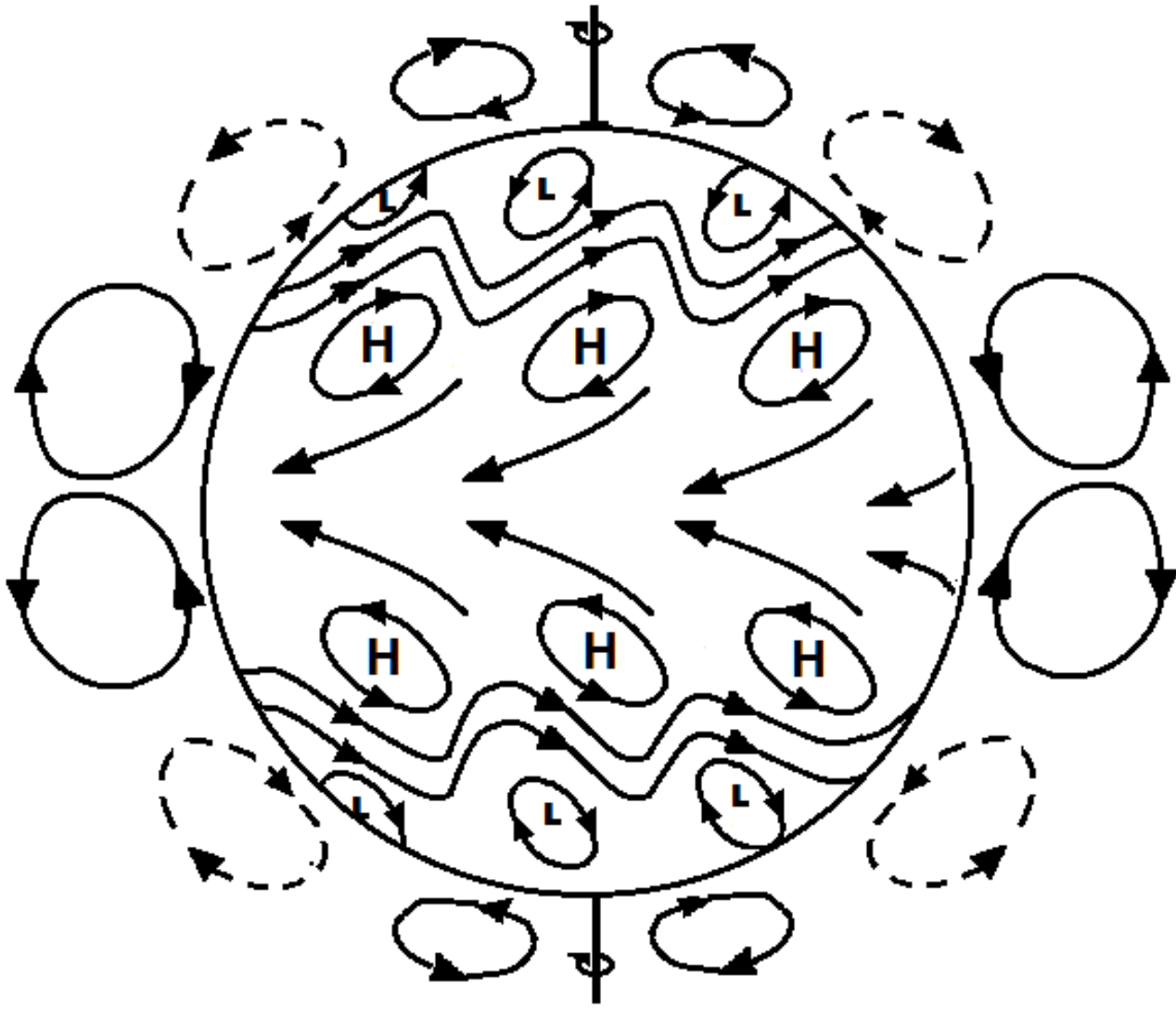
**Scopo della circolazione: trasportare energia dall'equatore ai poli** riequilibrando gli scompensi dovuti all'irregolare distribuzione della radiazione solare

**Come assolve a tale scopo:** in massima parte attraverso l'atmosfera (più dell'80%) e poi attraverso gli oceani (meno del 20%)

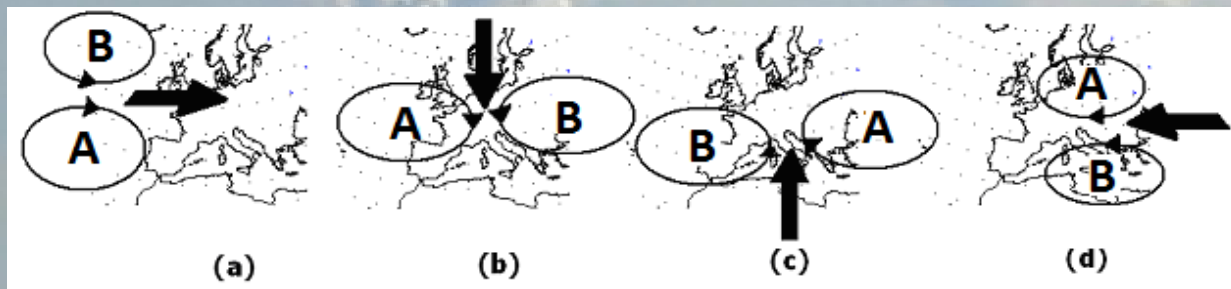
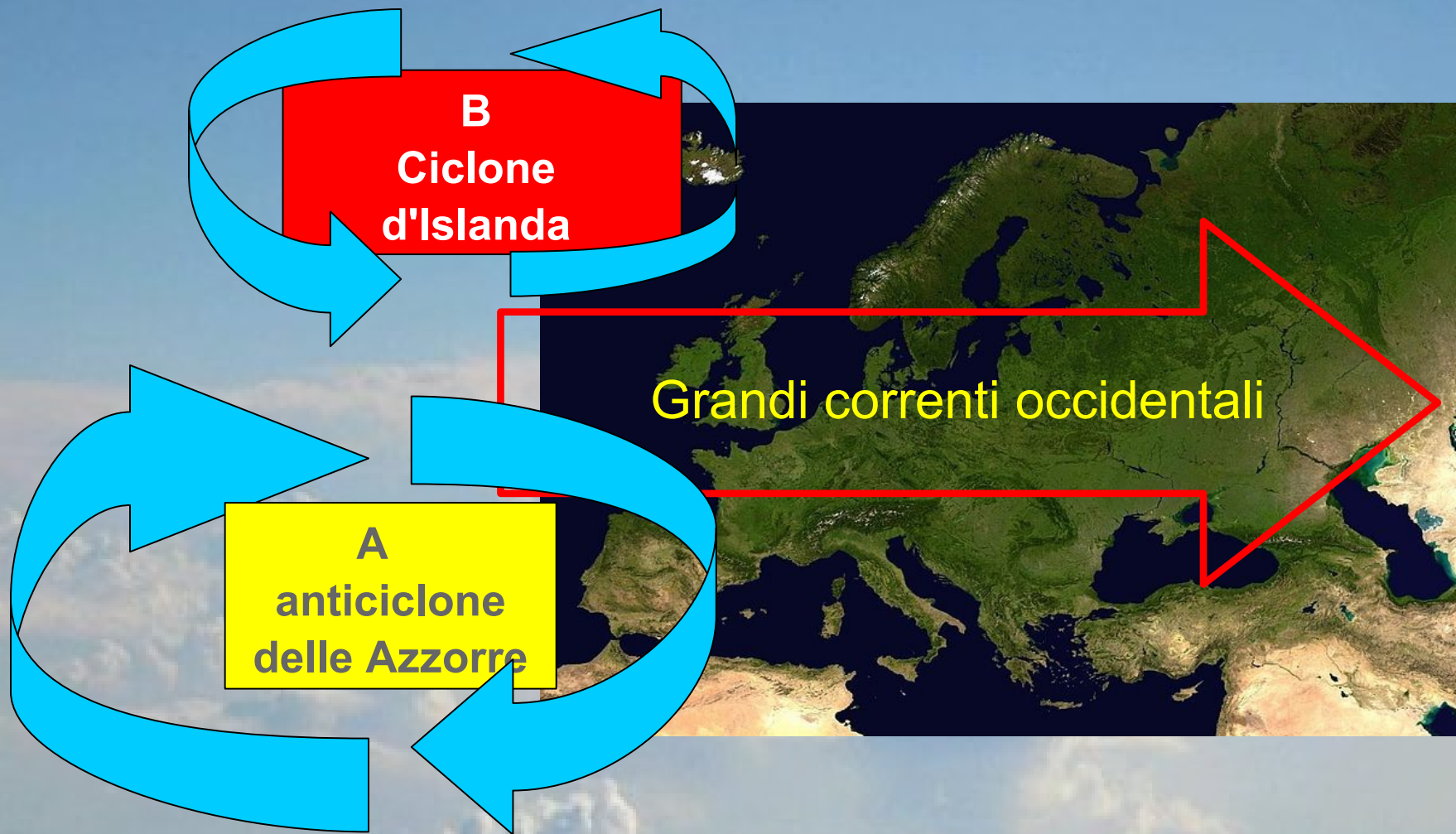
**Il vettore dell'energia in atmosfera è sempre l'acqua** (attraverso i cambiamenti di stato)

**Tentare di spiegare il sistema climatico del pianeta senza considerare la circolazione atmosferica sarebbe come per un medico ricorrere alla teoria degli umori per spiegare la fisiologia umana**

# Circolazione globale



# Circolazione atmosferica media (a) & sistemi di blocco (b,c,d)



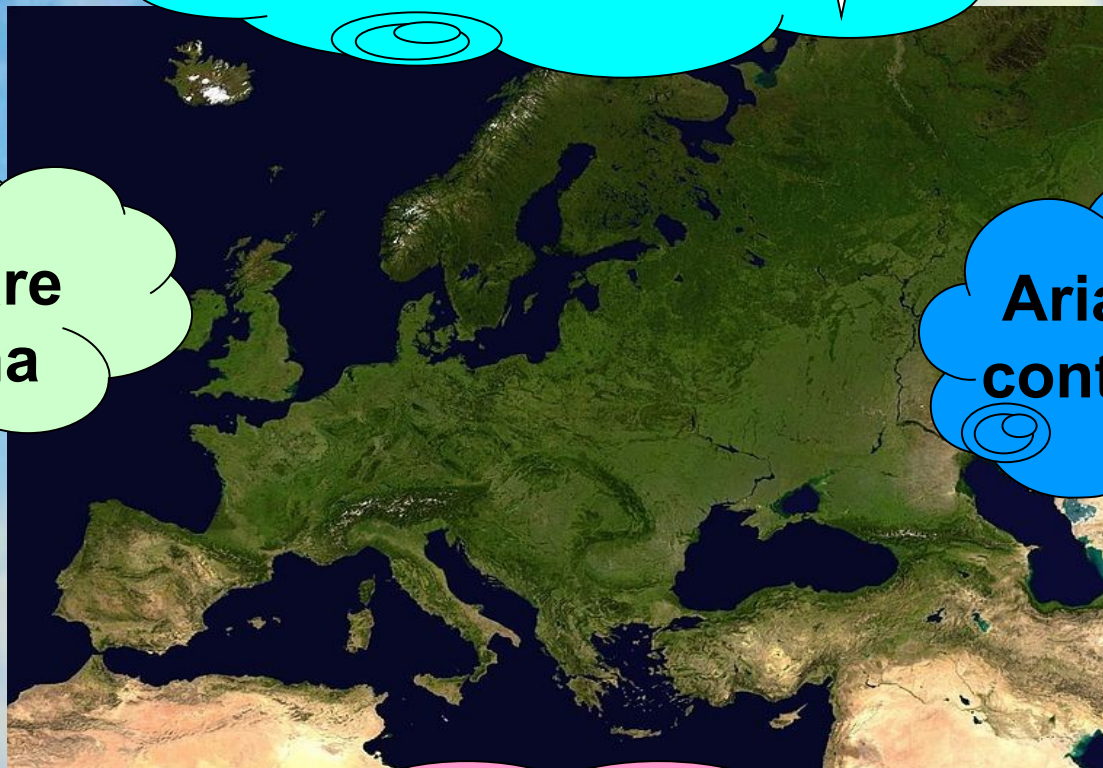
# Ruolo della circolazione atmosferica: vettore di masse d'aria peculiari

**Aria arctic**

**Aria polare  
marittima**

**Aria polare  
continentale**

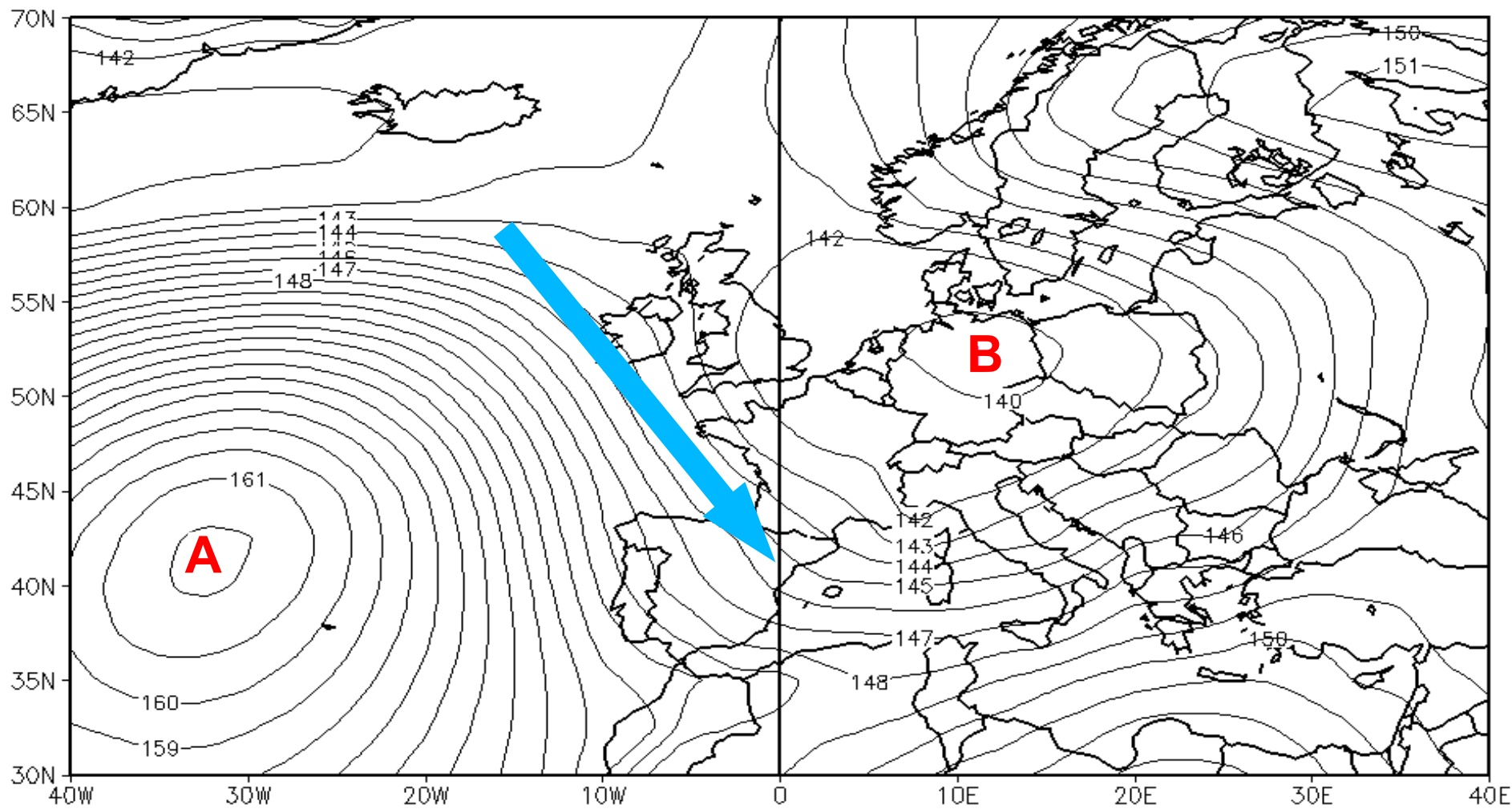
**Aria subtropicale**





# Esempio di sistema di blocco

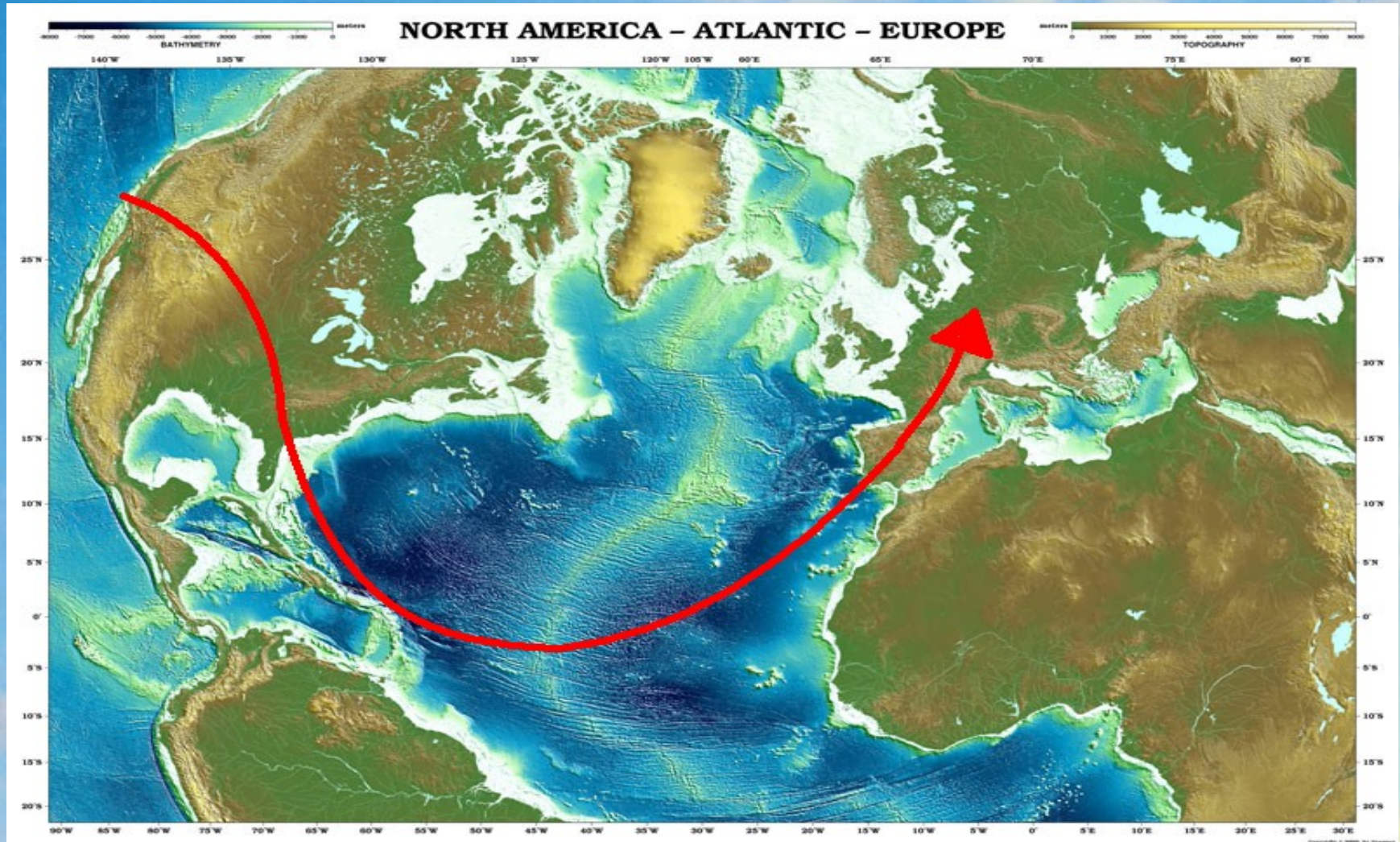
(15-31 Maggio 2013 – periodo freddo-umido)



850mb GEOPOTENTIAL HEIGHTS (dam) 17-DAY MEAN FOR:  
Wed MAY 15 2013 – Fri MAY 31 2013

NCEP OPERATIONAL DATASET

# Ruolo della circolazione atmosferica: mitigare il clima europeo



Seager et al., 2002. Is the Gulf stream responsible of Europe's mild climate? Quarterly Journal of the Royal Met. Society, Vol 128, Oct. 2002, part B., n. 586, 2563-2586.

Ruolo della circolazione: trasportare i sistemi frontali -> nubi, pioggia



12 UTC of 29 March 2004 - Composite IR (MeteoFrance e Japan Meteorological Agency)



# **Il cambiamento climatico**

# Domesticazione vite (area subcaucasica – 550-7000 BP)

**Mount Ararat**  
(5137 m asl)



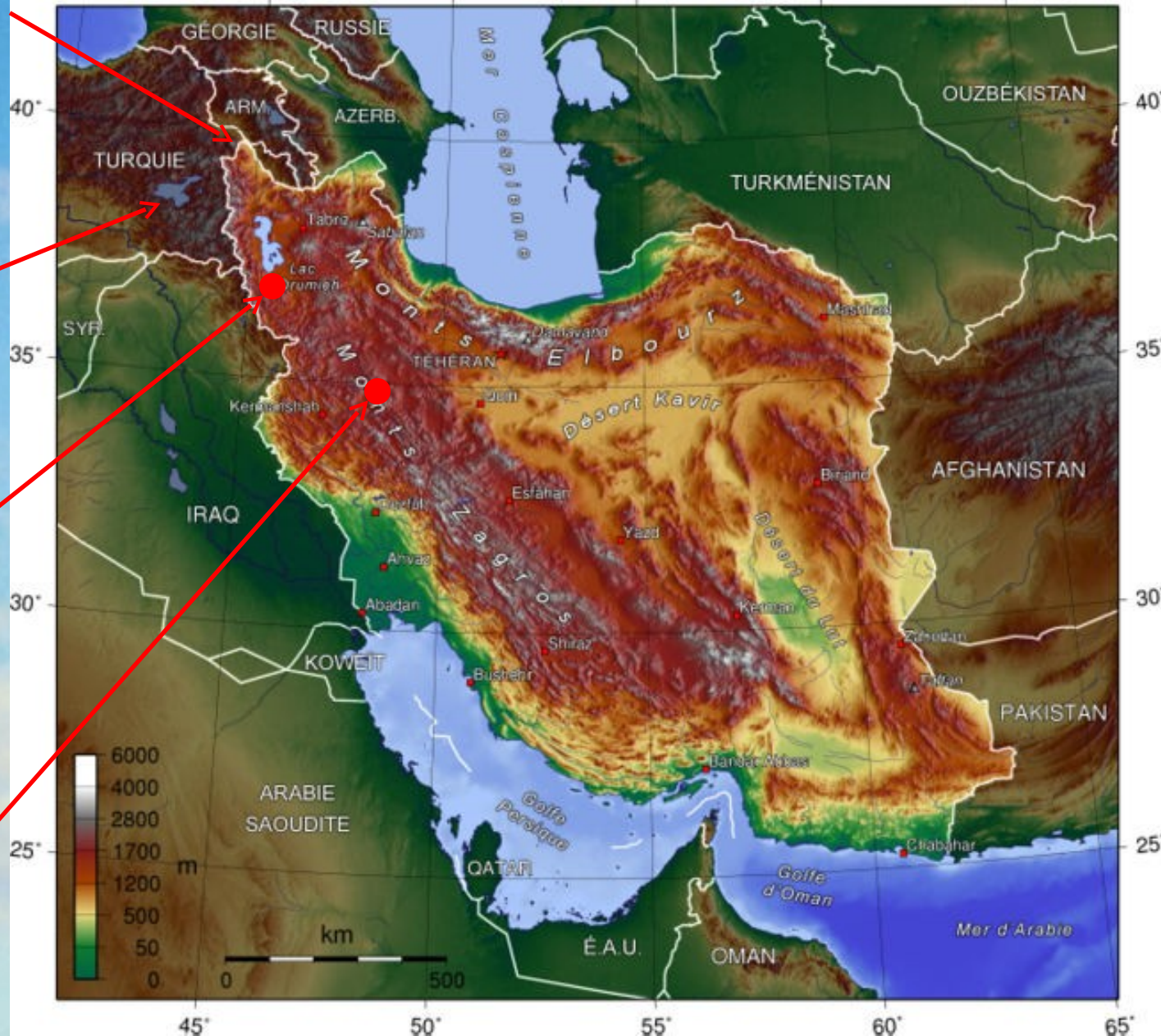
**Van Lake**  
(1719 m asl)



**Hajji Firuz Tepe**  
(south of The Urmia lake – 1290 m asl)



**Godin Tepe**  
(1645 m asl)



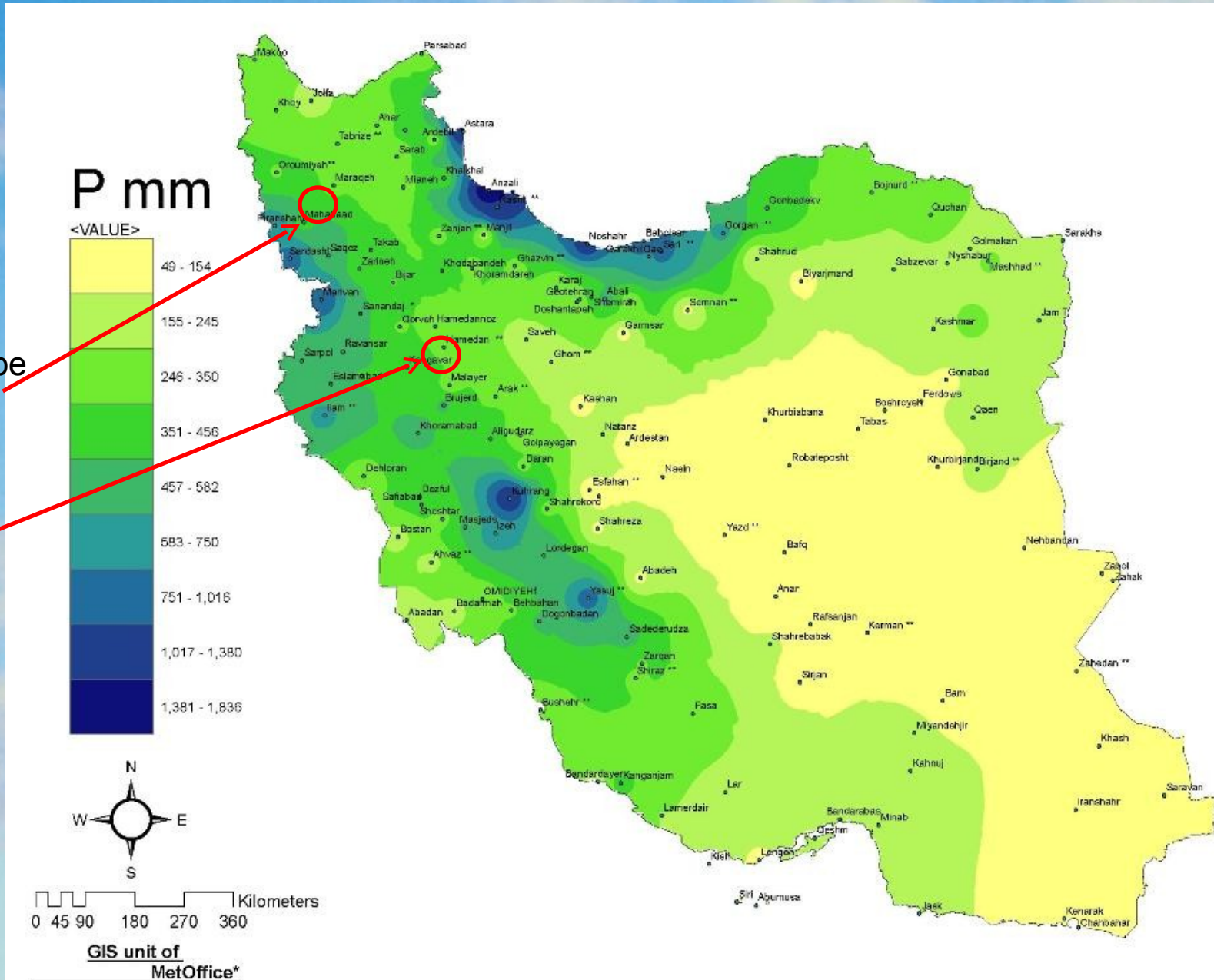
# Iran – precipitazione media annua odierna

Hajji Firuz Tepe

400 mm/anno

Godin tepe

280 mm/anno



# Perché la zona di origine della viticoltura è oggi per lo più ostile alla vite? Cosa dice la paleoclimatologia

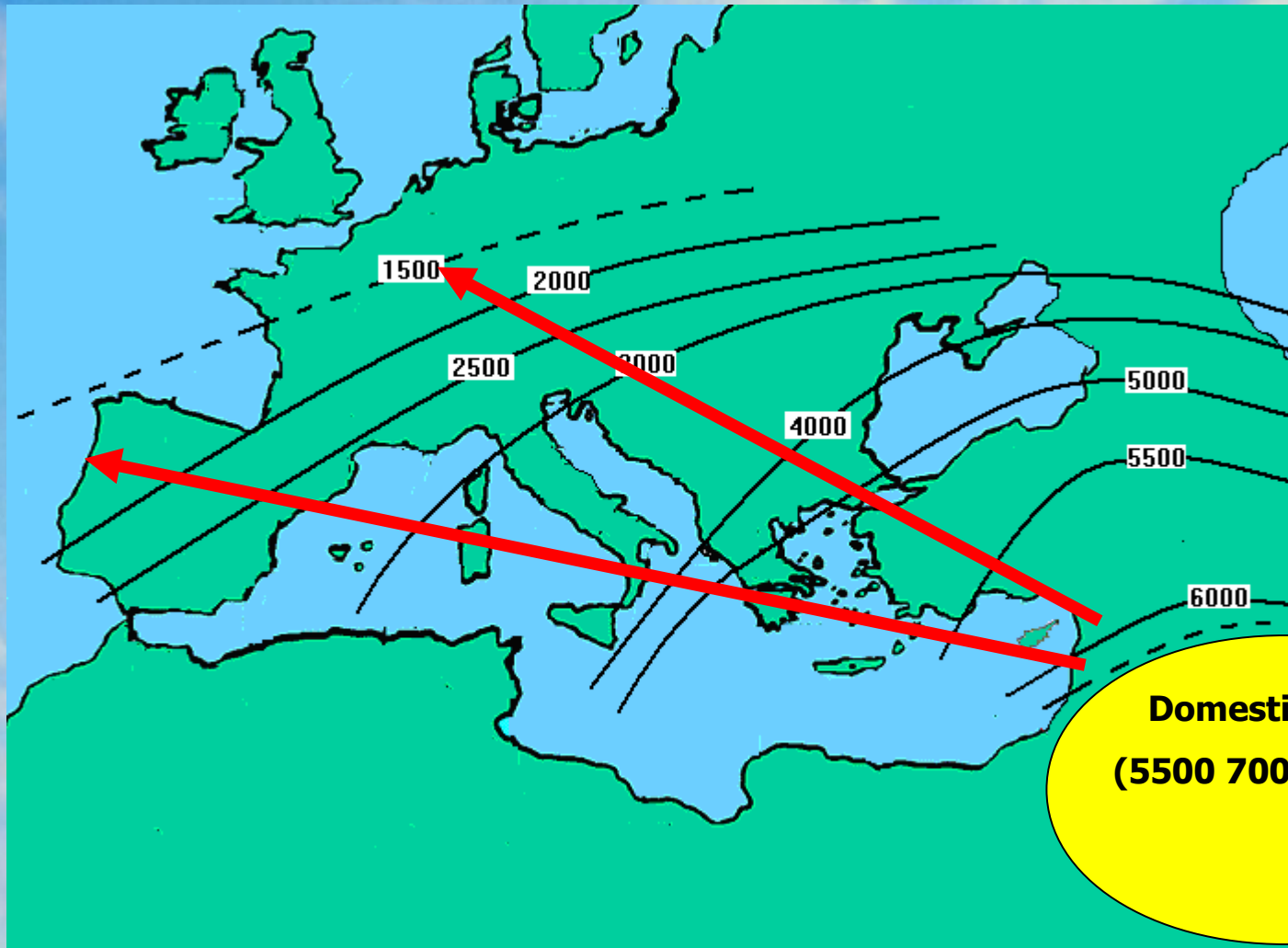
L'analisi dei sedimenti del lago Van (Turchia orientale) mostra che l'olocene è suddiviso in 6 grandi fasi climatiche (1):

1. Younger Dryas (about 11,500 BP) -> very dry
2. 11000-8200 BP -> arid
3. 8200 - 6200 BP -> gradual increase in rainfall
4. 6000 - 4000 BP -> thermal and pluviometric optimum
5. 4000 BP -> fast transition to the arid conditions existing.
6. 3800 BP -> beginning of human impact in the area of the lake.

(1) fonte: Wick L., Lemcke G., Sturm M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey *The Holocene* July 1, 2003 13: 665-675

# Traiettoria di espansione della viticoltura antica

date = anni "before present" - BP)



Fonte: prof. Gaetano Forni



# I nostri studi in questo settore

La vite può dirci molto sui climi del passato -> esempi di studi condotti:

- serie storiche delle date di vendemmia a Tirano e clima in Valtellina dal 1624 ad oggi

Mariani L, Parisi S, Failla O, Cola G, Zoia G, Bonardi L (2009). Tirano (1624-1930): A long time series of harvest dates for grapevine [Tirano (1624-1930): Italian Journal of Agrometeorology, vol. 1, p. 7-16, ISSN: 1824-8705

- serie storiche dei germogli di Kőszeg (Ungheria) e clima

Vitis vinifera phenology in Kőszeg - Calò, Antoniazzi, Lovat, Morreale, Mariani, Parisi (Science – in via di submission)

# I germogli di Kőszeg

1889

BBCH = 01



BBCH = 03



*A magyar hegyekről*

BBCH = 09



BBCH = 11



*A német hegyekről*

*Ezen évben mind magyarországi Kőszegi  
minőségűre jó bor termelt.*

1890 év.

*Magyar-  
hegység.*



BBCH = 16

*Német-  
hegység.*

BBCH = 15



*Kőszeg  
1890*

*Ezen évben mind magyarországi Kőszegi  
minőségűre jó bor termelt. Ezen évben  
magyarországi Kőszegi minőségűre jó bor termelt.  
Ezen évben mind magyarországi Kőszegi  
minőségűre jó bor termelt.*

# Clima europeo e sua variabilità

## variabilità interannuale & variabilità di lungo periodo

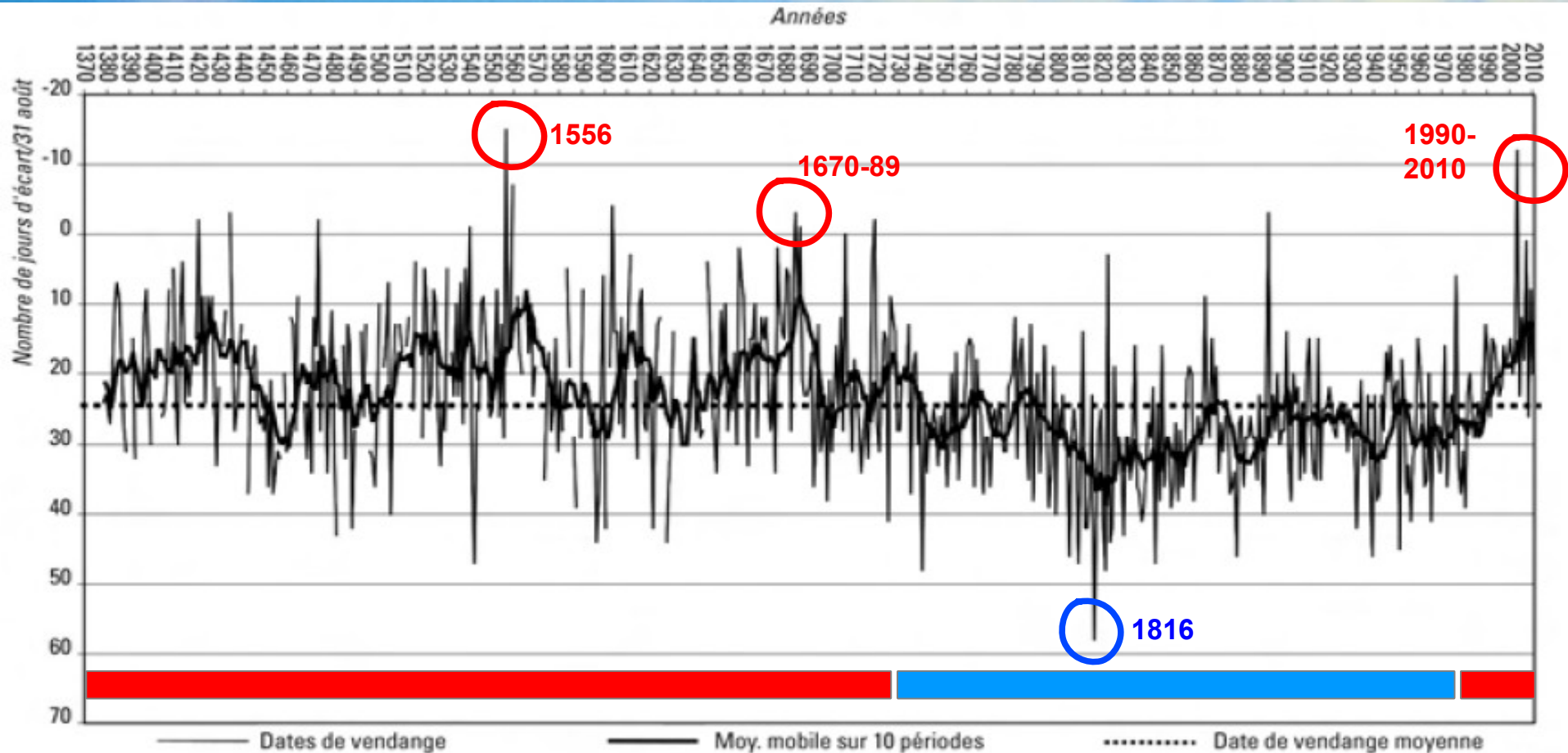
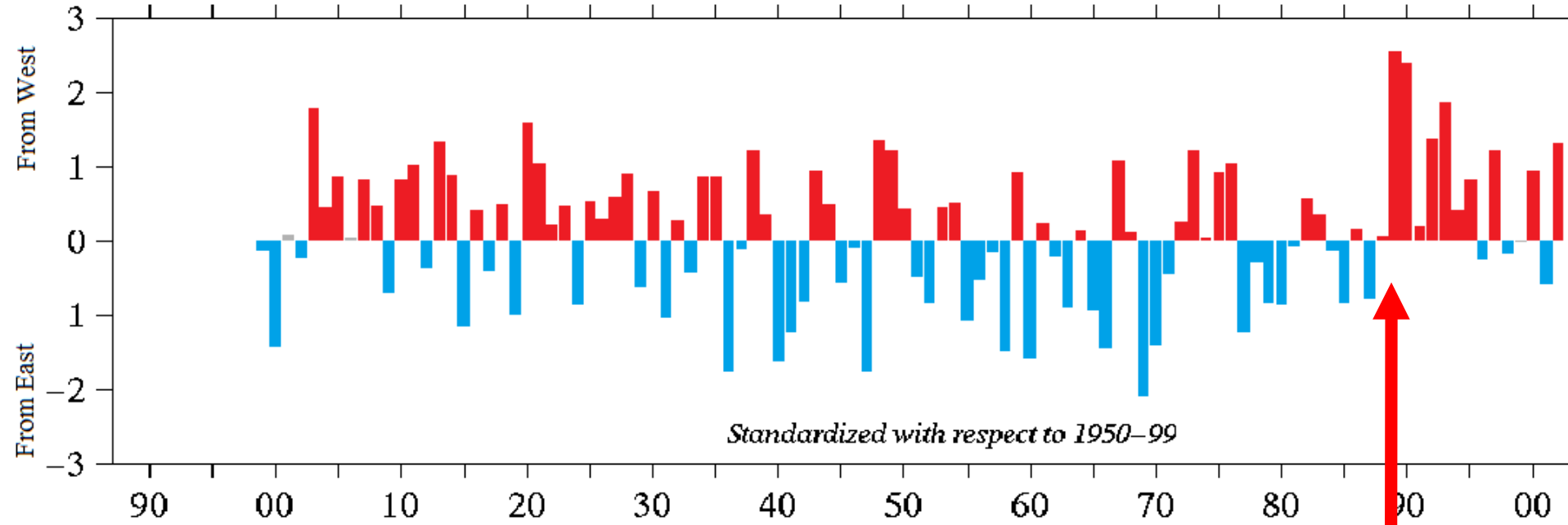


Fig. 8 : *Dates d'ouverture des vendanges à Beaune (1371-2010)*

**Fonte:** Labbé T., Gaveau F., 2013. Les dates de vendange à Beaune (1371-2010). Analyse et données d'une nouvelle série vendémiologique, *Revue historique*, n° 666, 2013/2, p. 333-367.

# Grandi correnti occidentali - Il cambiamento abrupto del 1987

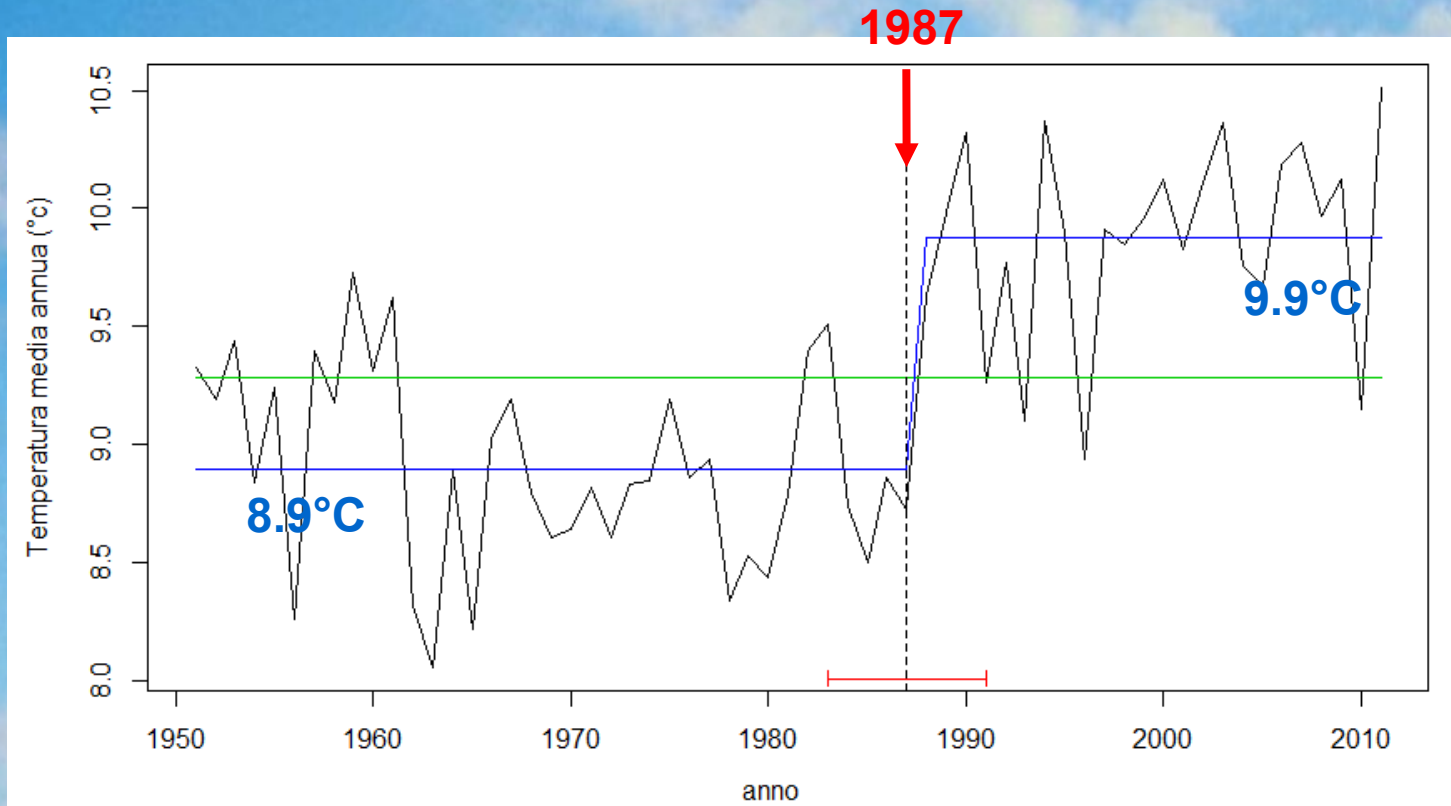
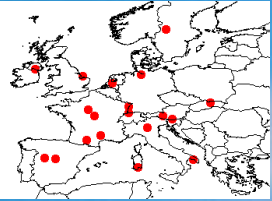
## January–February–March Arctic Oscillation, 1899–2002



**1987**

AO (Arctic Oscillation) = indice di intensità della correnti occidentali (<http://www.jisao.washington.edu/ao/>)

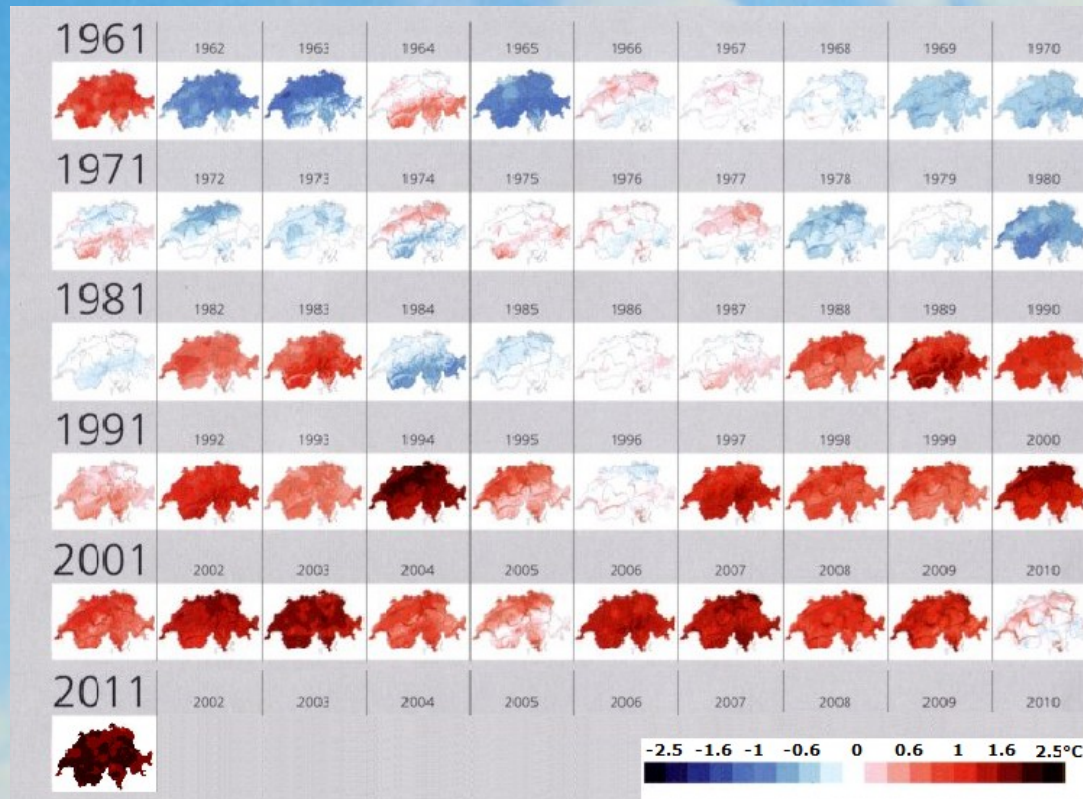
# Europa: temperatura media annua dal 1951 al 2011 (media di 20 stazioni)



Statistical analysis (analysis of discontinuity performed through the statistical test of Bai and Perron) indicates that a significant 99% thermal discontinuity occurs between 1983 to 1999 (red horizontal line), and that the most probable year of this discontinuity is 1987 (vertical dashed line). As a result of this discontinuity, technically classified as "abrupt climate change", the average temperature for the 20 European stations under consideration (horizontal blue line) changes abruptly from 8.9 ° C in the previous period to 9.9 ° C for the period after 1987.

L. MARIANI, S.G. PARISI, G. COLA, O. FAILLA (2012). Climate change in Europe and effects on thermal resources for crops. INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY, ISSN: 0020-7128, doi: 10.1007/s00484-012-0528-8

## Temperature medie annue in Svizzera – 1961/2011 (fonte: Meteosvizzera)



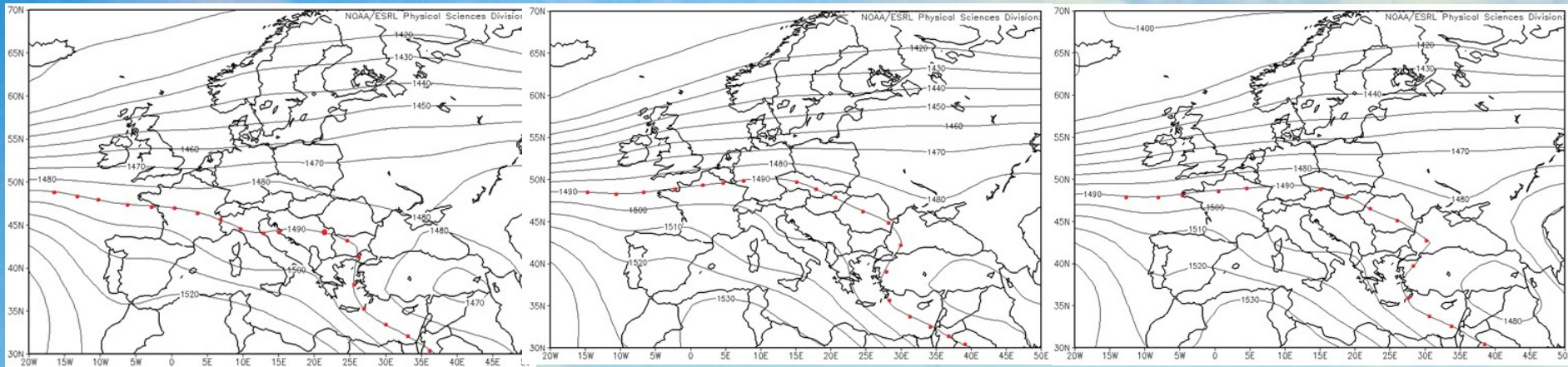
Temperatures are expressed as positive anomaly (red) or negative (blue) compared to the 1961-90 average. The colors red (hot years) affecting only 10% of the years 1961-1987, and the percentage rises to 90% in 1988 to 2011. What happens between 1987 and 1988 that changes radically annual temperatures in Switzerland?

# Limite dell'anticiclone delle Azzorre durante la stagione vegetativa della vite (1 marzo-31 agosto)

1968-1987

1988-2003

2004-2011

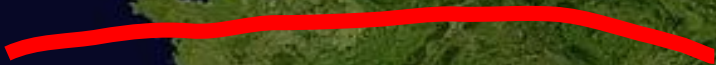


Maps of 850 hPa absolute topographies for the vegetative season March-August (data source: NOAA reanalysis - NCEP). Look at the limit of the Azores anticyclone (isoline with red dots - height of 1490 m): in 1968-87 it was on the Tuscan-Emilian Apennine; after it moved to the North of France). Note also that the location does not change significantly during the period 2004-2011 compared to 1988-2003, which means that we are face to a new stable climatic phase.

# Nuovo clima Europeo (dopo il 1987)

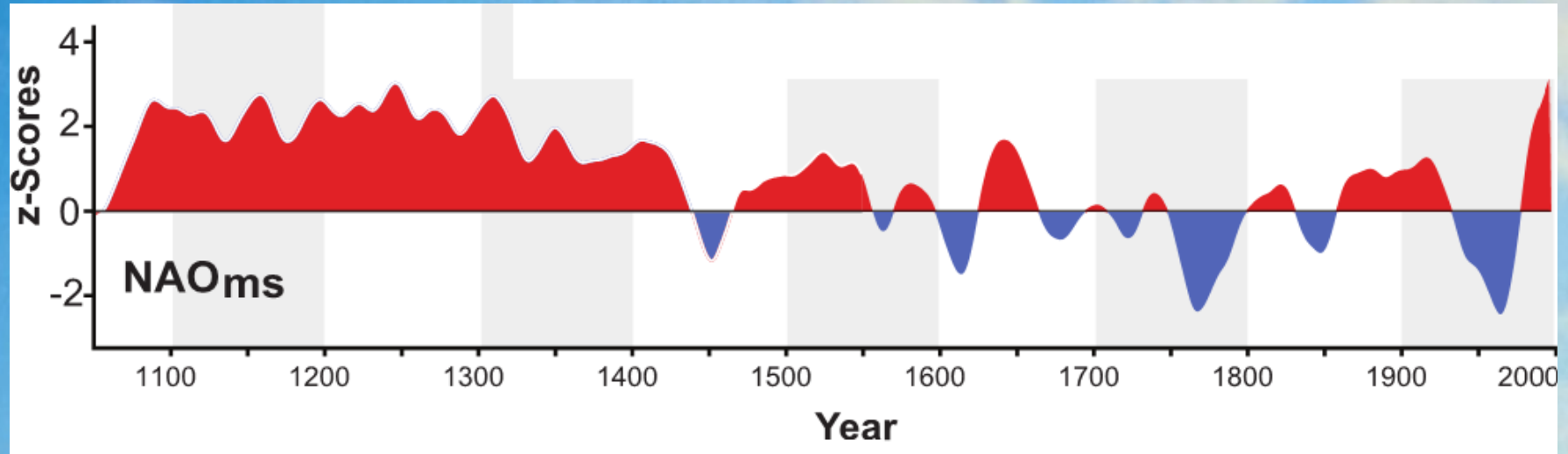
Temperature: +0.5 °C  
Radiazione solare: cala  
Precipitazione: aumenta

Temperatura: +1.5 °C  
Radiazione solare: aumenta  
Precipitazione: diminuisce (?)





# AN UNPRECEDENTED PHENOMENON? 1000 years of westerlies

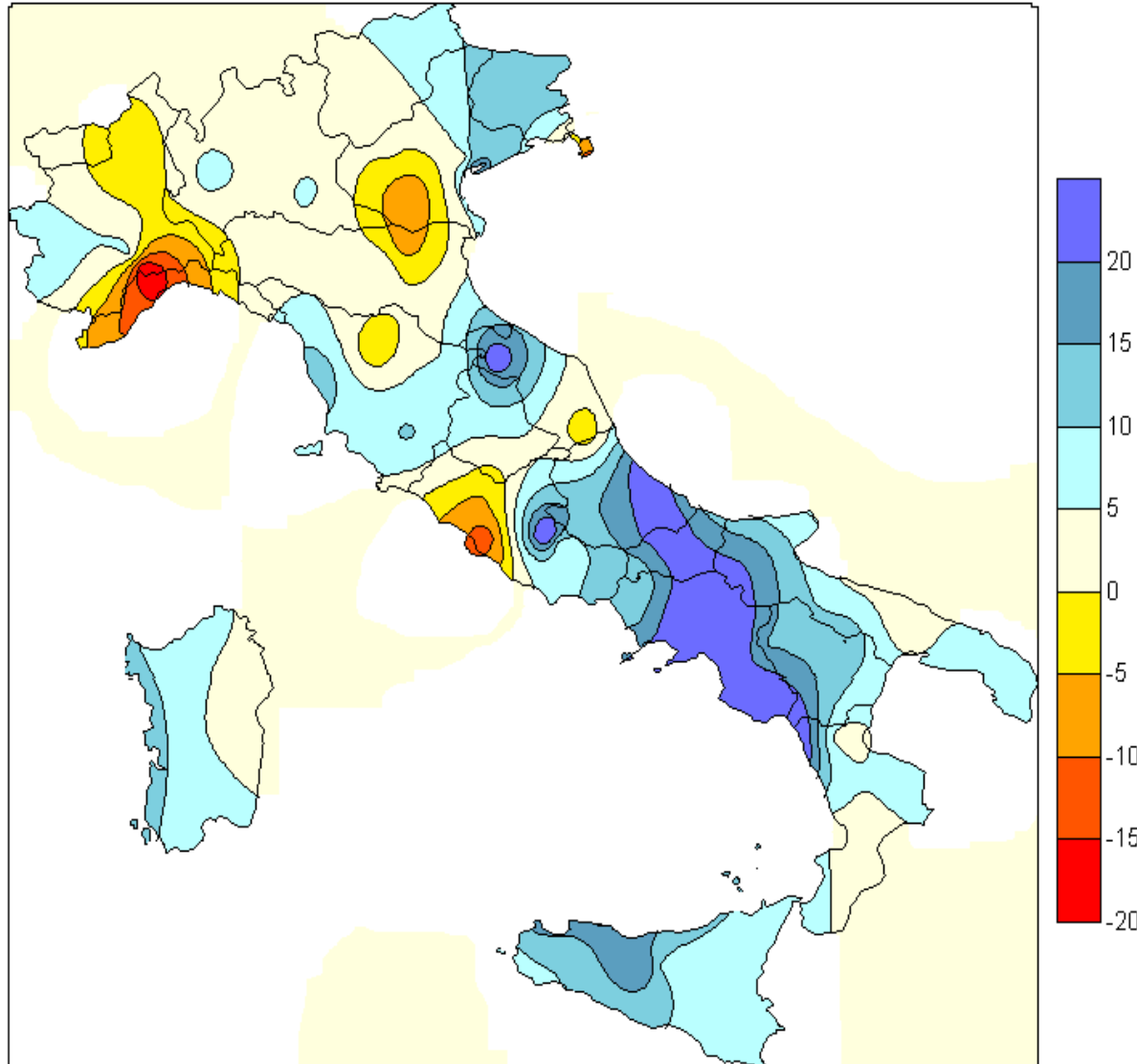


The phases similar to the current one (strong westerlies) are shown in red.

source: Trouet V., Esper J., Graham N.E., Baker A., Scourse J.D., Frank D.C., 2009. Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly, Science, 3 april 2009, Vol 324

# Trend 1995-2010

Trend delle precipitazioni (mm/anno)



Trend analizzati applicando una regressione lineare ai dati annui 1995-2010 di 92 stazioni della rete CRA Cma (gli incrementi o decrementi sono espressi in mm/anno)

Mariani, dati non pubblicati.

Per un'analisi a livello locale di tali fenomeni: Di Lena B, Antenucci F, Mariani L (2012). Space and time evolution of the Abruzzo precipitation. ITALIAN JOURNAL OF AGROMETEOROLOGY, vol. 1, p. 5-20, ISSN: 2038-5625



# **Clima e viticoltura**

# Il quadro di riferimento

Clima Europeo:

- grande variabilità interannuale
- ciclicità secolari
- cambiamenti climatici bruschi

La vite è stata domesticata 7000 anni fa' nel Caucaso. Da allora la viticoltura è chiamata a:

- convivere con la variabilità del clima
- piegare tale variabilità ai propri obiettivi (quantitativi e qualitativi)

***"La civiltà può essere vista come l'insieme di strumenti sviluppati da uomo per combattere la dittatura del clima"***  
**(E. Leroy Ladurie)**

# Come il viticoltore combatte la "dittatura del clima"

Due strumenti principali:

genetica (varietà e portinnesti)

agro-tecniche (meccanizzazione, sistemazioni idraulico-agrarie, fertilizzanti, pesticidi, fungicidi, gestione dell'irrigazione, ecc.).

Due tipi di scelte sono fondamentali:

**scelte del viticoltore: strategiche** (scelte che impegnano per molti anni a venire -> varietà, tipo di meccanizzazione, impianto di irrigazione, sistema d'allevamento e densità d'impianto...) e **tattiche** (di giorno in giorno le scelte -> come / quando fertilizzare, trattare, potare, raccogliere e così via)

**scelte di priorità di ricerca**: nelle società arcaiche lo "sviluppo di nuovi strumenti", era lasciato al singolo viticoltore, mentre oggi è il risultato di politiche specifiche.

# Come effettuare scelte razionali in viticoltura

Il problema dev'essere affrontato con lo stesso approccio proposto da Galileo:

*"... le cognizioni più eccellenti delle cose naturali e divine (si sono acquistate) con gli studii e contemplazioni fatte sopra questo grandissimo libro, che essa natura continuamente tiene aperto innanzi a quelli che hanno occhi nella fronte e nel cervello..."*

**Occhi sulla fronte=osservazioni e misure**  
**Occhi nella mente=modelli**

[lettera di Galileo a Piero Dini del 21 maggio 1611, la 532 dell'Edizione Nazionale, righe 209-248].

# Perchè Galileo?

Perchè il metodo galileiano fondato su osservazioni e modelli è alla base del progresso delle scienze degli ultimi 400 anni.

Perchè Galileo applica il suo metodo non solo per l'astronomia da anche alla meteorologia ->

- Creazione dei primi strumenti meteorologici (termometro, barometro, pluviometro, evaporimetro)
- Nascita della prima rete meteorologica mondiale (rete Toscana del Cimento con stazioni in Toscana, Francia e Polonia).
- l'esempio di Benedetto Castelli ed Evangelista Torricelli

# Da qui l'importanza della lettura quantitativa dei fenomeni

## Misure

Da “piove che Dio la manda” a “oggi sono piovuti 7.4 mm”

da “c'è una bufera” a “sono caduti 12 cm di neve”

da “afa africana” a “34.2°C di temperatura con umidità relativa del 39%”

da “sole che pacca le pietre” a “850 W m<sup>-2</sup> di radiazione media oraria”.

## Previsioni

Da “rosso di sera...” ai “valori di GSR, AT, RH, RR, Wv attesi a livello orario per i prossimi n giorni sul mio vigneto con l'attendibilità ad ognuno associata.”

## Risposte a problemi concreti

Lo stato di risorse e limitazioni (radiazione solare, temperatura, acqua, equilibrio vegeto-produttivo → devo sfogliare o diradare i grappoli? Devo irrigare? Quando è prevista la raccolta e che caratteristiche avrà il prodotto?)

**NOTA BENE:** non ci si propone di sostituire il viticoltore. L'obiettivo è semmai quello di dargli qualche strumento per far meglio il proprio lavoro → penso a sistemi di supporto alle decisioni (DSS).



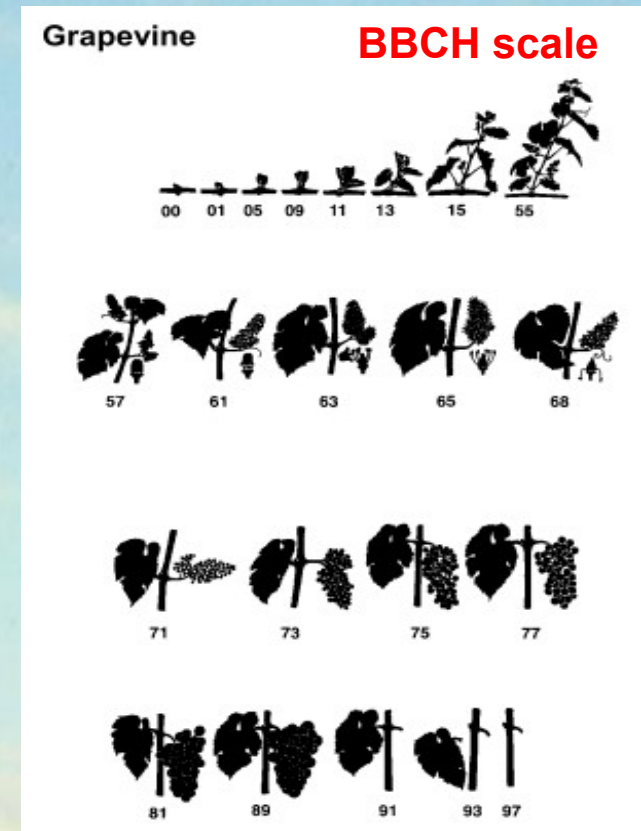
# Osservazioni fisiche e biologiche nel vigneto

**Osservazioni visuali** (copertura del cielo, fenomeni atmosferici, stato del suolo, fenologia della vite, stato della chioma, situazioni di stress, ecc.)

**Misure** (con strumenti adeguati giustamente collocati → ad esempio: sensori meteorologici)



Source: Lumpkin County vineyard - [www.gainesvilletimes.com/archives/79836/](http://www.gainesvilletimes.com/archives/79836/)



# Contributi del mio gruppo di ricerca a questo approccio

## - modello di simulazione della temperatura del grappolo

Cola G, Failla O, Mariani L (2009). BerryTone-A simulation model for the daily course of grape berry temperature. *AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY*, vol. 149, p. 1215-1228, ISSN: 0168-1923, doi: 10.1016/j.agrformet.2009.01.007

## - modello di produzione del vigneto

Mariani L, Failla O (2008). Le grandezze meteorologiche come variabili guida per gli ecosistemi agricoli e forestali. *ITALIAN JOURNAL OF AGRONOMY*, vol. 3, p. 9-16, ISSN: 2039-6805

## - modelli di simulazione variabilità spaziale grandezze meteo

Failla O, Mariani L, Brancadoro L, Minelli R, Scienza A, Murada G, Mancini S (2004). Spatial distribution of solar radiation and its effects on vine phenology and grape ripening in an alpine environment. *American journal of enology and viticulture*, vol. 55, p. 128-138, ISSN: 0002-9254

## - Uso della meteorologia previsionale quantitativa in viticoltura

Carnevali P, Failla O, Brancadoro L, Mariani L (2010). Approccio alla realizzazione di un modello agrometeorologico previsionale della maturazione dello Chardonnay in Franciacorta. *ITALUS HORTUS*, p. 541-545, ISSN: 1127-3496

Failla O, Mariani L (2009). Previsioni vendemmiali sempre più precise. *INFORMATORE AGRARIO*, p. 55-60, ISSN: 0020-0689

## Alcuni esempi

Prodotti basati su modelli

- a cadenza settimanale: Bollettino fenologico nazionale (progetto IPHEN)
- a cadenza mensile: commento mensile ([www.climatemonitor.it](http://www.climatemonitor.it) - es. <http://www.climatemonitor.it/?p=32948>)
- a cadenza trimestrale: report agroclimatico per "L'enologo"
- Modelli colturali a scala di vigneto

# Bollettino fenologico settimanale

Progetto  
Rete fenologica italiana

## IPHEN Italian Phenological Network

11 Luglio 2013  
2013 Luglio 11

### BOLLETTINO FENOLOGICO PHENOLOGICAL BULLETIN

Vitis vinifera L. cv Cabernet sauvignon  
Vitis vinifera L. cv Chardonnay  
Robinia pseudoacacia L.  
Sambucus nigra L.  
Olea europaea L.

A cura di Gabriele Cola e Luigi Mariani

Elaborazioni eseguite su dati fenologici prodotti dalla rete di rilevatori volontari aderenti al progetto IPHEN e su dati meteo-climatologici della Banca dati agrometeorologica nazionale (BDAN) ([www.cra-cma.it](http://www.cra-cma.it)).

The outputs hereafter presented are based on phenological data collected by the network of volunteer observers of IPHEN project and on meteo-climate data of the National Agro-Meteorological Database (BDAN) ([www.cra-cma.it](http://www.cra-cma.it)).

IPHEN - Rete fenologica italiana - Italian Phenological Network

## COMMENTO ALLE CARTE DI ANALISI COMMENT ON MAPS OF ANALYSIS

### ANDAMENTO METEOROLOGICO / METEOROLOGICAL OVERVIEW

*Commento svolto su dati RAN per il periodo 3 - 9 Luglio 2013 e su normali climatiche RAN 1993-2012*

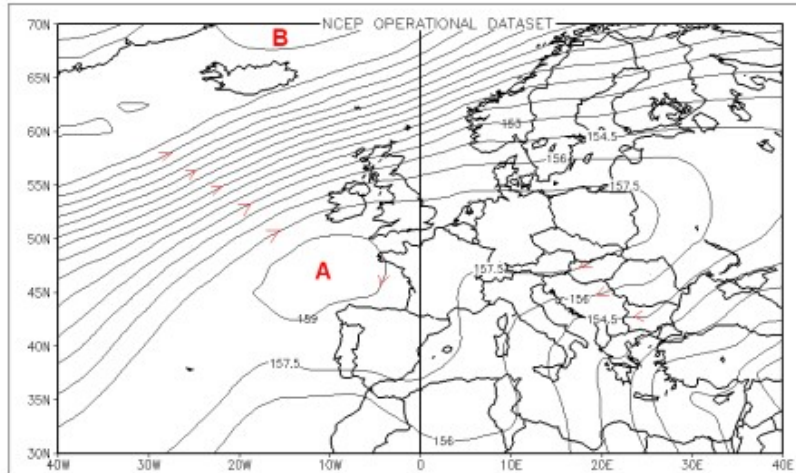
*Meteorological overview based on Ran data for the period 2013 July 3 - 9 and on the climate normal 1993-2012 (RAN)*

Dopo una fase iniziale di tempo atlantico con una debole perturbazione transitata fra il 3 ed il 4 luglio, da venerdì 5 si è assistito all'affermarsi su isole britanniche e Mare del Nord di un robusto anticiclone che ha determinato sulla nostra area un regime di correnti da Est a debole curvatura ciclonica. Ne sono conseguite condizioni di variabilità manifestatasi in forma di attività temporalesca più spiccata nelle ore pomeridiane e serali. Può essere interessante osservare che tale struttura circolatoria, ben resa dalla topografia media del livello barico di 850 hPa, è responsabile dell'apporto di aria continentale dal centro di Eurasia verso il Mediterraneo. Nel periodo invernale l'aria continentale è gelida e dunque il suo arrivo coincide con le grandi ondate di freddo mentre in estate il risultato è in complesso assai più modesto in quanto assai ridotto è lo squilibrio termico fra aria continentale e aria mediterranea.

Le carte di anomalia termica mostrano andamenti analoghi per temperature massime e minime con moderate anomalie, positive al Nord e negative al Sud. Il quadro precipitativo è frutto di attività temporalesca con caratteri eminentemente locali e dunque descritta solo parzialmente dalla rete agrometeorologica nazionale.

# Phenological bulletin (yesterday issue)

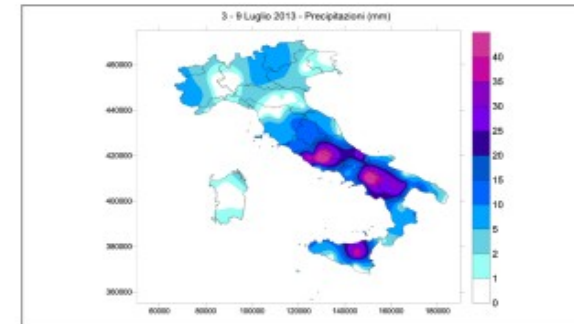
IPHEN - Rete fenologica italiana - Italian Phenological Network



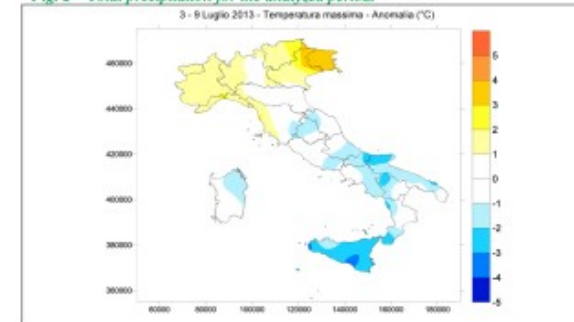
**Fig. 1 - Topografia media del livello di pressione di 850 hPa (in media 1.5 km di quota) per il periodo 3 - 9 Luglio 2013. Le frecce inserite danno un'idea orientativa della direzione e del verso del flusso, di cui considerano la sola componente geostrofica. Gli assi delle saccature sono in blu e quelli dei promontori in rosso.**

**Fig. 1 - Mean topography of the pressure level of 850 hPa (about 1.5 km height) for the period 2013 July 3 - 9. The red arrows give an approximate idea of the flux direction taking into account only the geostrophic component. If present, red lines represent the axes of anticyclonic ridges and blue lines represent the axes of troughs.**

IPHEN - Rete fenologica italiana - Italian Phenological Network

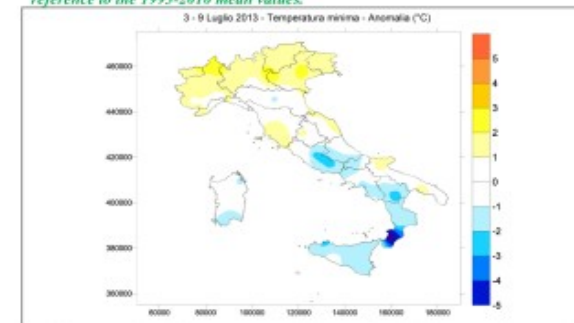


**Fig. 2 - Precipitazioni cumulate nel periodo in esame.**  
**Fig. 2 - Total precipitation for the analyzed period.**



**ig. 3 - anomalia della temperatura massima nel periodo in esame rispetto alla media 1993-2010.**

**Fig. 3 - Anomaly of maximum temperature for the analyzed period with reference to the 1993-2010 mean values.**



**Fig.4 - Anomalia della temperatura minima nel periodo in esame rispetto alla media 1993-2010.**

**Fig. 4 - Anomaly of minimum temperature for the analyzed period with reference to the 1993-2010 mean values.**

# Phenological bulletin (yesterday issue)

## Precipitazioni – periodo 25 Giugno – 4 Luglio 2013

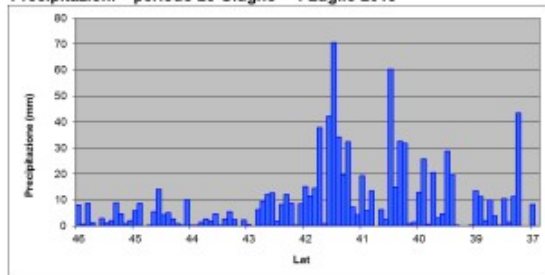


Fig. 5 – Diagramma latitudinale delle precipitazioni nel periodo in esame.  
Fig. 5 – Latitudinal diagram of total precipitation for the analyzed period.

## Temperature massime - anomalia - periodo 25 Giugno – 4 Luglio 2013

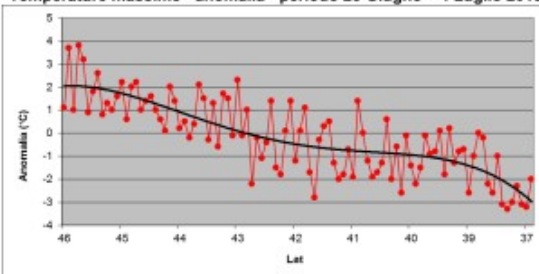


Fig. 6 – Diagramma latitudinale delle anomalie delle temperature massime nel periodo in esame.  
Fig. 6 – Latitudinal diagram of anomaly of maximum temperature for the analyzed period.

## Temperature minime - anomalia - periodo 25 Giugno – 4 Luglio 2013

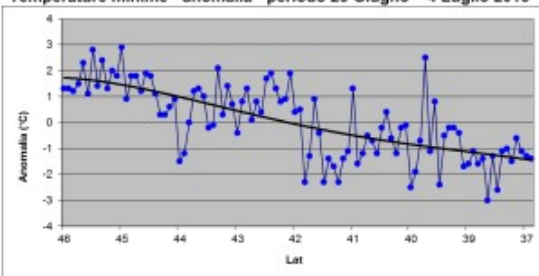


Fig. 7 – Diagramma latitudinale delle anomalie delle temperature minime nel periodo in esame.  
Fig. 7 – Latitudinal diagram of anomaly of minimum temperature for the analyzed period.

## FENOLOGIA VITE – ANALISI GRAPEVINE – ANALYSIS

In tutta Italia si evidenzia la ridotta distanza fenologica fra Cabernet sauvignon e Chardonnay. Si assiste inoltre ad un limitato gradiente latitudinale con la sola eccezione della Sicilia ove vengono rilevate le fasi fenologiche più avanzate per entrambe le varietà. Questa settimana sono giunte 12 osservazioni per Cabernet sauvignon e 12 per Chardonnay (fig. 10).

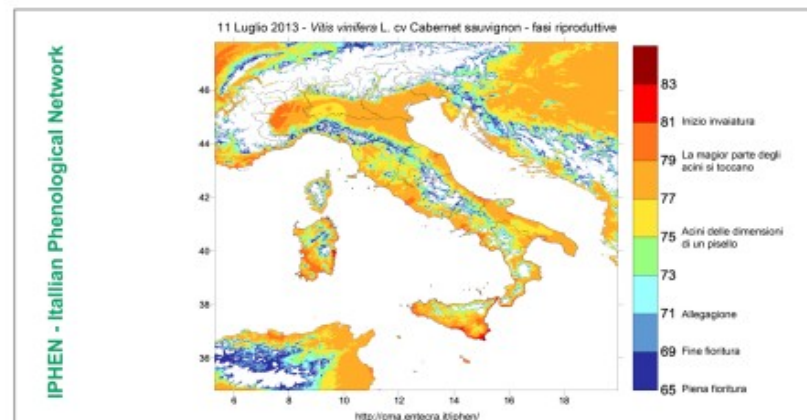


Fig. 8 – Analisi fenologica stato attuale Vitis vinifera cv Cabernet sauvignon – fasi riproduttive.  
Fig. 8 – Phenological analysis – actual development of Vitis vinifera cv Cabernet sauvignon – reproductive stages.

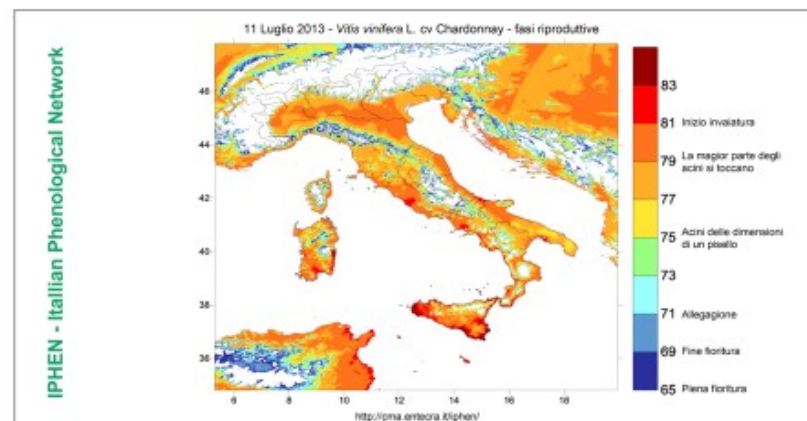


Fig. 9 – Analisi fenologica stato attuale Vitis vinifera cv Chardonnay - fasi vegetative.  
Fig. 9 – Phenological analysis – actual development of Vitis vinifera cv Chardonnay - vegetative stages.

# Phenological bulletin (yesterday issue)

IPHEN - Rete fenologica italiana - Italian Phenological Network

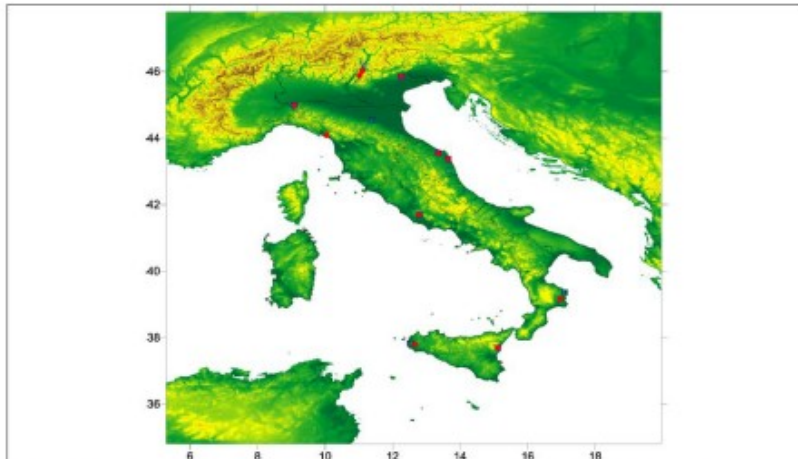


Fig. 10 – Punti di osservazione per *Vitis vinifera* L. cv Cabernet sauvignon (punti rossi) e Chardonnay (quadrati blu)  
Fig. 10 – Observational sites for *Vitis vinifera* L. cv Cabernet sauvignon (red dots) and Chardonnay (blue squares).

IPHEN - Rete fenologica italiana - Italian Phenological Network

## FENOLOGIA VITE – PREVISIONE GRAPEVINE – FORECAST

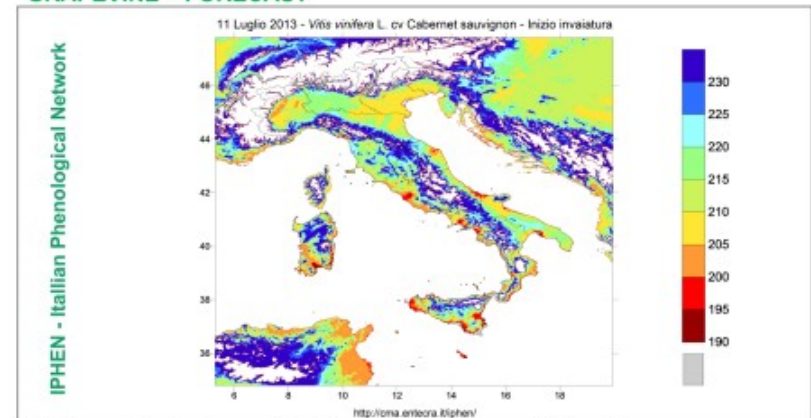


Fig. 11 – previsione fenologica per *Vitis vinifera* cv Cabernet sauvignon – Inizio invaiatura.  
Fig. 11 – Phenological forecasts for *Vitis vinifera* cv Cabernet sauvignon – Beginning of veraison.

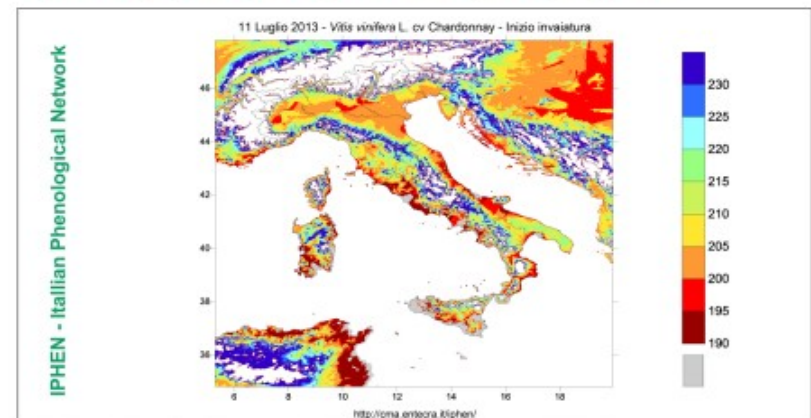


Fig. 12 – Previsione fenologica stato attuale *Vitis vinifera* cv Chardonnay – Inizio invaiatura.  
Fig. 12 – Phenological forecast for *Vitis vinifera* cv Chardonnay – Beginning of veraison.

# Commento mensile

Climatemonitor

Un mese di meteo - Giugno 2013

07/11/2013

By Guido Guidi Luigi Mariani  
in Attualità, Climatologia  
with 0 comments  
Tagged: Giugno 2013  
| Temperature  
giugno | Un mese di meteo

## Un mese di meteo giugno 2013

Un giugno(\*) 2013 altalenante, in cui le anomalie termiche positive della seconda decade affiancate ad anomalie termiche negative della prima e terza decade portando le temp medie del mese su valori prossimi alla norma salvo locali anomalie negative specie sul centro-sud. A livello pluviometrico il settentrione manifesta una diffusa anomalia negat chiude così la lunga fase ad anomalia positiva che aveva marcato i mesi precedenti. Ma variegata a livello pluviometrico si presenta invece la situazione al centro-sud.

In complesso si è assistito al transito di un totale di 5 perturbazioni principali (grandi sa atlantiche o grandi depressioni mediterranee o fasi di variabilità perturbata).

### Andamento circolatorio

La configurazione media delle strutture circolatorie a 850 hPa per il **periodo 1-10 giug** evidenzia la presenza di un blocco a S rovesciata (blocco di Rex) con alta pressione sull

**gennaio 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=30379>

**febbraio 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=30781>

**marzo 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=31806>

**aprile 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=32169>

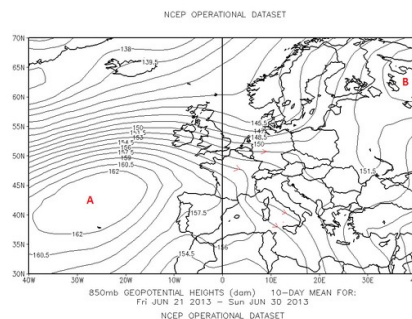
**maggio 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=32592>

**giugno 2013**

-> <http://www.climatemonitor.it/?p=32948>

Climatemonitor



850 hPa - Topografia media del livello di pressione di 850 hPa (in media 1,5 km di quota) per la prima/seconda/terza decade del mese. Le frecce inserite danno un'idea orientativa della direzione e del verso del flusso, di cui considerano la sola componente geostrofica. Le linee rosse sono gli assi delle saccature e promontori.

Tabella - Sintesi delle strutture circolatorie del mese a 850 hPa.

Giorni del mese	Fenomeno
1-4 giugno	Sull'Italia centro settentrionale condizioni di variabilità a tratti perturbata manifestatasi con locali temporali pomeridiani e serali-notturni per effetto di una depressione su Centro Europa-Balceni che, in forma di saccatura da Nordest, ha esteso la propria influenza sul centro - Nord Italia ( <b>perturbazione n.1 del mese</b> ).
5-10 giugno	Sull'Italia campo di pressione livellata (sella) interrotto dal passaggio di una perturbazione atlantica fra domenica 9 e la notte del 10 ( <b>perturbazione n.2 del mese</b> ).

Climatemonitor

Tabella decadale e mensile di sintesi per macroaree - Temperature e precipitazioni al Nord, Centro e Sud Italia con valori medi e relative anomalie (\*\*).

	ITALIA	NORD	CENTRO	SUD
Numero stazioni				
	98	34	30	34
mese				
	27	27	26,6	27,4
decade 1				
	24,3	24,7	23,6	24,6
decade 2				
	29,8	30,2	29,7	29,5
decade 3				
	26,9	26,1	26,4	26,2
mese				
	-0,7	-0,2	-0,9	-1
decade 1				
	-1,7	-1	-2,1	-2
decade 2				
	2	2,9	2,7	1
decade 3				
	-2,4	-2,6	-2,8	-1,9
mese				
	15,2	15,5	14	15,9
decade 1				
	13,1	13,6	12	13,5
decade 2				
	17,2	18	16	17,4
decade 3				
	15,3	14,7	14	16,9
mese				
	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8
decade 1				
	-1,7	-1,7	-1,7	-1,8
decade 2				
	1,1	1,7	1,1	0,6
decade 3				
	-2	-2,2	-2,1	-1,2
mese				
	39,4	52,2	43,8	22,7
decade 1				
	19,7	20,5	25,6	13,7
decade 2				
	2,2	4	1,6	1,1
decade 3				
	17,5	27,7	16,7	7,9
mese				
	-7,9	-25,2	1,4	1,2
decade 1				
	-0,4	-8,7	5,7	2,6
decade 2				
	-13,2	-24	-10,7	-4,6
decade 3				
	5,7	7,5	6,4	3,3
mese				
	-15	-35	0	-10
decade 1				
	-2	-34	24	8
decade 2				
	-39	-26	-26	-32
decade 3				
	46	38	58	49



# Report agroclimatico trimestrale per "L'ENOLOGO"

È basato su dati giornalieri provenienti dalla rete agrometeorologica nazionale di CRA - Cma (98 stazioni)

Obiettivo: analisi quantitativa delle risorse meteorologiche e idrologiche e limitazioni per la vite (ottenuto per confronto fra i dati giornalieri e le normali climatiche 1993-2012).

Quattro numeri ogni anno:

- gennaio-marzo (numero di Aprile)
- aprile-giugno (numero di luglio)
- luglio-settembre (numero di ottobre)
- sintesi annuale (edizione gennaio)

Dall'analisi del periodo 1 aprile - 10 giugno 2013

## UN SECONDO TRIMESTRE FREDDO E PIOVOSO AL CENTRO NORD MA NON NEL MERIDIONE

La lentezza con cui è decollata la stagione viticola al settentrione è frutto di una primavera fredda e piovosa che alla sovrabbondanza di risorse idriche ha associato, com'era da attendersi, scarsità di radiazione solare (guida del processo di fotosintesi) e di risorse termiche (guida di tutte le biosintesi della vite). Al contrario il meridione a risorse termiche e radiative nella norma ha associato una certa carenza di pioggia rivelatasi più vistosa sulle aree ioniche di Puglia, Sicilia, Calabria e Basilicata. In posizione intermedia rispetto a questi due estremi si collocano le regioni centrali del Paese. Queste valutazioni non possono ovviamente render conto della variabilità locale delle piogge e delle altre variabili atmosferiche, variabilità che dev'essere apprezzata nel singolo vigneto per mezzo di misure meteorologiche e di osservazioni sulle piante.

**P**er il periodo in esame gli aspetti agrometeorologici più salienti per la gestione agronomica del vigneto sono stati:

- per il Centro-Nord: anomalia termica negativa con conseguente ritardo fenologico di 1-2 settimane, risorse termiche e radiative inferiori alla norma, limitazioni termiche da basse temperature superiori alla norma e piovosità abbondante con anomalia positiva più sensibile sul settentrione. Riserve idriche dei suoli al 10 giugno gene-

ralmente in buono o ottimo stato;  
- per il Meridione e la Sardegna: temperature, fenologia, risorse radiative, risorse termiche e limitazioni termiche nella norma e anomalia pluviometrica generalmente negativa con riserve dei suoli al 10 giugno prossime all'esaurimento sull'area ionica e sulla Sardegna sud-orientale.

Nel trimestre si sono riscontrate un'ondata di caldo caduta nella seconda decade d'aprile ed una prolungata irruzione fredda protrattasi fra la seconda decade di maggio e la prima di giugno.

### Le perturbazioni del periodo

Il secondo trimestre del 2013 si è contraddistinto per il prevalere di condizioni di tempo perturbato più sensibili al centro-nord e che si sono sostanziate nel passaggio di 5 grandi perturbazioni (saccature o grandi minimi mediterranei) ad aprile, 8 a maggio e 2 nella prima decade di giugno (per informazioni aggiuntive circa la dinamica dei sistemi perturbati nel trimestre si rinvia ai commenti mensili pubblicati su [www.climatemonitor.it](http://www.climatemonitor.it)).

A livello circolatorio le carte medie mensili riportate in Fig. 1 mostrano l'Italia interessata ad aprile da un regime di correnti occidentali a moderata curvatura ciclonica con conseguenti condizioni di variabilità perturbata che hanno caratterizzato la prima e terza decade del mese mentre il tempo stabile ha prevalso nella seconda decade.

Dalla carta si nota la posizione arretrata dell'anticiclone delle Azzorre, localizzato sull'Atlantico sub-tropicale e segnalato dalla lettera A. In prevalenza perturbato è stato il tempo di maggio, la cui carta media mostra l'Italia interessata da una struttura analoga a quella riscontrata ad aprile salvo per il fatto che l'anticiclone presente in Atlantico è più robusto e più protetto verso Nord, dal

che ha conseguito un più sostanziale apporto di masse d'aria fredda settentrionale a partire dalla seconda decade del mese. Alla variabilità a tratti perturbata è stato infine improntato il tempo della prima decade di giugno, la cui carta circolatoria media mostra che l'anticiclone è migrato dalla sua sede atlantica di aprile e maggio, riposizionandosi sulle Isole Britanniche, il che è da ritenere indicativo della tendenza della circolazione a riconfigurarsi secondo forme che preludono a quella tipicamente estiva.

Come fenomeni circolatori particolari si segnalano l'ondata di caldo della seconda decade d'aprile che ha avuto apice intorno al 16 aprile ed è stata determinata da un promontorio anticiclonico subtropicale da sudovest e l'irruzione fredda protrattasi fra la seconda decade di maggio e la prima di giugno e che ha avuto apice intorno al 24-26 maggio.

Gli effetti termici di tali fenomeni emergono con evidenza dalla Fig. 4.

### Tanta pioggia al Nord e poca al Sud

Il prevalere di regimi circolatori perturbati ha prodotto sul Centro-Nord una piovosità generalmente abbondante, con piovosità più elevate registrate su Lombardia orientale e Triveneto (Fig. 2) e anomalia pluviometrica positiva più spiccata su Lombardia, Trentino e Piemonte sudoccidentale (Fig. 3).

Salvo locali eccezioni (Sardegna settentrionale, parte della Campania), le regioni meridionali hanno invece presentato un'anomalia pluviometrica negativa fra le cui cause è a nostro avviso la scarsa frequenza di minimi depressionari africani e dello Ionio nel periodo in esame.

Per un'analisi dell'anomalia pluviometrica negativa per il territorio siciliano si rinvia al report del locale servizio agrometeorologico ([http://www.sias.regione.sicilia.it/frameset\\_news\\_72.htm](http://www.sias.regione.sicilia.it/frameset_news_72.htm)).



Le anomalie termiche sono in evidenza in Tab. 1 e nelle Fig. 4, 5 e 6.

In particolare il diagramma di anomalia termica giornaliera (Fig. 4) evidenzia il sussistere di un'anomalia positiva estesa all'intero territorio nazionale nel periodo compreso fra la seconda decade di aprile e la prima decade di maggio; a seguire si coglie una sensibile anomalia negativa manifestatasi dalla seconda decade di maggio alla prima decade di giugno.

Le carte di anomalia termica media trimestrale (Fig. 5 e 6) mostrano temperature

massime in sensibile anomalia negativa su settentrione, Sardegna, Toscana, Marche settentrionali e Umbria ed in anomalia positiva sul meridione.

Assai più variegata appare invece la carta di anomalia delle temperature minime, con nuclei di anomalia a carattere locale i quali rispecchiano il fatto che le temperature minime sono molto più influenzate da fenomeni a microscaletta e da scala locale rispetto alle temperature massime che invece rispondono maggiormente ai fenomeni circolatori attivi a scala sinottica.

### Risorse e limiti per la vite

Nel trimestre in esame la rappresentatività dei diagrammi storici nazionali delle risorse termiche e radiative è limitata dal fatto che l'Italia è stata sostanzialmente divisa in due (centro-nord da un lato, sud dall'altro), fatto del resto non inusuale in un Paese che spazia latitudinalmente per oltre 1200 km.

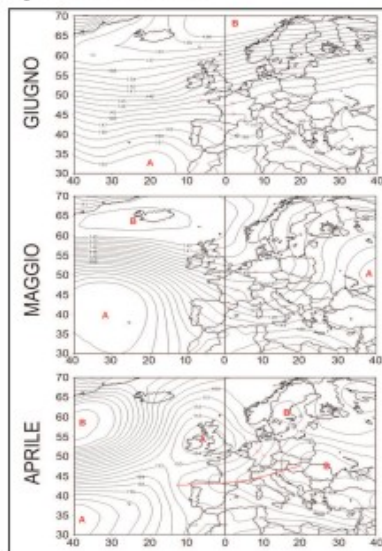
Dalla prossima edizione del bollettino è nostra intenzione rimediare producendo diagrammi storici specifici per le tre macro-aree.

Il diagramma storico delle risorse radiative a livello nazionale (Fig. 7) mostra che il trimestre in esame è stato condizionato dalla copertura nuvolosa che, specie al settentrione, ha limitato in modo importante i livelli di radiazione solare.

I valori medi, seppur sensibilmente inferiori alla norma, sono comunque vicini a quelli osservati negli anni 1998, 2004 e 2008.

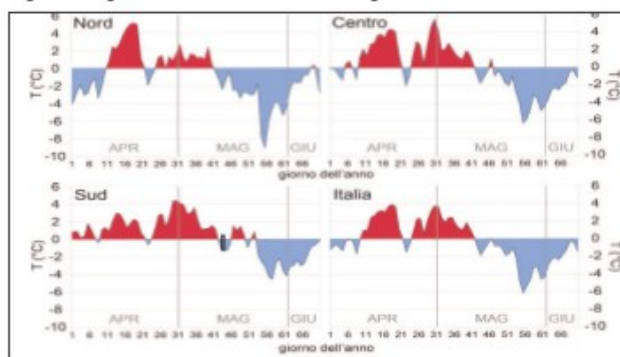
Il diagramma storico delle risorse termiche a livello nazionale (Fig. 8 a, b, c.) mostra che il secondo trimestre dell'anno 2013 ha presentato risorse lievemente

**Fig. 1 - Carte circolatorie**



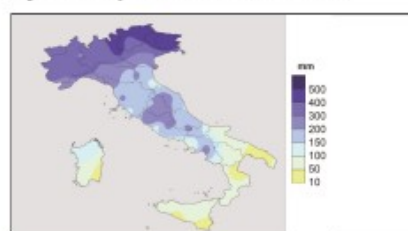
Carte circolatorie (topografie assolute del livello isobarico di 850 hPa - grossomodo 1500 m di quota) dei mesi di aprile e maggio e del periodo 1-10 giugno. Con la lettera A sono indicate le aree anticicloniche e con B le aree depressionarie; le linee rosse rappresentano gli assi dei promontori anticiclonici e gli assi delle saucature. Le frecce fannociano un'indicazione di massima su direzione e verso del moto delle masse d'aria.

**Fig. 4 - Diagrammi dell'anomalia termica giornaliera**



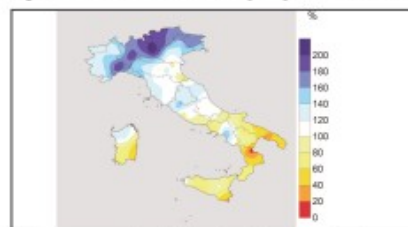
Anomalia riferita alle temperature massime e minime per Nord, Centro, Sud e Italia nel suo complesso.

**Fig. 2 - Precipitazioni totali in millimetri**



Carta delle precipitazioni totali del trimestre (millimetri).

**Fig. 3 - Anomalia media delle precipitazioni in mm**



Espressa in percentuale (200% significa il doppio rispetto alla normalità).

inferiori alla norma e sostanzialmente in linea con quelle registrate negli anni successivi al 2008, nei quali peraltro si evidenzia una rimarcabile stazionarietà, dopo le

condizioni oscillazioni cui ci avevano abituati le annate precedenti.

Il significato fisiologico delle risorse termiche nel trimestre in esame si lega al fatto che esse risultano utili a supportare l'insieme delle attività fisiologiche della vite (fotosintesi, conversione degli zuccheri nelle diverse sostanze che compongono la pianta eccetera).

Le limitazioni da temperature elevate risultano sostanzialmente assenti data l'assenza di rilevanti ondate di caldo mentre le limitazioni da basse temperature si sono attestate su valori in linea con quelli delle annate precedenti.

## L'analisi delle risorse idriche

Per quanto riguarda le risorse idriche, le carte in Fig. 9 evidenziano che le riserve dei suoli si collocano su livelli soddisfacenti al Centro-Nord, in Campania

ed in Sardegna settentrionale mentre su livelli più bassi si collocano nel resto del meridione, fatto questo da attribuire soprattutto all'andamento delle piogge che non ha consentito una ricarica invernale sufficiente.

## Valorizzare il serbatoio

Si noti altresì che le riserve sono ormai prossime all'esaurimento su Puglia, Basilicata orientale, Calabria ionica, Sicilia ionica e Sardegna sud-orientale.

Come commento generale alle carte prodotte nelle due ipotesi di "serbatoio terreno" di capacità media (150 mm) o elevata (250 mm), si osserva che un serbatoio più ampio giova al mantenimento delle riserve idriche della vite.

Il serbatoio cui può attingere la vite può essere ampliato in fase di impianto del vigneto eliminando, con idonee lavorazioni, gli eventuali ostacoli all'approfondimento radicale (ad esempio suole di lavorazione, strati concrezionati), che un tecnico esperto può individuare osservando il profilo del suolo che si evidenzia aprendo una trincea profonda 1,50 - 2 metri.

Il serbatoio cui può attingere la vite può essere inoltre conservato lungo l'arco di vita del vigneto evitando l'insorgere di ostacoli allo sviluppo radicale quali ad esempio le ormaie da mezzi meccanici, il che si può ottenere da un lato praticando l'inerbimento controllato (con i seguenti vantaggi: miglior conservazione della sostanza organica nei suoli, erosione ridotta, maggior portanza del suolo in modo da poter entrare prima nel vigneto dopo una pioggia) e dall'altro adottando mezzi cingolati (con i seguenti vantaggi: il peso per unità di superficie è assai ridotto e paragonabile a quello di un individuo a piedi) ovvero mezzi di peso non eccessivo e dotati di pneumatici a bassa pressione e con elevata larghezza di sezione.

Elemento più caratteristico del periodo in esame è dato dall'anomalia pluviometrica positiva che ha interessato il Centro-Nord, la Campania e la Sardegna settentrionale. Tale fenomeno ha quantomeno avuto il merito di consentire ai vigneti di presentarsi all'inizio dell'estate con le riserve idriche dei suoli in buono od ottimo stato. Lo stesso non si può dire per le regioni meridionali ove l'anomalia pluviometrica negativa ha ridotto del riserve, specie sul versante ionico e sulla Sardegna meridionale.

**Tab. 1- Temperature max mini. e precipitazioni aprile maggio giugno**

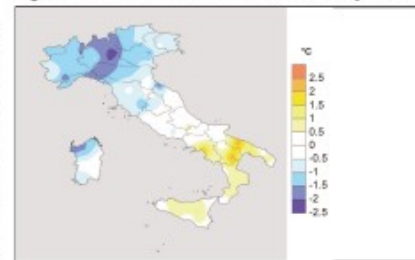
APRILE	2013			Norma			Anomalia		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Massime (°C)	17,8	19,9	20,8	18,0	18,1	18,9	-0,2	1,8	1,9
Minime (°C)	9,1	8,6	10,2	7,9	7,1	8,9	1,2	1,5	1,3
Precipitazioni (mm)	98	51	34	74	66	49	132%	77%	69%
MAGGIO	2013			Norma			Anomalia		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Massime (°C)	20,9	21,7	23,7	23,3	23,2	23,9	-2,3	-1,5	-0,3
Minime (°C)	11,2	10,9	12,9	12,7	11,3	12,8	-1,4	-0,3	0,1
Precipitazioni (mm)	184	93	28	80	55	31	229%	169%	90%
GIUGNO	2013			Norma			Anomalia		
	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud	Nord	Centro	Sud
Massime (°C)	24,9	23,7	24,4	25,6	25,6	26,4	-0,8	-1,9	-2,1
Minime (°C)	13,7	11,8	13,3	15,2	13,5	15,2	-1,5	-1,7	-1,9
Precipitazioni (mm)	20	24	14	23	18	10	87%	132%	131%

Anomalia termica trimestrale ottenuta confrontando i dati medi del 2013 con quelli medi del periodo 1993-2011. Le anomalie termiche sono evidenziate con i colori (giallo o rosso per anomalie positive rispettivamente fra 1 e 2°C e oltre 2°C; azzurro o blu per anomalie negative rispettivamente fra 1 e 2°C e oltre 2°C). Analogamente le anomalie pluviometriche sono evidenziate con i colori (azzurro o blu per anomalie positive rispettivamente fra il 25 ed il 75% e oltre il 75%; giallo o rosso per anomalie negative rispettivamente fra il 25 ed il 75% e oltre il 75%).

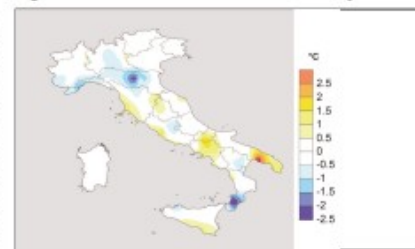
## Alcune note riassuntive

Ove si è verificata, la piovosità abbondante può aver dato luogo a eccesso idrico, allagamenti ed erosione. Tali fenomeni dovrebbero invitare il viticoltore a valutare in modo critico le sistemazioni idraulico agrarie adottate nel proprio vigneto e più in generale a livello comprensoriale il cui scopo dovrebbe essere quello di allontanare le acque in eccesso in modo rapido e tuttavia compatibile con la necessità di salvaguardare il suolo dall'erosione.

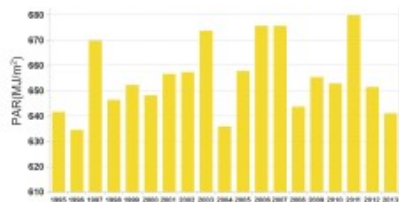
**Fig. 5 - Anomalia media trimestrale temp. max**



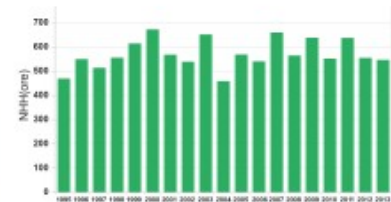
**Fig. 6 - Anomalia media trimestrale temp. min**



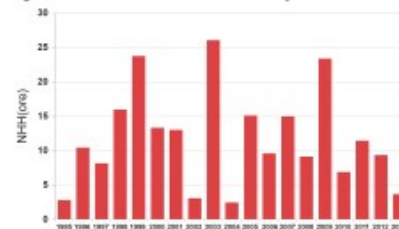
**Fig. 7 - Radiazione fotosinteticamente attiva**



**Fig. 8a - Risorse termiche utili**



**Fig. 8b - Limitazione termica da temperature elevate**



**Fig. 8c - Limitazione termica da basse temperature**

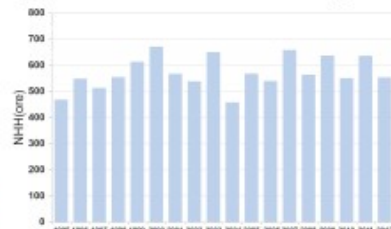


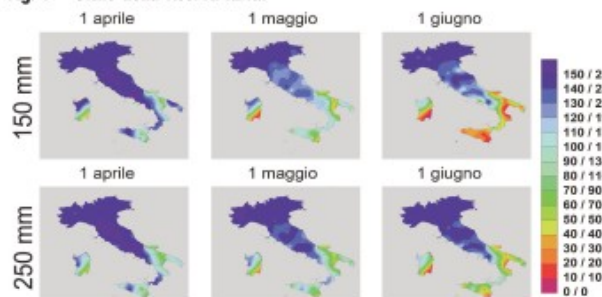
Fig. 7 - Cumulo trimestrale delle risorse radiative (radiazione fotosinteticamente attiva - PAR - in MJ per m<sup>2</sup>) per le annate dal 1995 al 2013. Media per l'intera area italiana.

Fig. 8a, 8b, 8c - Cumulo trimestrale delle risorse termiche (ore normali di caldo utili), delle limitazioni termiche da temperature elevate (ore normali di caldo inutili perché trascorse a temperature troppo alte) e delle limitazioni termiche da basse temperature (ore normali di caldo inutili perché trascorse a temperature troppo basse) per le annate dal 1995 al 2013. Media per l'intera area italiana.

**Note.** I dati alla base di questo commento provengono dalla Rete Agrometeorologica nazionale del Cra-Cna ([www.cra-cna.it](http://www.cra-cna.it)) e dalle carte circolatorie della statunitense National Oceanic and Atmospheric Administration - Noaa (<http://www.es.noaa.gov/pod/datasets/dsdata/>). Con questo commento ci si propone di valutare in termini quantitativi le risorse (radiative, termiche, idriche) e le limitazioni (temperature estreme, siccità) verificatesi nel corso del periodo utilizzando una serie di strumenti propri dell'agrometeorologia.

Per esigenze legate al trattamento automatico dei dati, le macro-aree Nord, Centro e Sud sono fissate su base latitudinale (il Nord ha latitudine maggiore di 44°N, il Centro ha latitudine compresa fra 44 e 41°N ed il Sud ha latitudine minore di 41°N). Le valutazioni espresse in questa sede e riferite alle macro-aree non rendono ragione della variabilità esistente a scala regionale e provinciale, la quale può essere comunque apprezzata dalle carte nazionali relative alle diverse variabili indagate.

**Fig. 9 - Stato della riserva idrica**



Carta delle riserve idriche espresse in millimetri e ottenute per mezzo di un bilancio idrico giornaliero condotto nelle due ipotesi di un serbatoio invariabile massimo di 150 mm (serbatoio tipico di terreni di medio impasto e con buona struttura, assenza di scheletro e strato esplorato dalle radici profondo 1 metro) ovvero serbatoio di 250 mm (serbatoio tipico di terreni argillosi con buona struttura, assenza di scheletro e strato esplorato dalle radici profondo 1,50 metri). Il bilancio idrico giornaliero viene calcolato considerando che l'acqua piovana che affluisce al terreno viene perduta per evaporazione di superficie (2%), per evapotraspirazione della vite (ottenuta moltiplicando l'evapotraspirazione da cultura di riferimento stimata con il metodo di Hargreaves e Samani per un idoneo coefficiente culturale e per un coefficiente di riduzione del consumo dovuto a stress), per riscaldamento (3% da ottobre a marzo e 10% nel resto dell'anno) e per drenaggio. Gli eventuali apporti di falda non sono considerati perché troppo variabili da vigneto a vigneto e lungo l'arco dell'anno.



## A livello di vigneto

Lavoro di ricerca condotto da un gruppo che vede coinvolti:

- prof. Stefano Poni (UCSC di Piacenza)
- prof. Vittorio Rossi (UCSC e Horta srl)
- dott. Gabriele Cola (Unimi – Disaa)

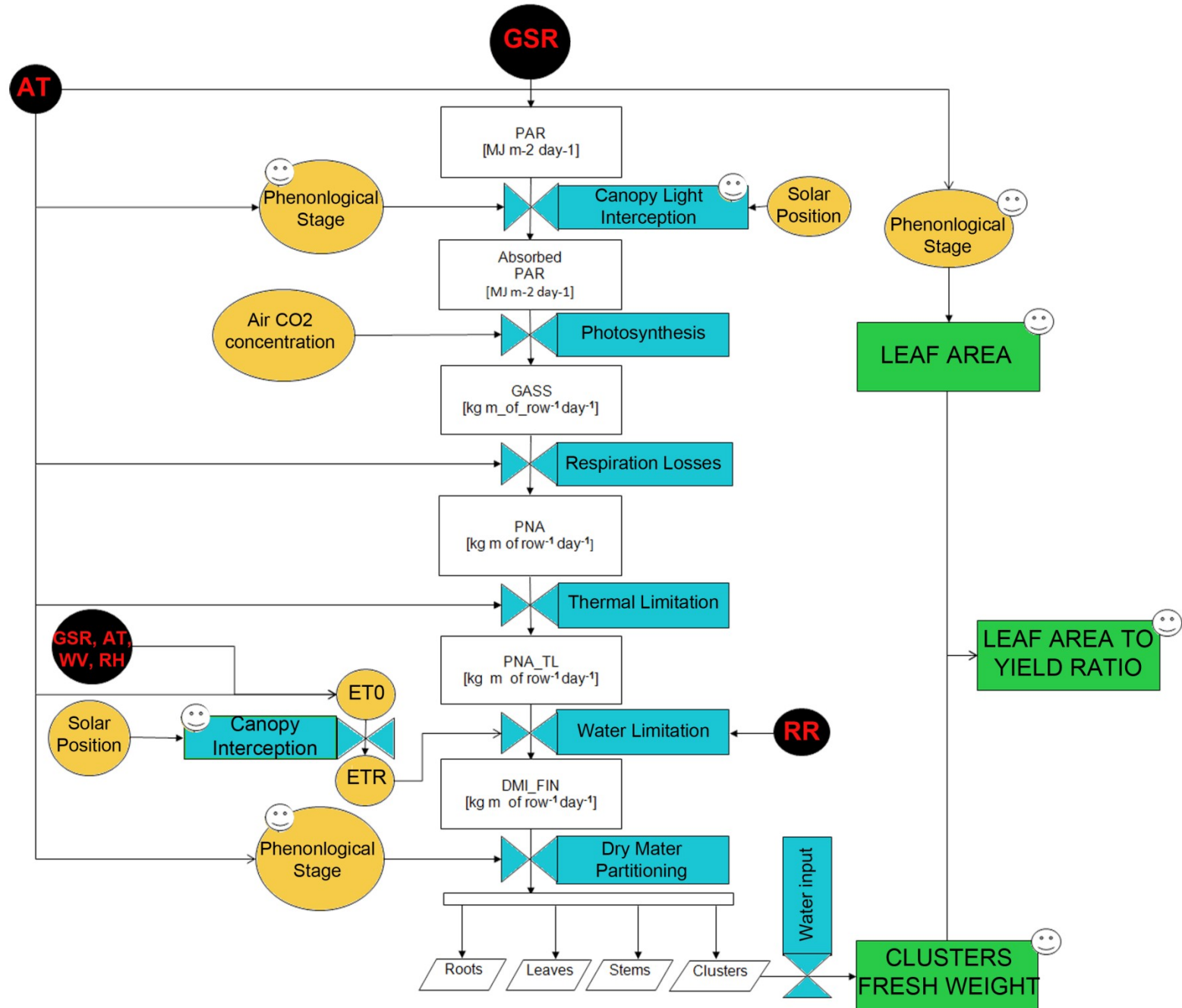
Finalità:

- calibrare e validare un modello matematico atto a descrivere l'andamento dell'equilibrio vegeto-produttivo in vite cv barbera
- tradurre i risultati del modello in un DSS operativo consultabile via web dai viticoltori.

Description and Testing of a Weather Based Model for Predicting Phenology, Canopy Development and Source-Sink Balance in *Vitis vinifera* L. cv. Barbera  
Gabriele Cola, Luigi Mariani, Francesca Salinari, Silvia Civardi, Fabio Bernizzoni e Stefano Poni.

**(Submitted to Agricultural and forest meteorology)**

# Modello matematico di produttività della vite



# ANDAMENTO FENOLOGICO (modello a base termica)



# SCALA FENOLOGICA BBCH

## Grapevine Lorenz et al., 1994

### Phenological growth stages and BBCH-Identification keys of grapevine

(*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)

Code	Description
<b>Principal growth stage 0: Sprouting/Bud development</b>	
00	Dormancy: winter buds pointed to rounded, light or dark brown according to cultivar; bud scales more or less closed according to cultivar
01	Beginning of bud swelling: buds begin to expand inside the bud scales
03	End of bud swelling: buds swollen, but not green
05	"Wool stage": brown wool clearly visible
07	Beginning of bud burst: green shoot tips just visible
08	Bud burst: green shoot tips clearly visible

### Principal growth stage 1: Leaf development

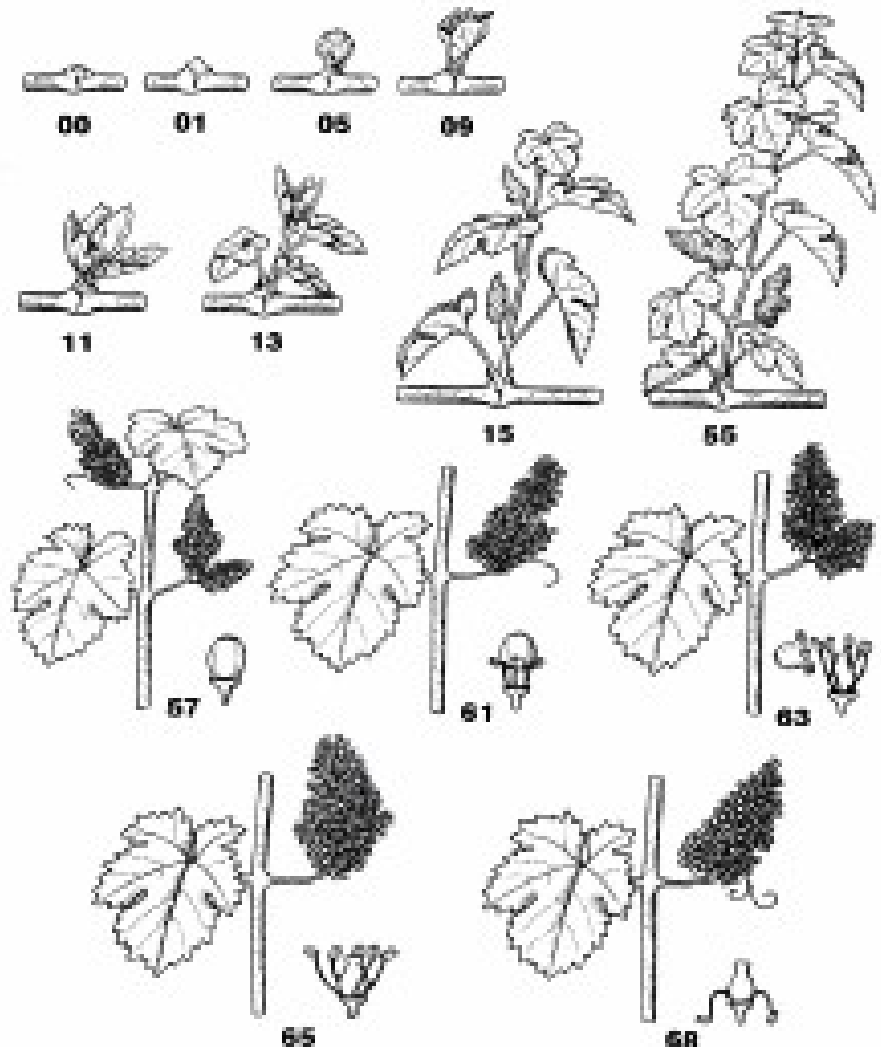
11	First leaf unfolded and spread away from shoot
12	2nd leaves unfolded
13	3rd leaves unfolded
14	Stages continuous till . . .
19	9 or more leaves unfolded

### Principal growth stage 5: Inflorescence emerge

53	Inflorescences clearly visible
55	Inflorescences swelling, flowers closely pressed together
57	Inflorescences fully developed; flowers separating

### Principal growth stage 6: Flowering

60	First flowerhoods detached from the receptacle
61	Beginning of flowering: 10% of flowerhoods fallen
62	20% of flowerhoods fallen
63	Early flowering: 30% of flowerhoods fallen
64	40% of flowerhoods fallen
65	Full flowering: 50% of flowerhoods fallen
66	60% of flowerhoods fallen
67	70% of flowerhoods fallen
68	80% of flowerhoods fallen
69	End of flowering





# SCALA FENOLOGICA BBCH

## Phenological growth stages and BBCH-identification keys of grapevine

Code	Description
------	-------------

### Principal growth stage 7: Development of fruits

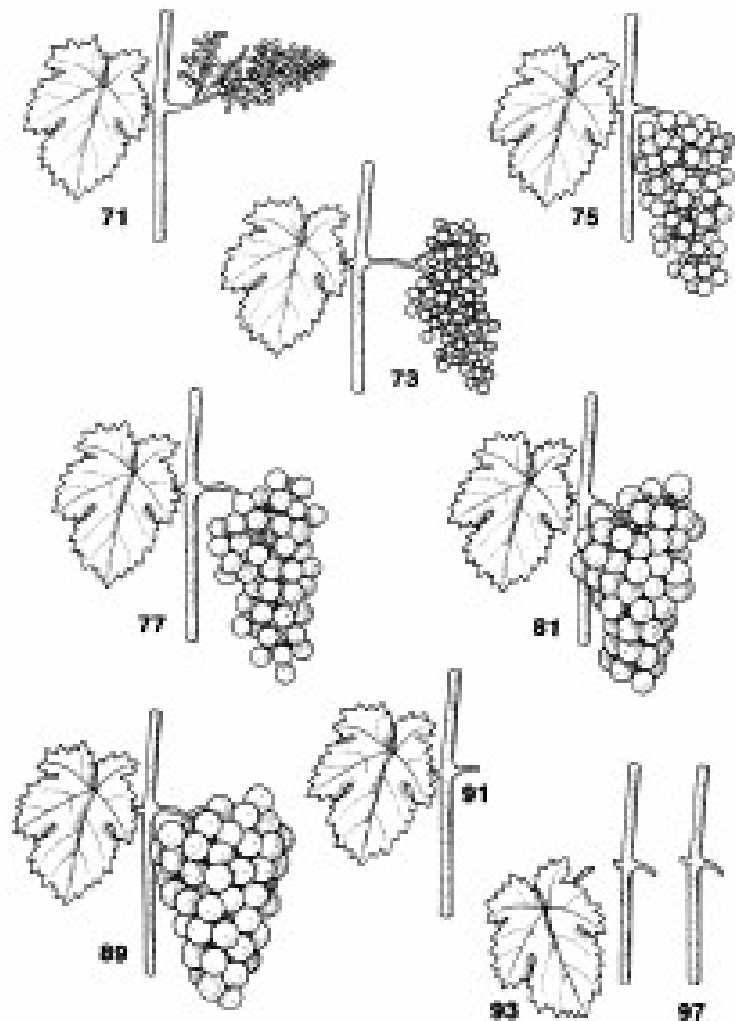
71	Fruit set: young fruits begin to swell, remains of flowers lost
73	Berries goat-sized, bunches begin to hang
75	Berries pea-sized, bunches hang
77	Berries beginning to touch
79	Majority of berries touching

### Principal growth stage 8: Ripening of berries

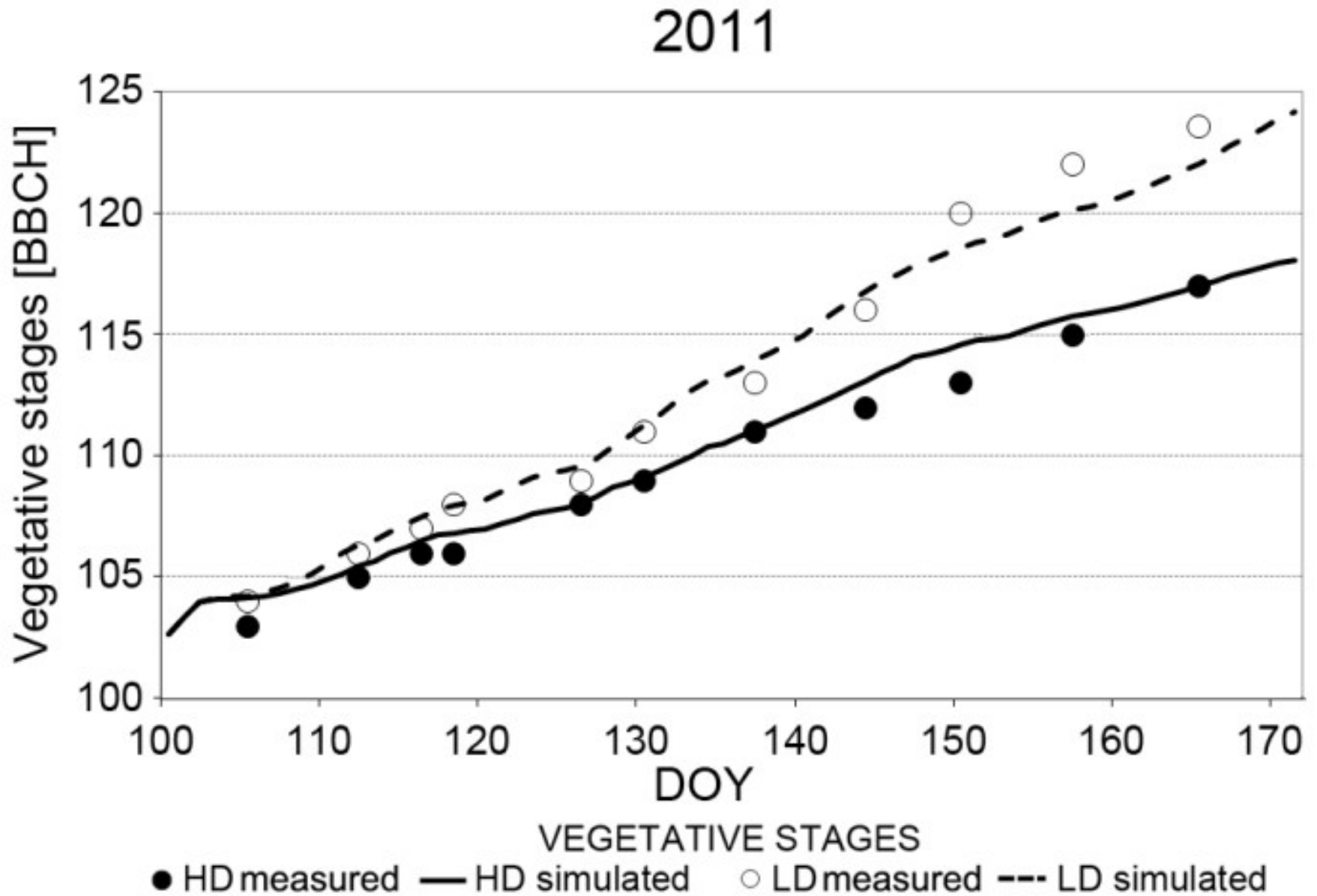
81	Beginning of ripening: berries begin to develop variety-specific colour
83	Berries developing colour
85	Softening of berries
89	Berries ripe for harvest

### Principal growth stage 9: Senescence

91	After harvest; end of wood maturation
92	Beginning of leaf discolouration
93	Beginning of leaf-fall
95	50% of leaves fallen
97	End of leaf-fall
99	Harvested product

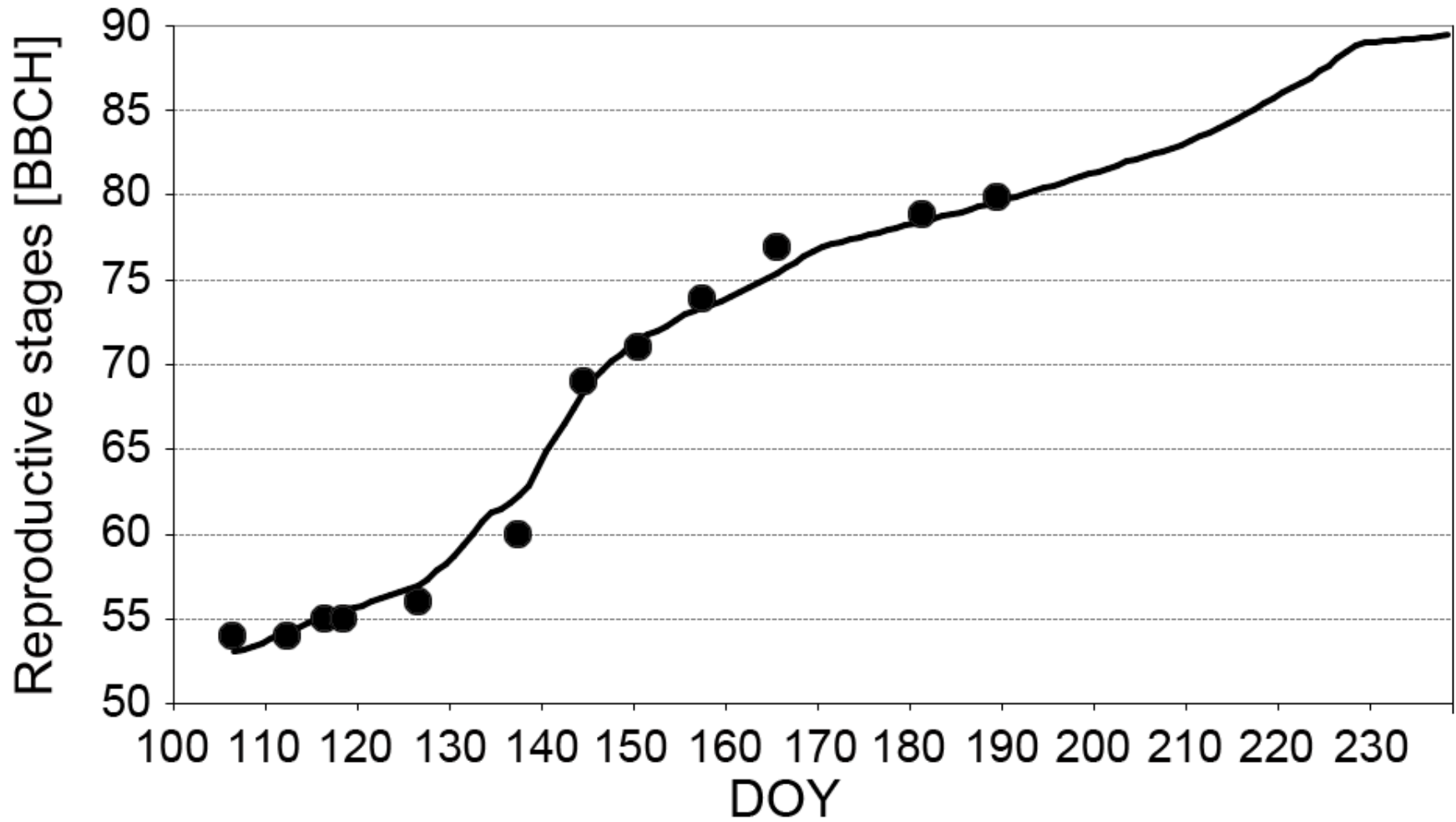


# SIMULAZIONE FENOLOGICA



# SIMULATION OF PHENOLOGY

2011



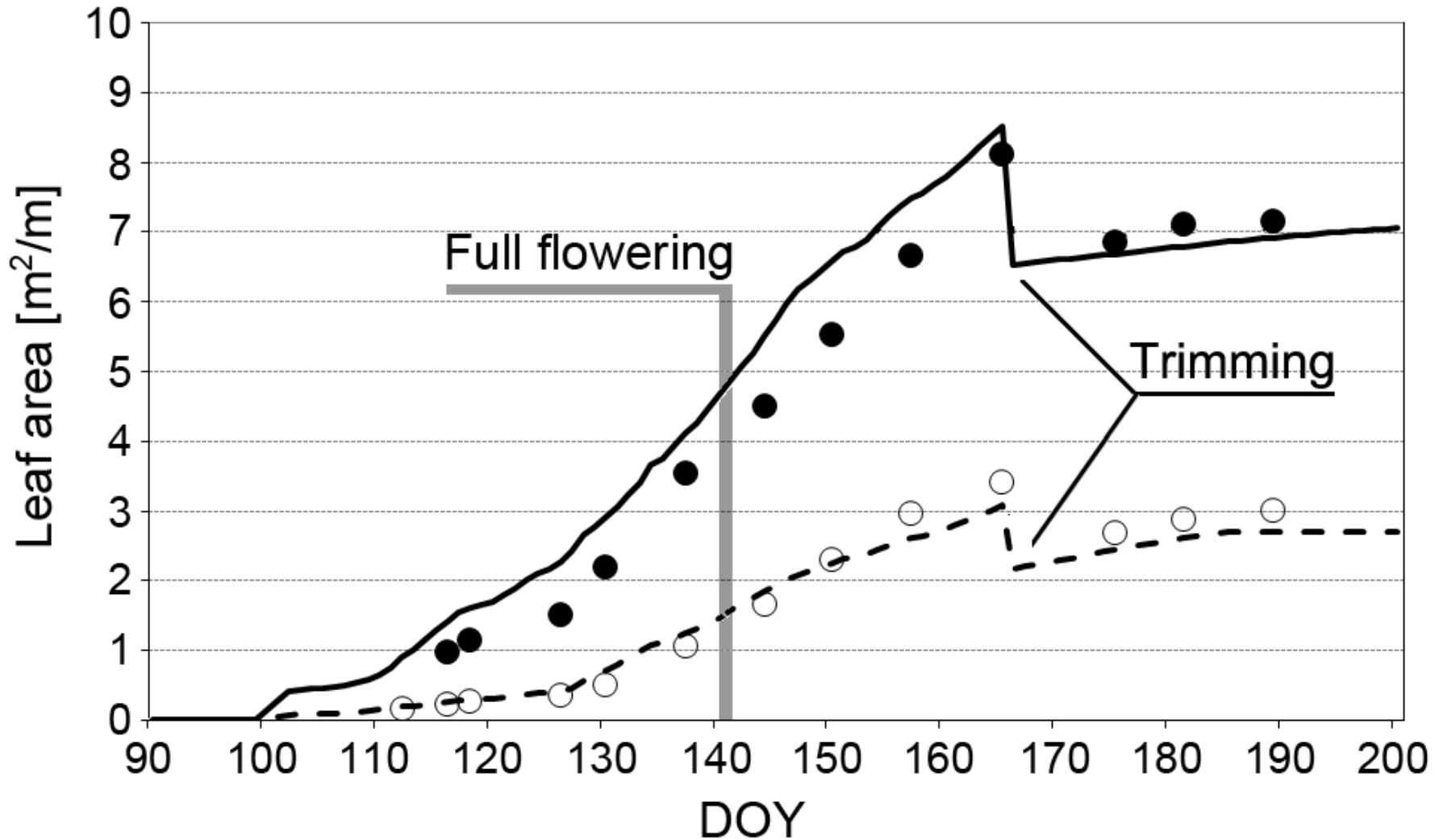
REPRODUCTIVE STAGES  
● measured — simulated

# AREA FOGLIARE (modello a base fenologica)



# SIMULAZIONE DELL'AREA FOGLIARE

2011



● HD measured — HD simulated

○ LD measured --- LD simulated

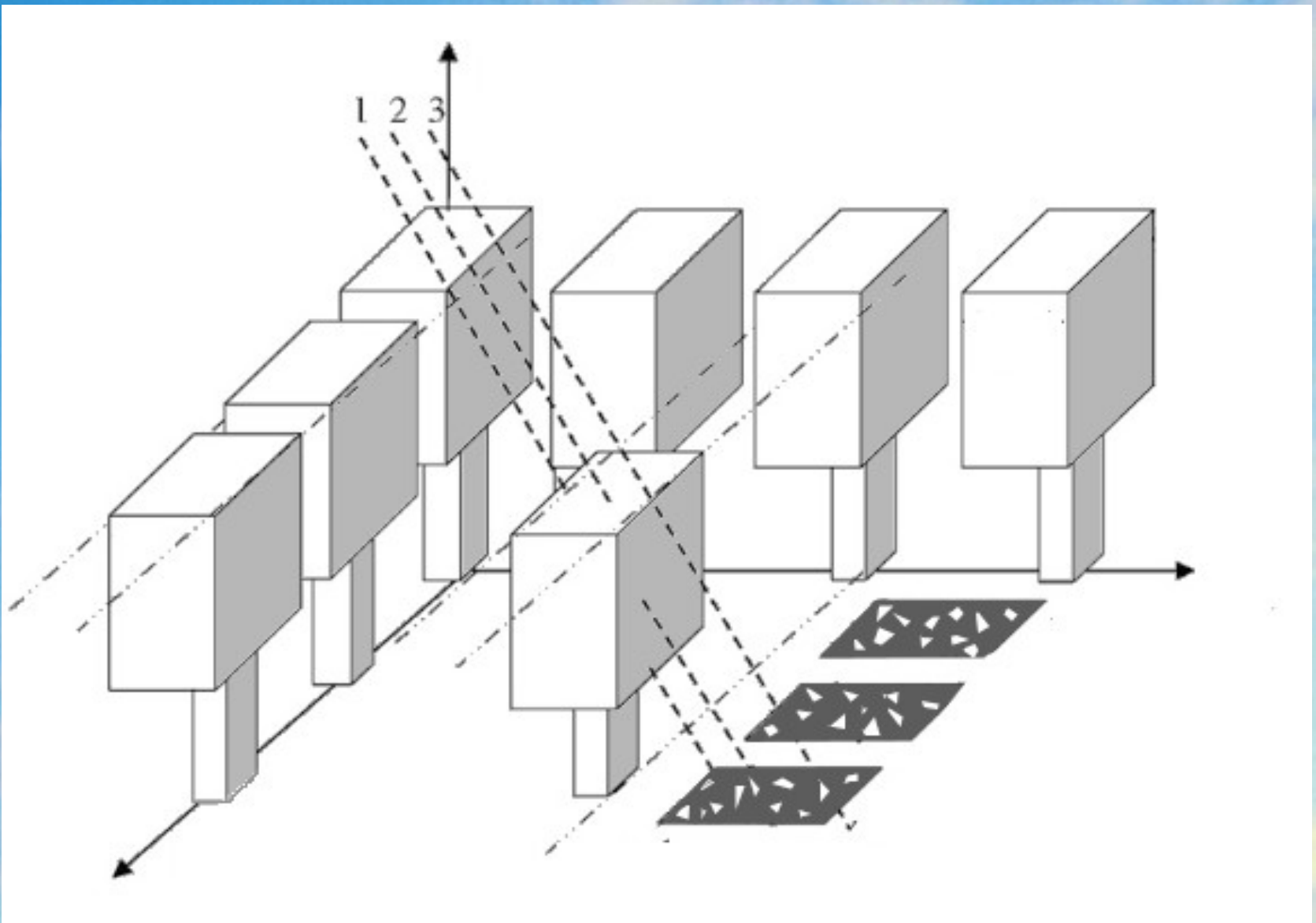
# INTERCETTAMENTO DELLA LUCE (modello geometrico)



# RADIAZIONE SOLARE RISPETTO AL TEMPO



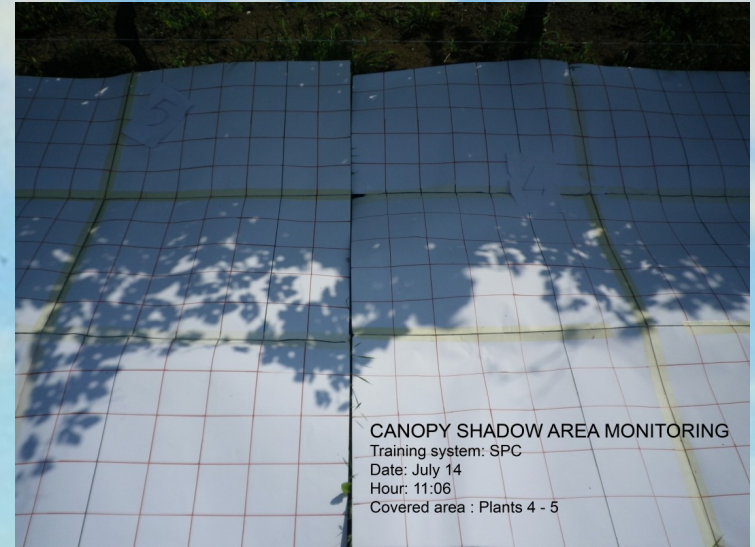
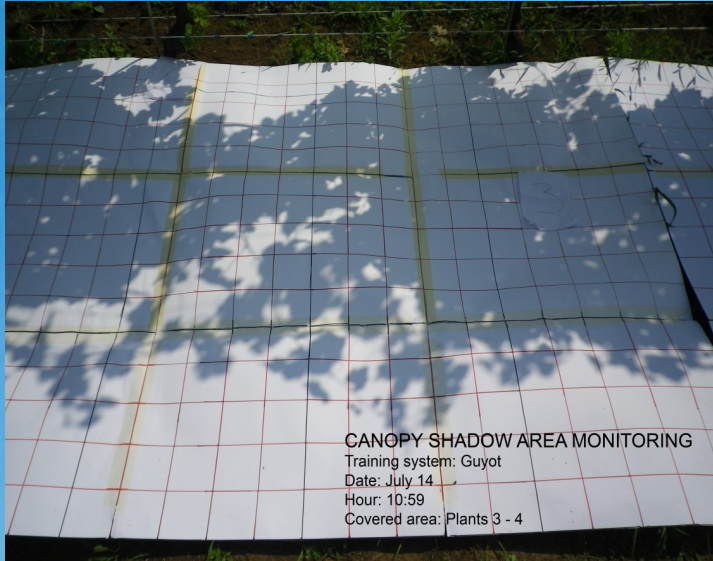
# INTERCETTAMENTO ORARIO



Oyarzun R. A, Stöckle C. O., Whiting M., D., 2007. A simple approach to modeling radiation interception by fruit-tree orchards, *Agr. For. Met.*, 142: 12–24



# CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO

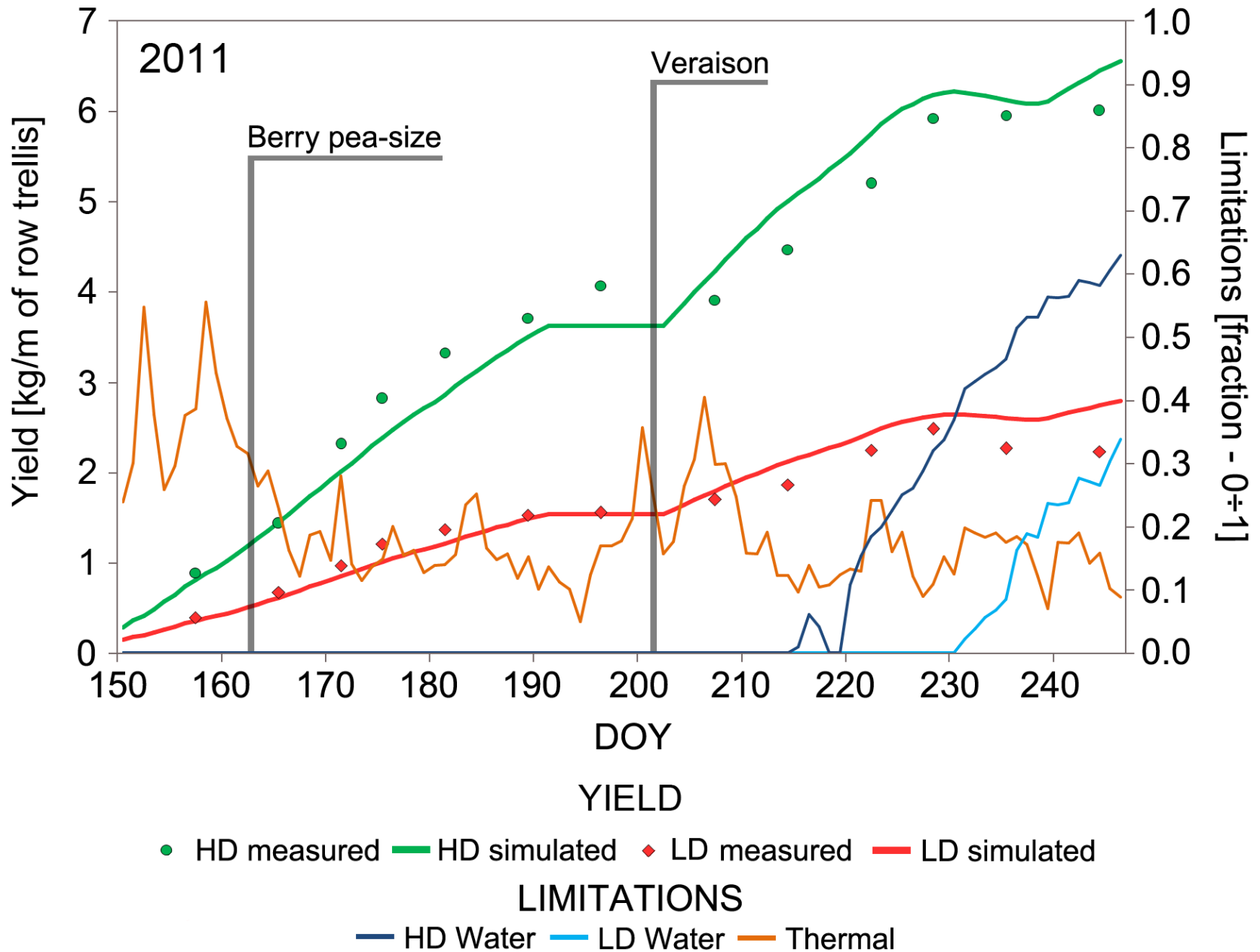


# PRODUZIONE

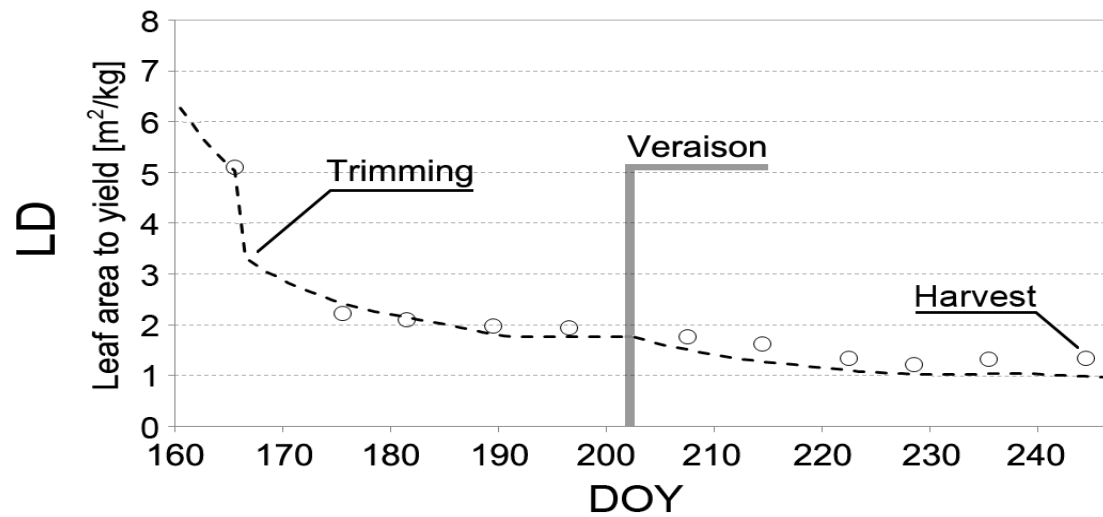
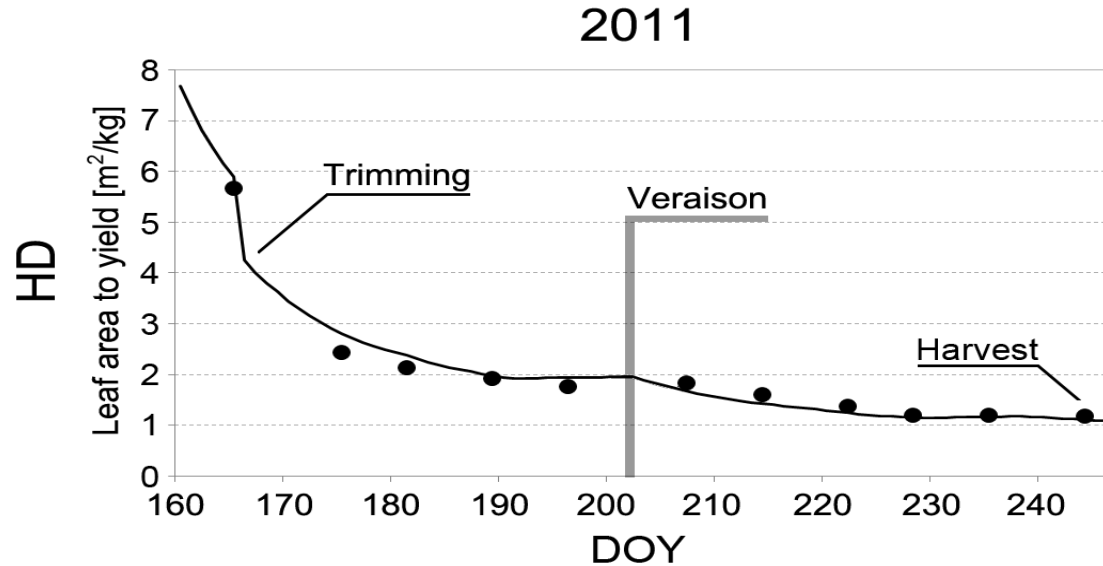
(modello a cascata di energia e materia)



# 2011 – SIMULAZIONE DELLA PRODUZIONE

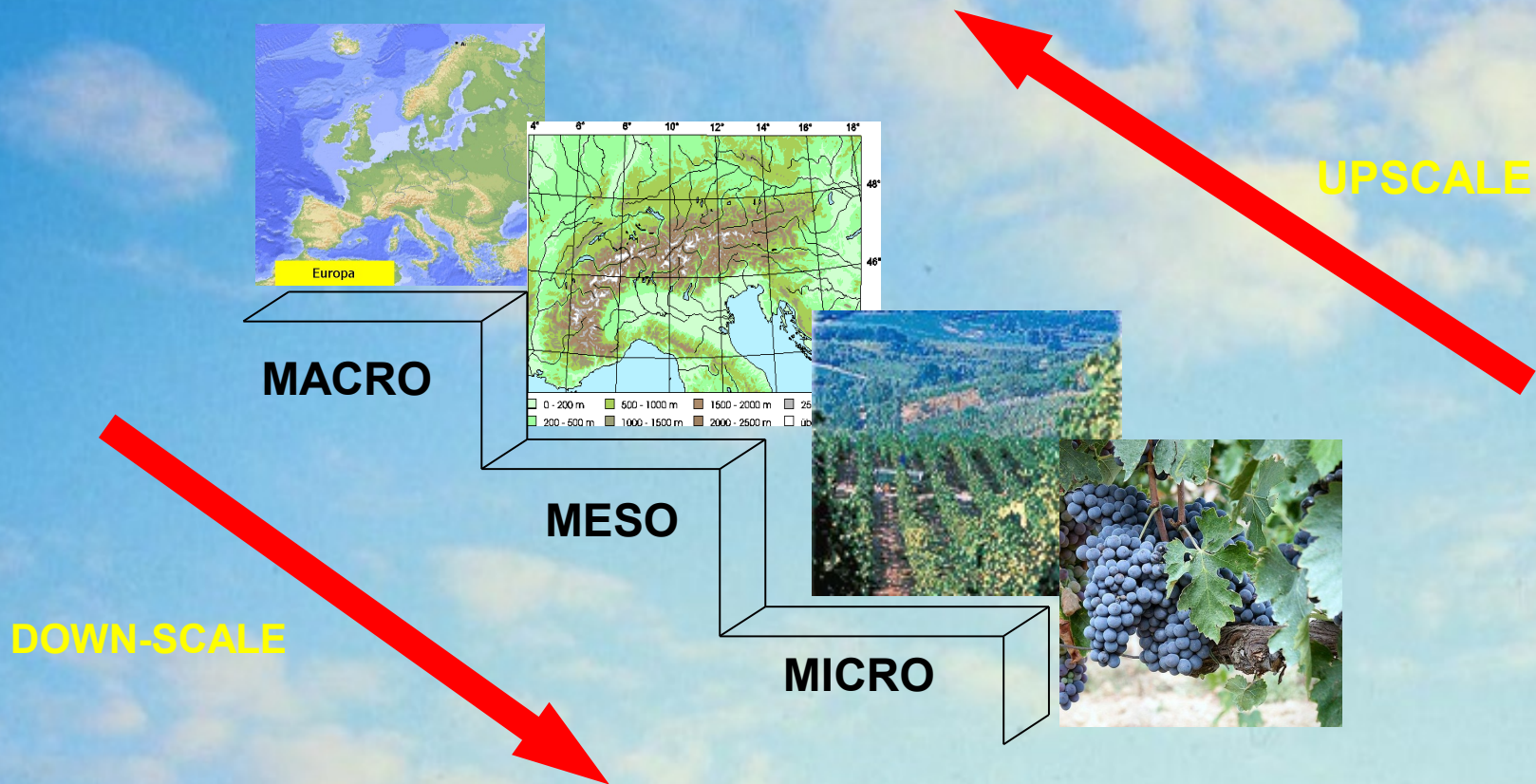


# SIMULAZIONE DELL'EQUILIBRIO VEGETO-PRODUTTIVO



- HD observed — HD simulated
- LD observed --- LD simulated

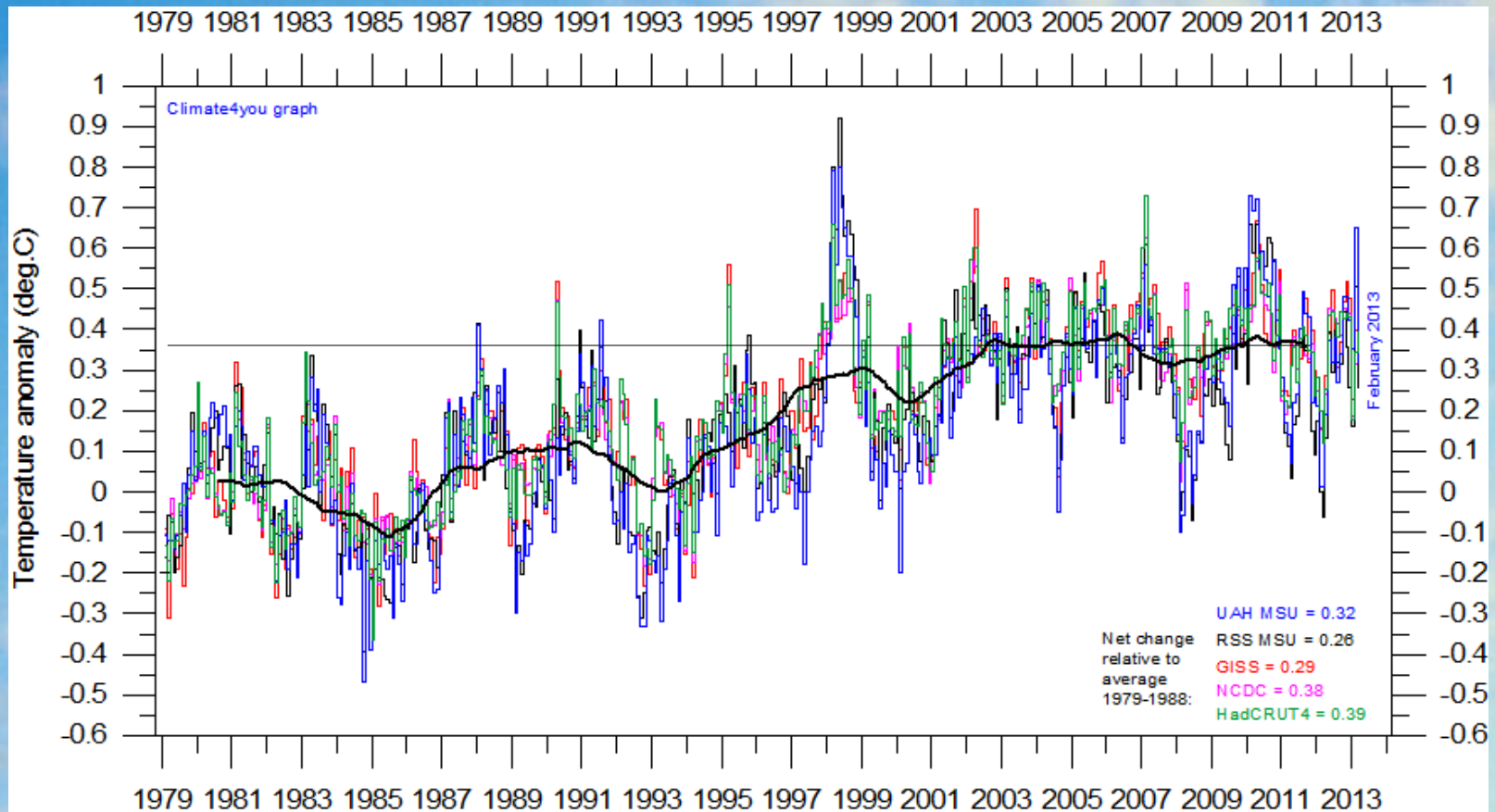
# Conclusioni



## OBIETTIVO PER I PROSSIMI ANNI

Giungere a prodotti informativi basati su osservazioni/misure + modelli utili per l'intera gamma di scale rilevanti per chi fa' viticoltura.

# TEMPERATURE GLOBALI AL SUOLO – composite di 5 dataset di riferimento



## I DATI OSSERVATIVI PROVENGONO DA:

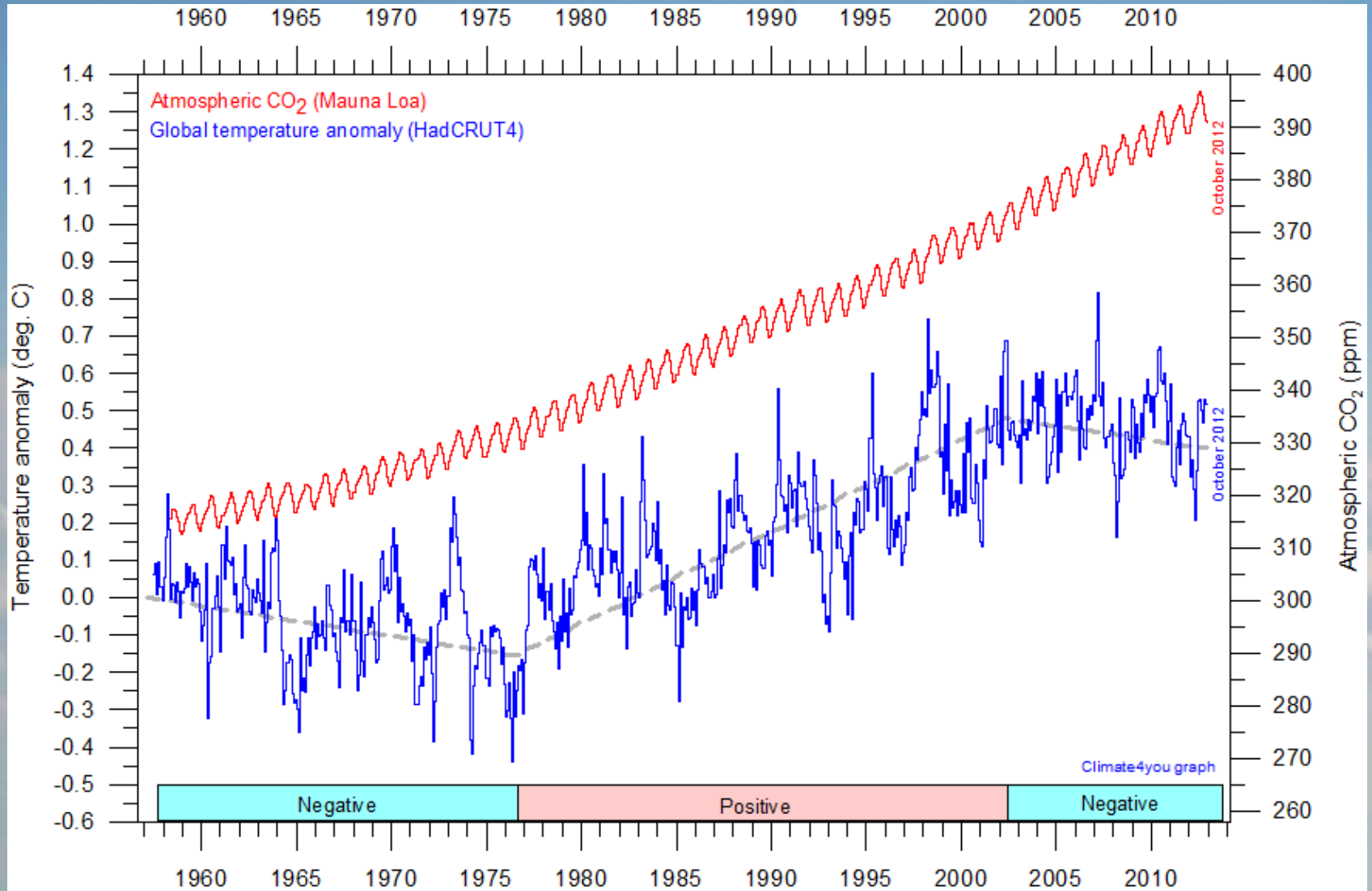
HADCRT4 - <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/download.html>

GISS - <http://www.giss.nasa.gov/>

NCDC <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php#anomalies>

MSU: <http://vortex.nsstc.uah.edu/>

# Temperature globali e CO2



I DATI OSSERVATIVI PROVENGONO DA:

HADCRT4 - <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/download.html>

Mauna Loa CO<sub>2</sub> data. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

# Accuratezza delle previsioni climatiche con GCM

<http://www.climate-lab-book.ac.uk/2013/updated-comparison-of-simulations-and-observations/>

**Climate Lab Book** *Experimenting in open climate science – open for contributions*

---

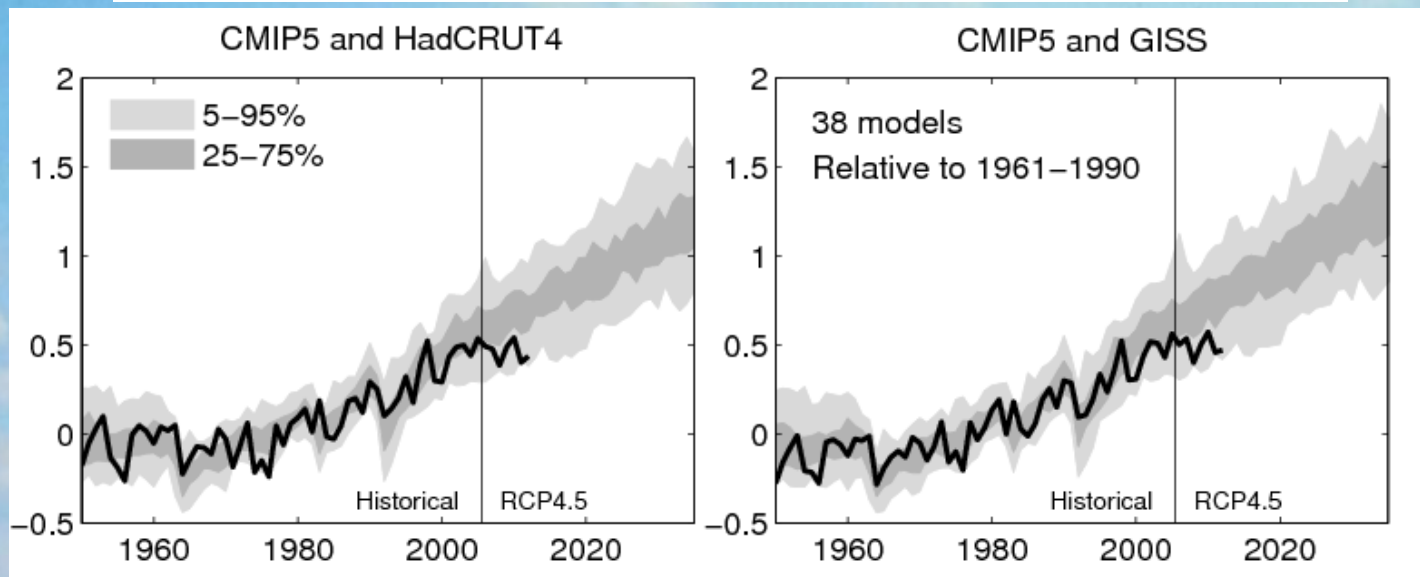


**National Centre for Atmospheric Science**  
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Home About Contribute RSS Feed

← What will the simulations do next?      Constraining projections with observations →

**Updated comparison of simulations and observations**  
Posted on February 8, 2013 by Ed Hawkins



I DATI DEI MODELLI PROVENGONO DA: WCRP (World Climate Research Programme) - CMIP5 Coupled Model Intercomparison Project (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>)

I DATI OSSERVATIVI PROVENGONO DA:

HADCRT4 - <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrt4/data/current/download.html>

GISS - <http://www.giss.nasa.gov/>