



fondazione banfi

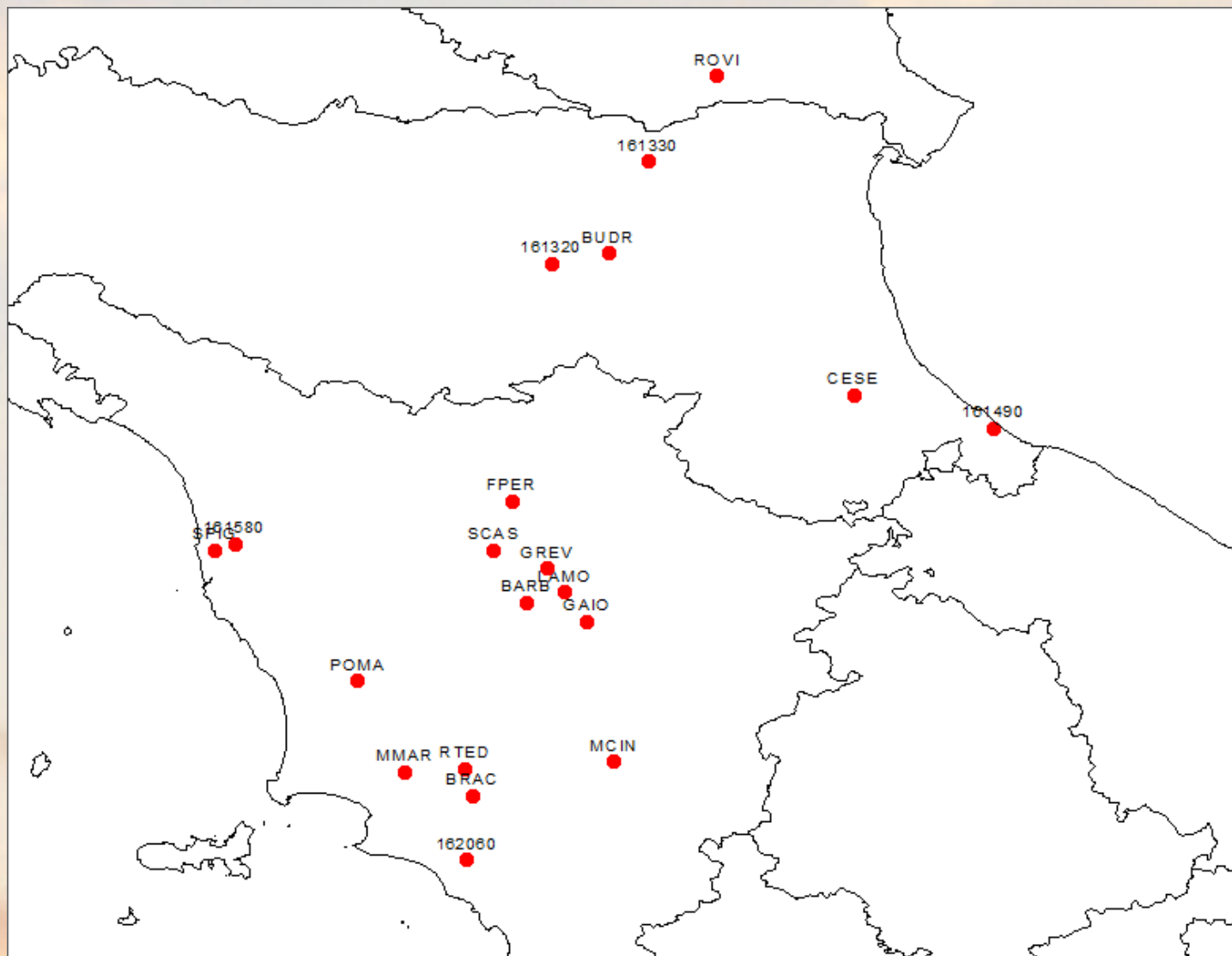
SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

La valutazione del micro-mesoclima nella formulazione
di modelli predittivi per la gestione del vigneto di
Sangiovese

Di Luigi Mariani

La rete utilizzata (20 stazioni sul periodo 1973-2017)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ATA SEUOIS DI ZADIOVIT

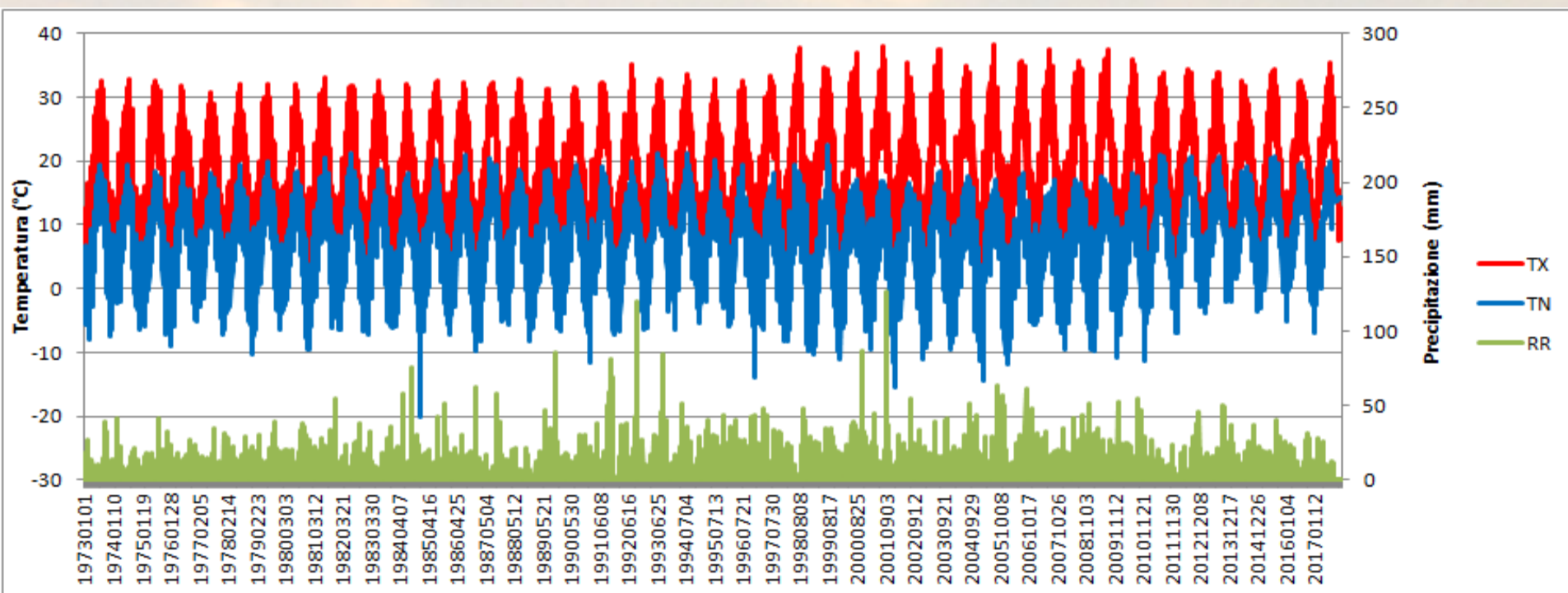
Condizioni meteorologiche = stato istantaneo dell'atmosfera (10 maggio 2007 ore 10.52-
>T=25.8° C,Rh=43%,Rr=0,Cc=1/8 per Cu,Wv=1.5 m/s, Rg=647 Wm⁻²)

Clima: condizioni meteorologiche viste su periodi di tempo lunghi (decenni) → astrazione statistica

Clima attuale: ultimi 30 anni di dati



Gaiole dati 1/1/1973-23/9/2017 (oltre 49mila valori giornalieri)



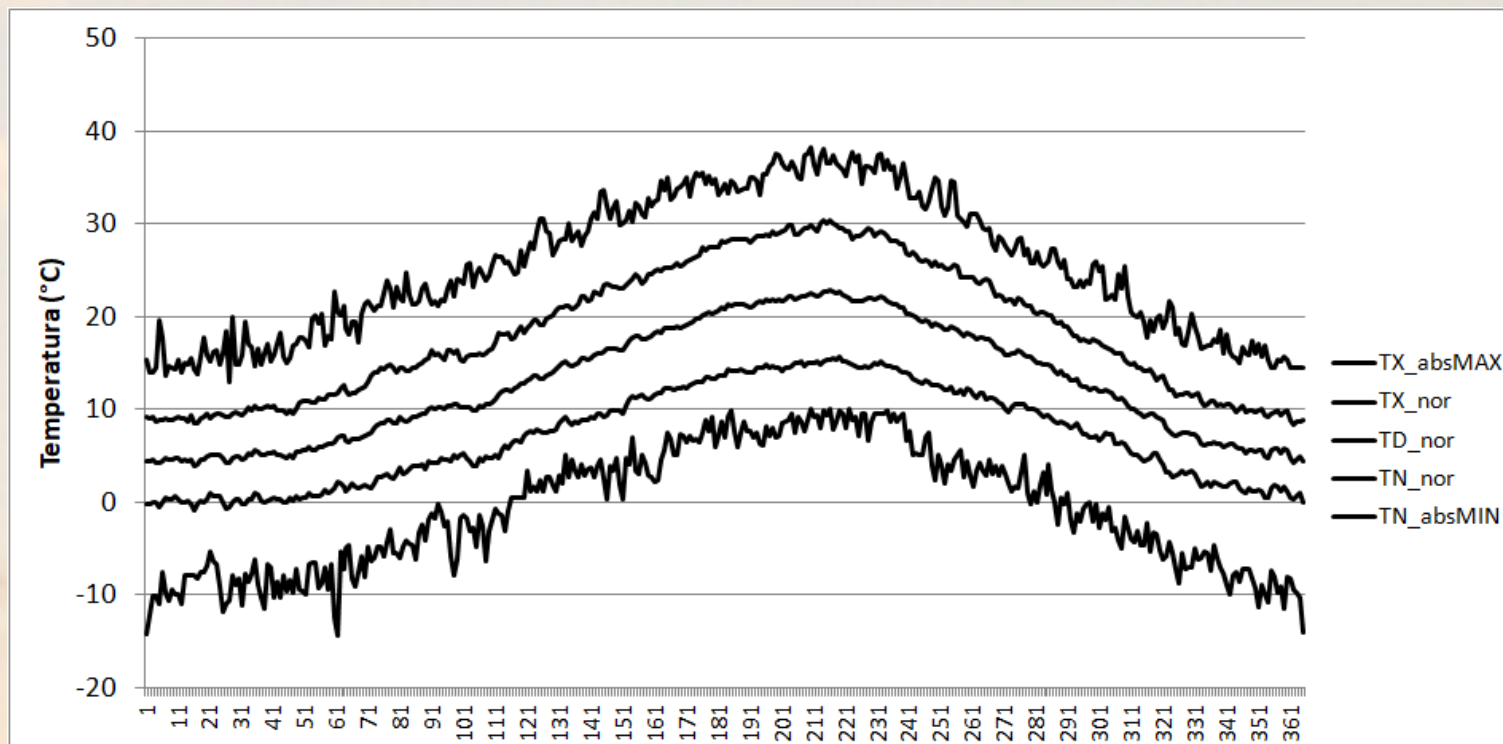
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ZANADOVIZI

Gaiole - Clima attuale (1987-2016)

ultimi 30 anni di dati (10.957 valori giornalieri)



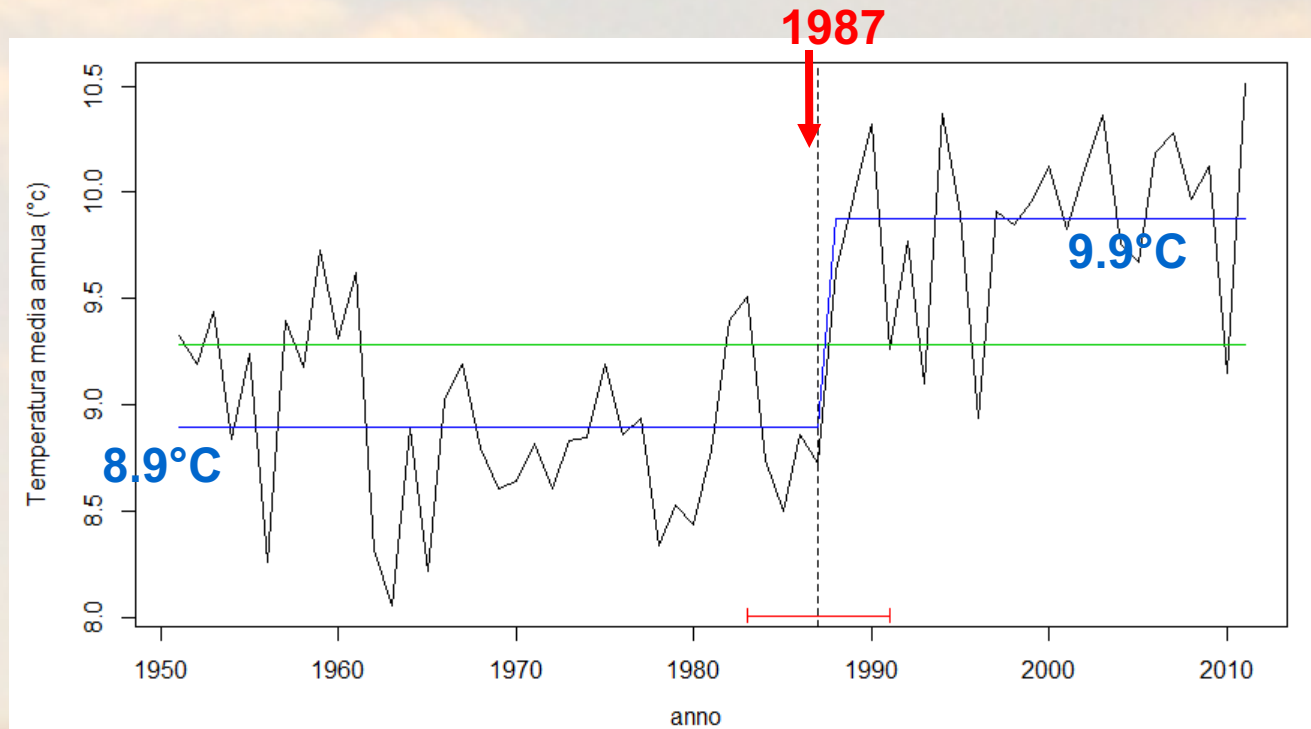
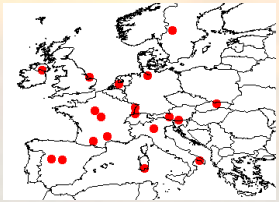
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ZANADOVIA

Perchè usare 30 anni di dati per le temperature

Temperature medie annue in Europa dal 1951 al 2011 (media di 20 stazioni)

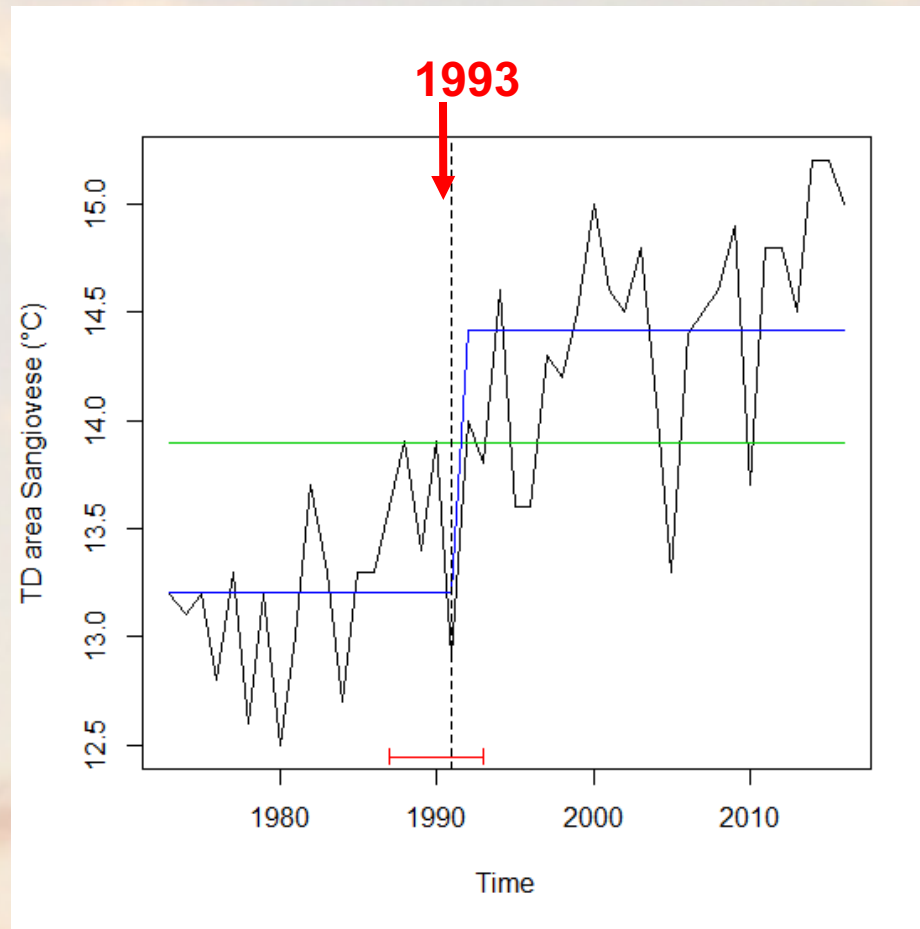


L'analisi statistica (analisi di discontinuità svolta tramite il test statistico di Bai e Perron) indica che una discontinuità termica significativa al 99% accade fra il 1983 ad il 1999 (riga orizzontale rossa) e che l'anno più probabile di tale discontinuità è il 1987 (linea tratteggiata verticale). A seguito di tale discontinuità, tecnicamente classificabile come "cambiamento climatico brusco", la media delle temperature per le 20 stazioni europee in esame (riga orizzontale azzurra) passa repentinamente dagli 8.9°C del periodo precedente ai 9.9°C del periodo successivo al 1987.

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS DT. ZAKIOV:37

Il breakpoint nell'area del Sangiovese - TD

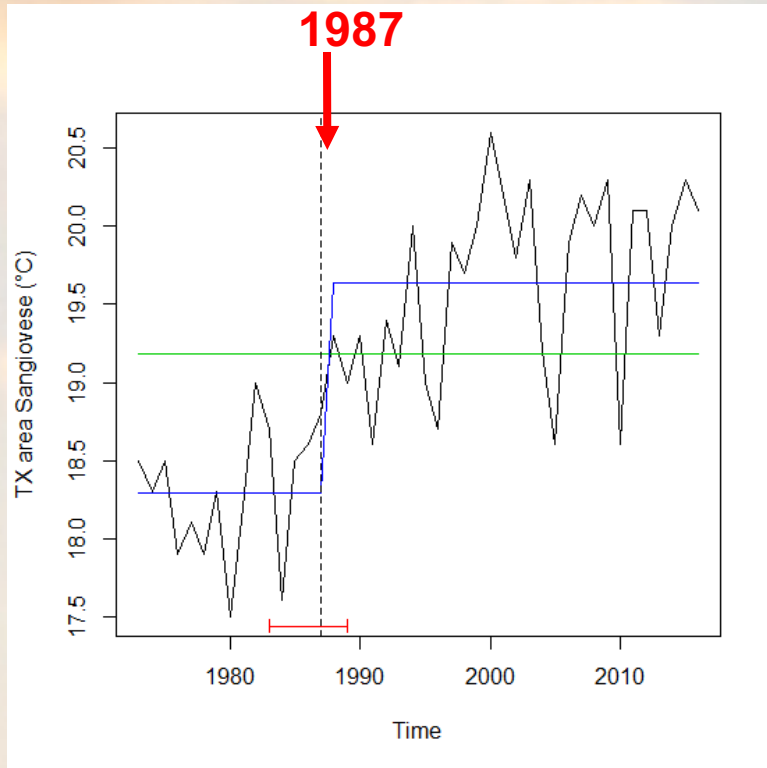


Con confidenza del 99% il Bkp cade fra 1987 e 1993. Anno più probabile 1993.
TD 1973-93=13.3 °C; TD 1994-2016=14.5 °C

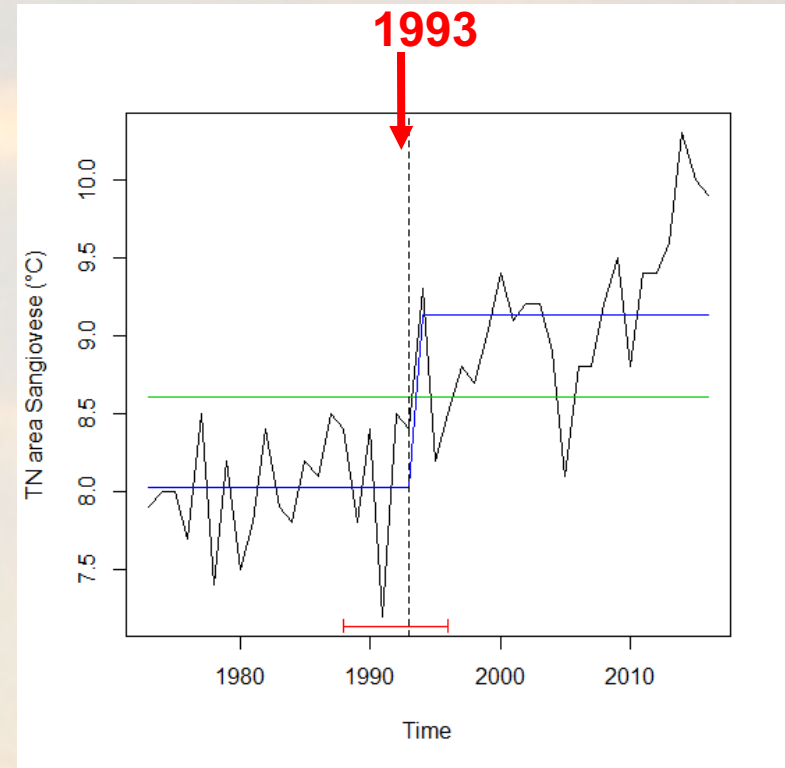
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEQUEBITUR ZANZIOVIT

Il breakpoint nell'area del Sangiovese – TX e TN



Con confidenza del 99% il Bkp cade fra 1983 e 1989. Anno più probabile 1987.
TX 1973-1987=18.3 °C
TX 1988-2016=19.6 °C



Con confidenza del 99% il Bkp cade fra 1988 e 1996. Anno più probabile 1993.
TN 1973-1993=8.0 °C
TN 1994-2016=9.1 °C

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUUS DT. ZAKIOV:37

Deduzioni

Il forcing a macroscala a scala euro-atlantica è centrato su 1987.
TX risente maggiormente del forcing sinottico e in effetti bkp=1987
TN risente maggiormente di fattori a mesoscala e in effetti bkp=1993.
Fattori a mesoscala: maggiore aridità, volano offerto dal mar Mediterraneo.

Perché il 1987: è legato all'indice NAO
Stabilizzazione del nuovo regime: legato all'indice AMO.

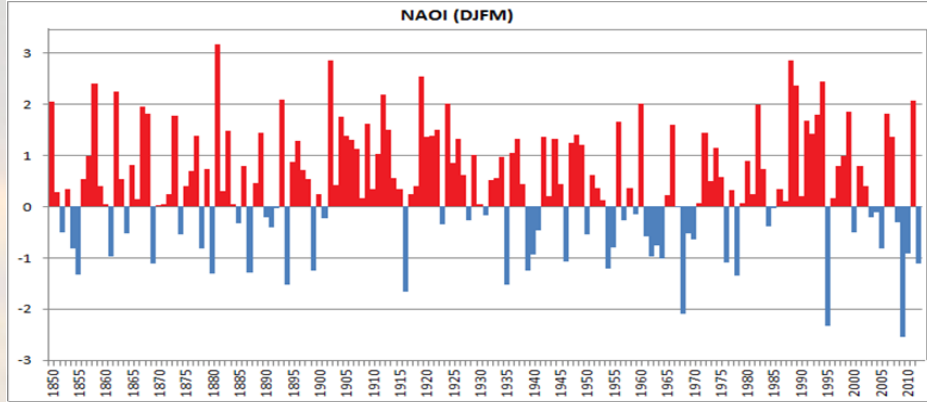


fondazione banfi

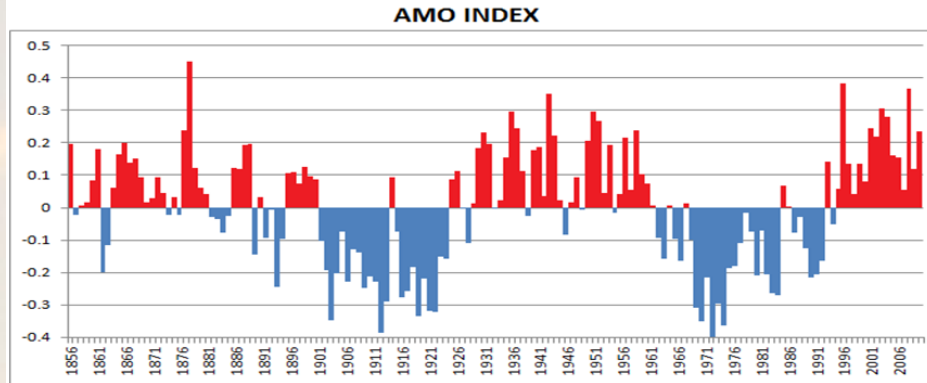
SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI SCIENZE

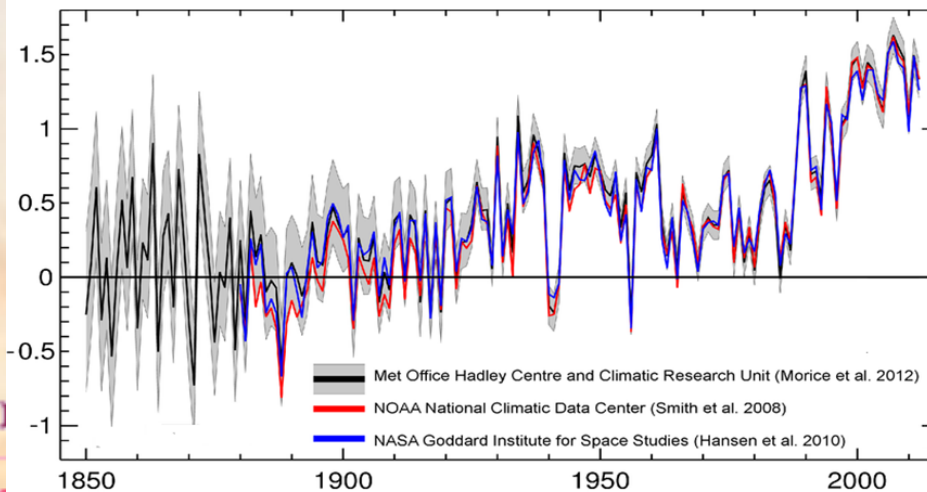
indici circolatori e temperature europee



Indice NAO (media da dicembre a marzo) (fonte: CRU - East Anglia University)



Indice AMO medio annuo. (fonte: NOAA)



Scostamento delle temperature medie europee di superficie per le aree di terra rispetto alla media 1850-1899 (°C) [fonte: European Environmental Agency]

fondazione b

SANGUIS J
ATA SEUOIS BT. ZAAT

Perchè usare serie storiche recenti per le temperature

I 10 giorni più freddi per Barberino (1973-2017)

n°	nome stazione	acro	19850111	19850112	19850110	19850113	19910207	19850108	19870109	19790103	19810111	19850107
1	Barberino	BARB	-20.7	-19.7	-14.3	-13.7	-11.1	-10.9	-10	-9.8	-9.8	-9.5
2	Lamole	LAMO	-21.5	-20.5	-15	-14.6	-12	-11.7	-10.7	-10.7	-10.5	-10.4
3	Greve	GREV	-21.2	-20.5	-14.4	-13.9	-10.6	-10.9	-9.8	-9.4	-9.7	-9.1
4	Gaiole	GAIO	-20	-18.6	-13.8	-13.4	-11.5	-10.7	-9.9	-10.2	-9.6	-9.8
5	Roccatederighi	RTED	-15.6	-11.4	-11.7	-8	-14.8	-7.9	-11	-9.5	-8.5	-8
6	Braccagni	BRAC	-12.9	-8.4	-9.4	-5.1	-13.1	-5.5	-9.2	-7.3	-6.3	-5.5
7	Massa_Marittima	MMAR	-15.1	-11.2	-11.1	-7.7	-12.5	-7.4	-10.2	-8.8	-7.9	-7.5
8	SAN_PIERO_A_GRADO	SPIG	-14.1	-14	-10	-8.5	-5	-6.3	-7.2	-6.1	-7	-9
9	SAN_CASCIANO	SCAS	-21.4	-20.9	-14.4	-13.8	-10.2	-10.8	-9.8	-8.9	-9.6	-8.7
10	POMARANCE	POMA	-16.9	-15.1	-12.1	-10.5	-10.1	-8.6	-9.4	-9	-8.5	-9.3
11	Firenze Peretola	FPER	-21.3	-21	-14	-13.3	-9.3	-10.3	-9.2	-7.9	-9	-7.6
12	Budrio	BUDR	-17	-14	-11.4	-14.4	-11.3	-9.7	-5	-13.2	-7.2	-12.9
13	Cesena	CESE	-17.5	-16.7	-10.9	-15.2	-11.4	-11	-7.1	-11.5	-7.9	-10.5
14	Rovigo	ROVI	-18.6	-17.4	-11.8	-16.7	-11.9	-8.4	-6	-16	-7.2	-12.8
15	Bologna	16132	-16.1	-12.1	-11.1	-13.3	-11.1	-10.4	-4.3	-12.1	-7.1	-13.1
16	Ferrara	16133	-19.3	-18.6	-12	-18.1	-12.7	-7.8	-6.1	-17.9	-7.2	-13.5
17	Rimini	16149	-17	-17	-10	-16	-12	-12.3	-7.2	-11	-7.9	-10
18	Pisa	16158	-14	-14	-10	-8.5	-5	-6.3	-7.2	-6	-7	-9
19	Grosseto	16206	-12.3	-7.3	-9	-4.2	-8.3	-5	-9.3	-7	-6	-5
20	Montalcino	MCIN	-17.3	-14.3	-12.6	-10.6	-12.7	-9.3	-10.6	-10.3	-9.1	-9.2
	media		-17.5	-15.6	-12.0	-12.0	-10.8	-9.1	-8.5	-10.1	-8.2	-9.5

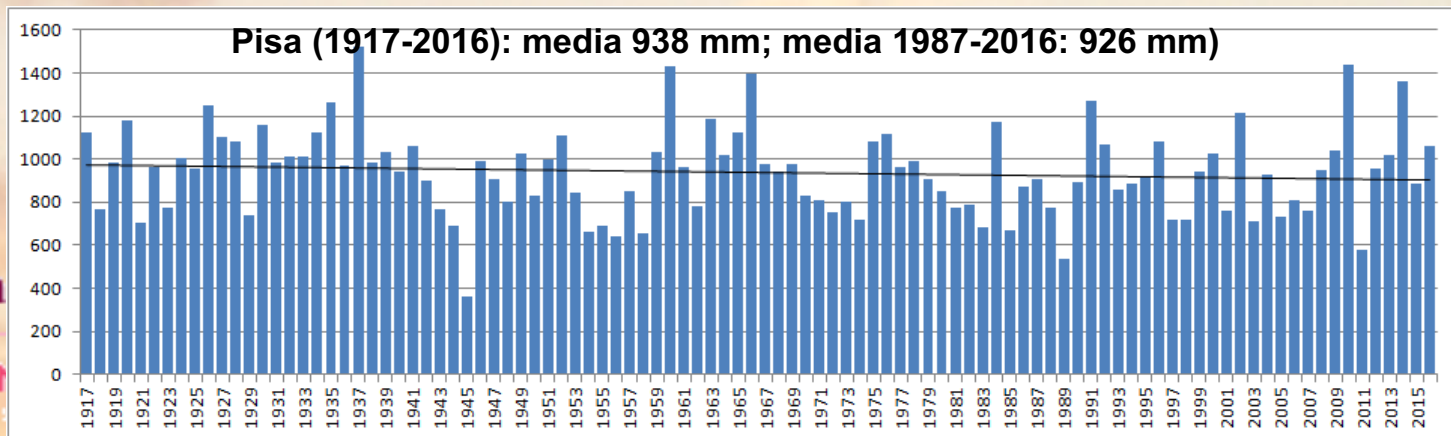
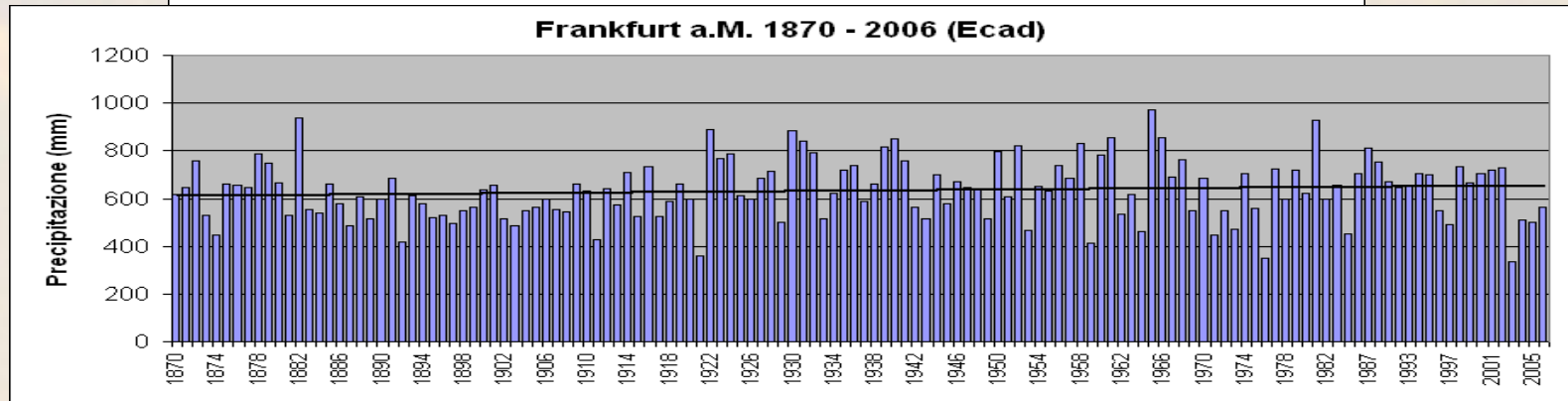
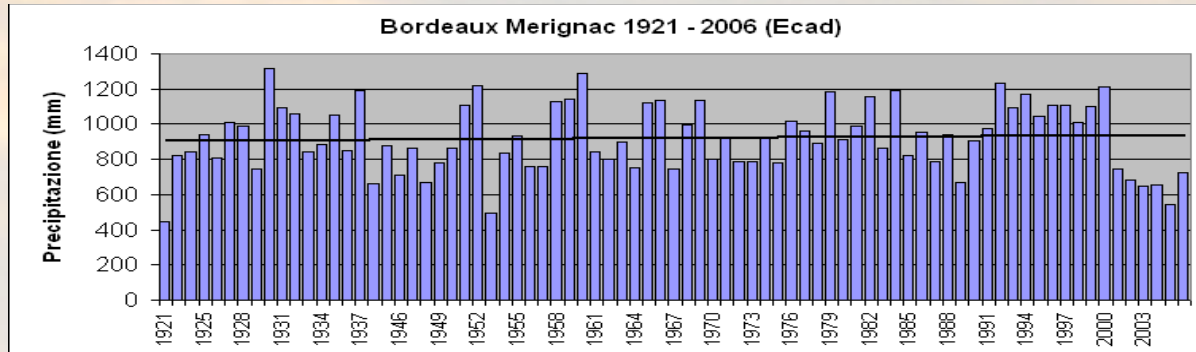


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI AZIENDALITÀ

Perchè usare serie storiche recenti per le precipitazioni è meno necessario (meglio usare serie di 50-60 anni)



Il portato dei lavori di zonazione

In ogni terroir

C'è una vocazionalità media (VM)

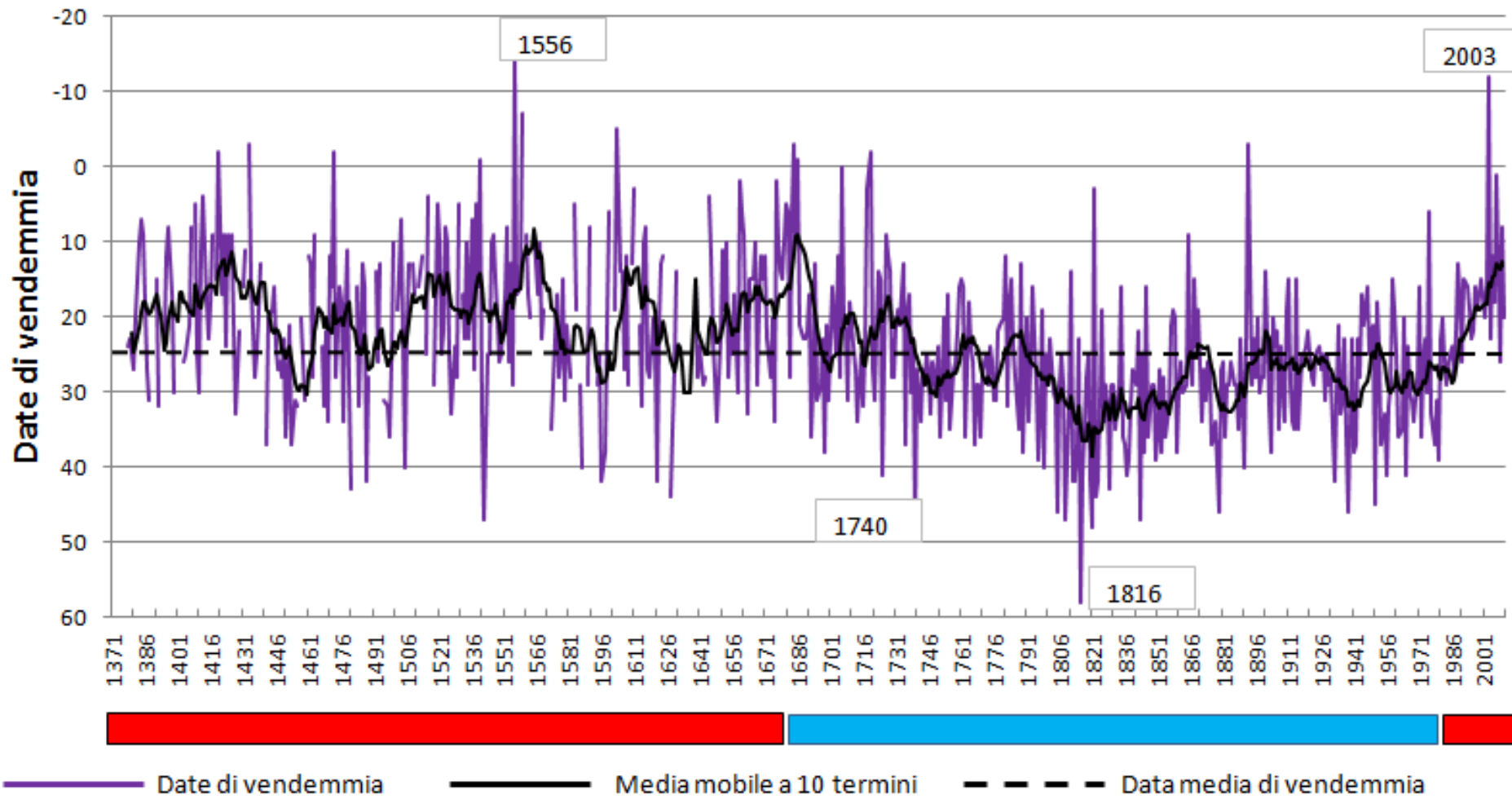
espressione del clima inteso come i valori medi delle variabili atmosferiche su un numero congruo di anni (30)

C'è un potente effetto annata (EA):

C'è la meteorologia come variabilità “giorno per giorno” che si ripercuote anche sul suolo (attraverso l'idrologia agraria)

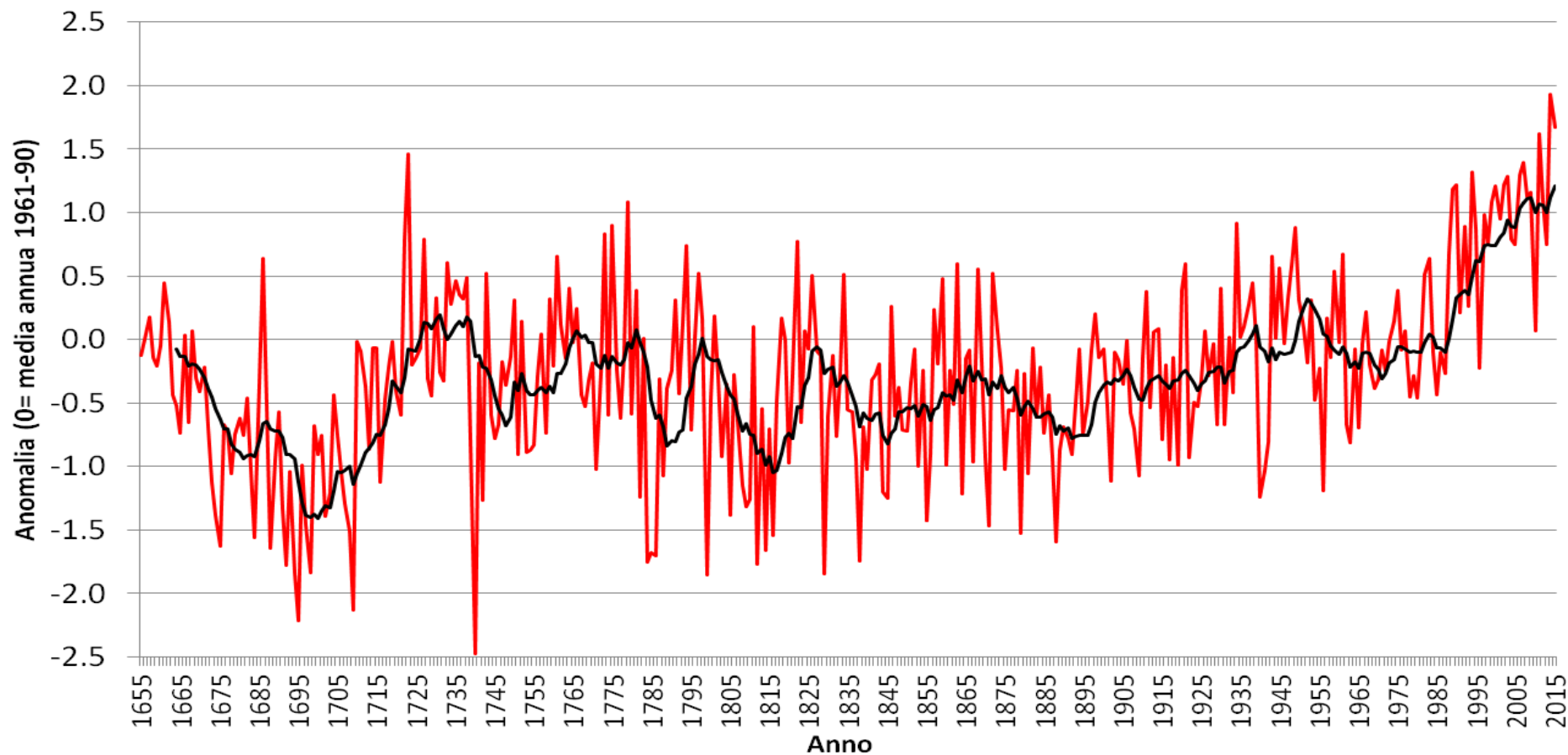


Effetto annata - Date di vendemmia a Beaune (Côte-d'Or – Borgogna)



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.

Effetto annata - Anomalia delle temperature europee (1655-2015)



Mariani L., Zavatti F., 2017. Multi-scale approach to Euro-Atlantic climatic cycles based on phenological time series air temperatures and circulation indexes, *Science of the Total Environment* 593–594 (2017) 253–262

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOTI DT. ZAAIOV:OT

Clima e legami con la vite



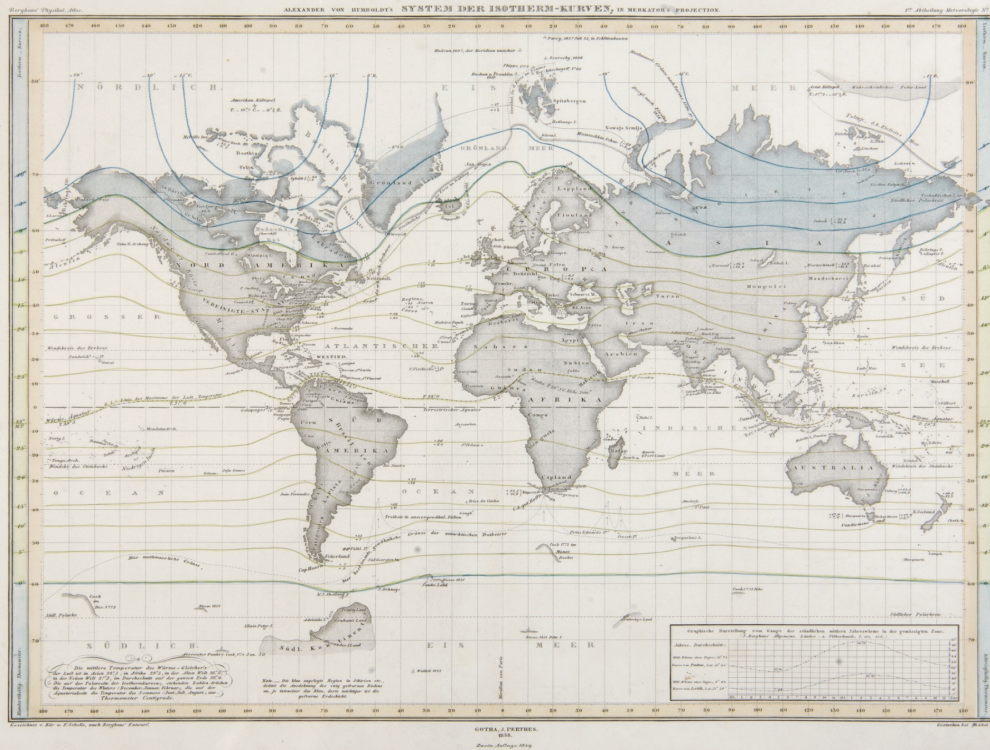
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

La climatologia

La climatologia è la scienza che studia la struttura e funzioni del sistema climatico

Fin dalla sua nascita ad opera di Alexander von Humboldt (Berlino, 1769-1859) la climatologia si propone uno scopo pratico essenziale e cioè quello di **suddividere un territorio in zone omogenee**.



carta delle isoterme globali di von Humboldt (1813) - Fonte: H. Berghaus, 1849, *Physikalischer Atlas*, vol. I, plate No.1

Criteria di suddivisione

Non possono prescindere dalla conoscenza di struttura e funzioni del sistema climatico (elementi chiave: circolazione e suddivisione in scale)

Sono da stabilire in base agli obiettivi:

- **Obiettivo generale:** Vitis vinifera e relativi portinnesti; produzione viticola
- **Obiettivo specifico:** Sangiovese -> non solo garantire l'accumulo zuccherino ma anche una adeguata maturità fenolica. Per garantire l'adeguata maturazione fenolica occorre che il processo di maturazione proceda con gradualità e regolarità e dunque che i livelli di stress (termico, idrico, radiativo) siano contenuti.



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

I climi si classificano secondo scale spaziali

macroclima

- clima di grandi aree del pianeta
- dimensioni caratteristiche: da 200 a 10000 km

esempi: clima a influsso oceanico dell'Europa centrale, clima mediterraneo

microclima

- clima di aree molto ridotte con copertura del suolo omogenea determinato dalle caratteristiche della copertura del suolo
- dimensioni caratteristiche: da 10 m a 1 km

esempi: microclima di foglia, vigneto, bosco, agglomerato urbano

mesoclima

- si colloca fra macro e microclima e caratterizza aree di dimensioni intermedie.
- dimensioni caratteristiche: da 1 a 200 km

esempi: Avvicinandosi sempre più al vigneto si può stabilire una gerarchia di mesoclimi



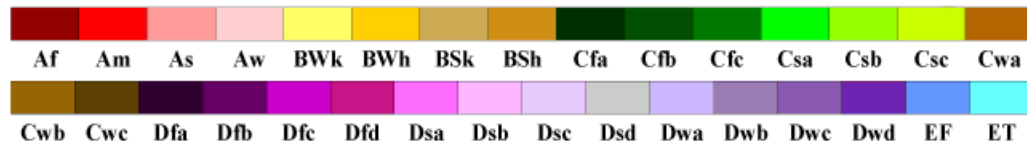
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS DT. ZAKIOVIT

Macroclimi - I climi globali di Koeppen e Geiger

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASclimO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

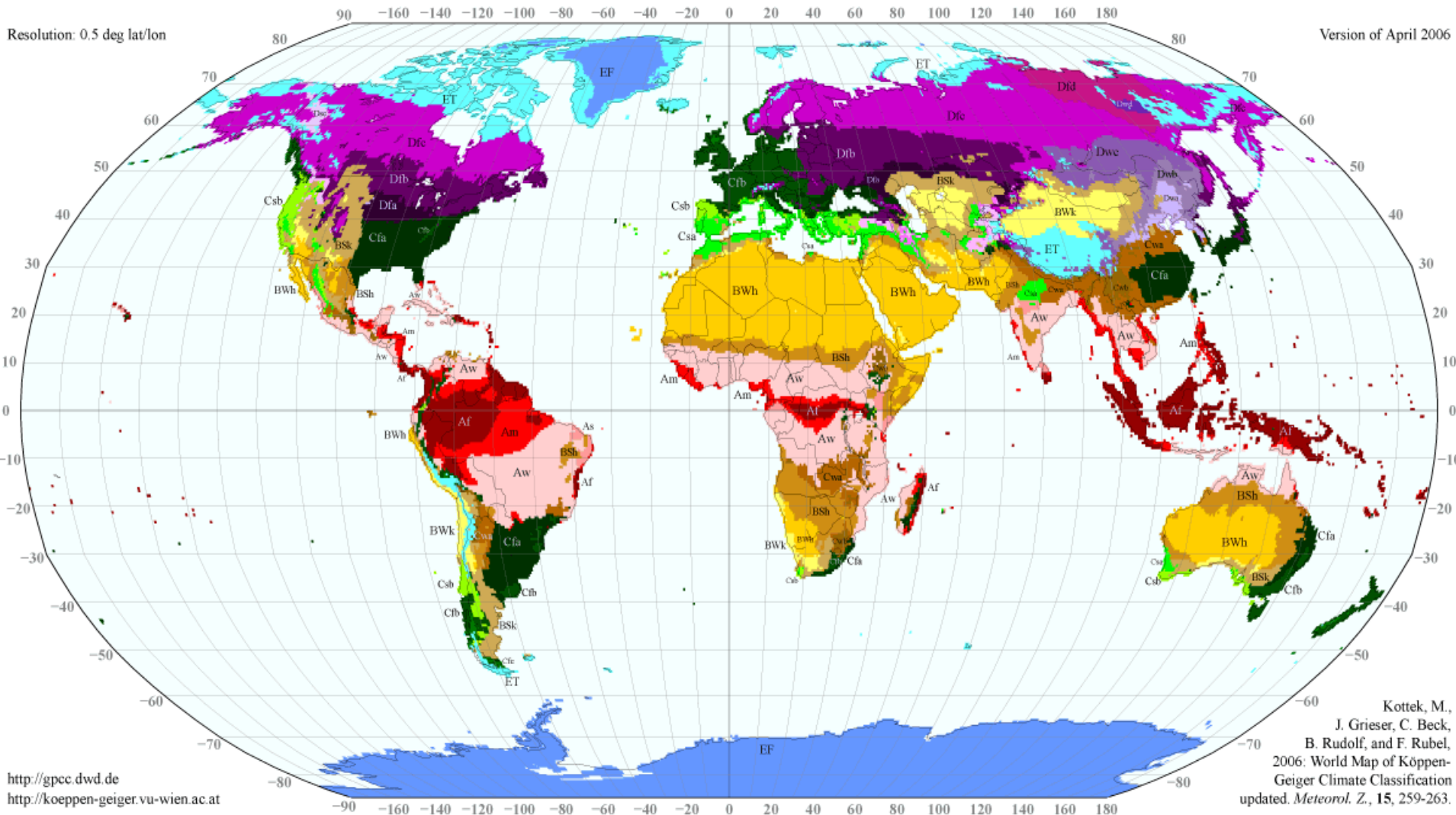
- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

Precipitation

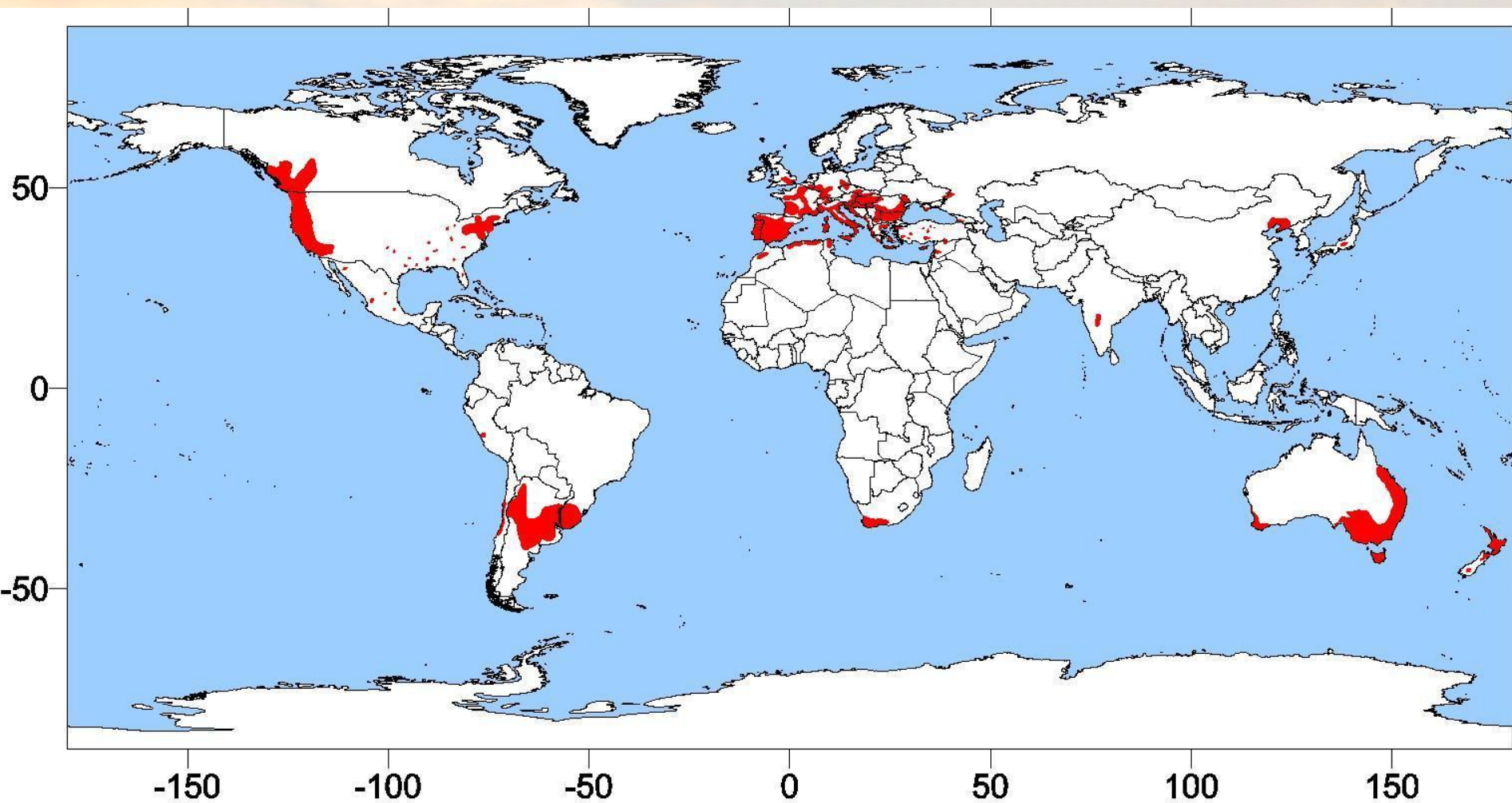
- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

Temperature

- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental
- F: polar frost
- T: polar tundra



Areale viticolo globale



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

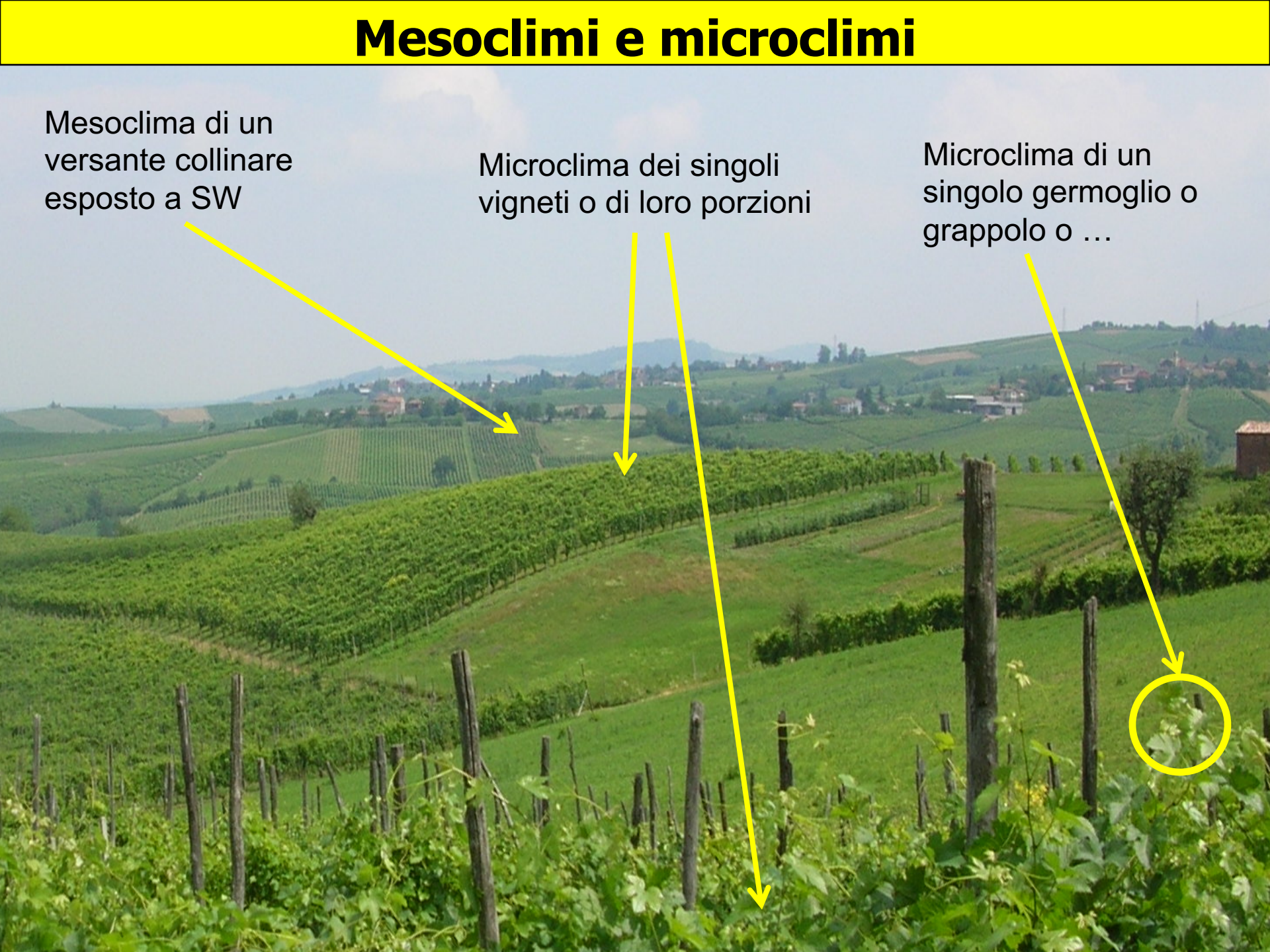
WINE SOCIETY OF ITALY

Mesoclimi e microclimi

Mesoclima di un versante collinare esposto a SW

Microclima dei singoli vigneti o di loro porzioni

Microclima di un singolo germoglio o grappolo o ...



Capire la differenza fra macro, meso e microscala
L'esempio dell'irruzione fredda del 19-21 aprile 2017



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEQUE DE. ZAKIOVOT

Cause dell'evento

Fenomeno base:

afflusso di aria polare continentale di origine Russa

Rafforzatori del fenomeno:

Raffreddamento per irraggiamento (fattore predisponente = cielo sereno limpido)

Drenaggi dai rilievi verso le zone di compluvio (fattore predisponente=orografia)

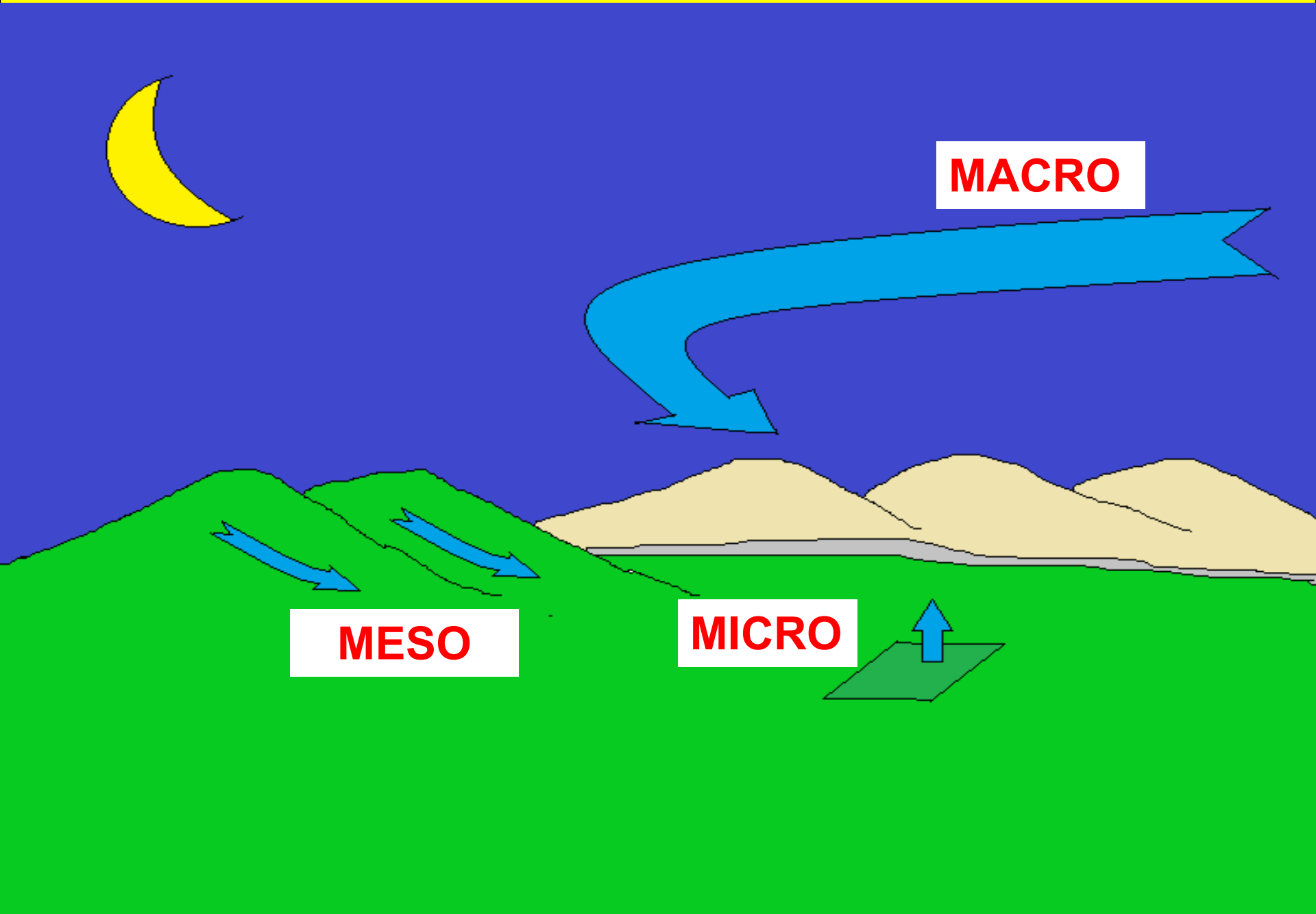


fondazione banfi

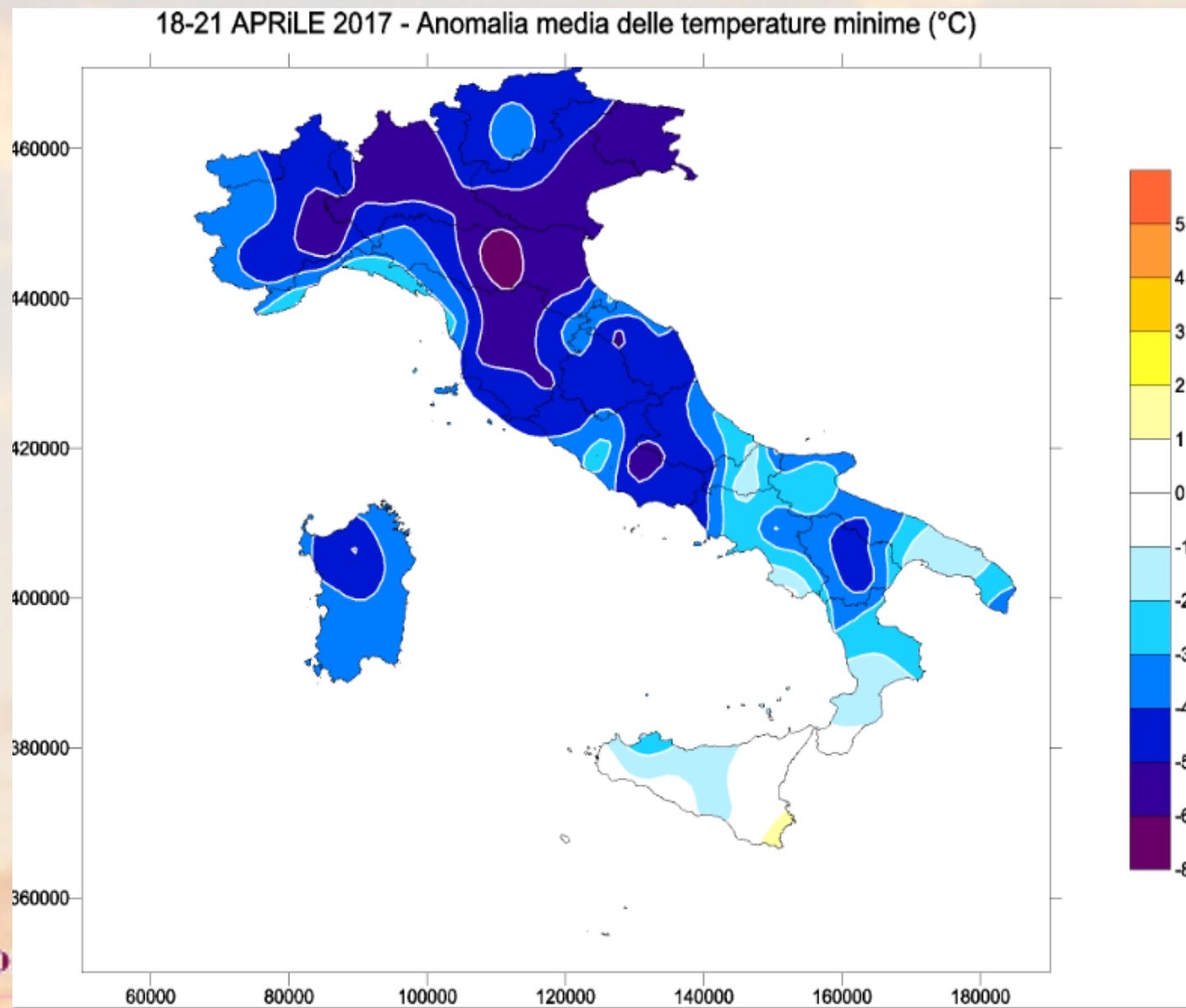
SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ZANOVIERI

I tre fattori in gioco



Italia - anomalia termica (scostamento dalla media 1987-2016)



fo

SANGUIS JOVIS

ATA SEUOIS DT. 22410V127

Effetti di microscala (Franciacorta, 5 maggio 2017)



Effetti di microscala (Franciacorta, 5 maggio 2017)



Effetti di microscala (Franciacorta, 5 maggio 2017)



Capire la differenza fra macro, meso e microscala La siccità del 2017

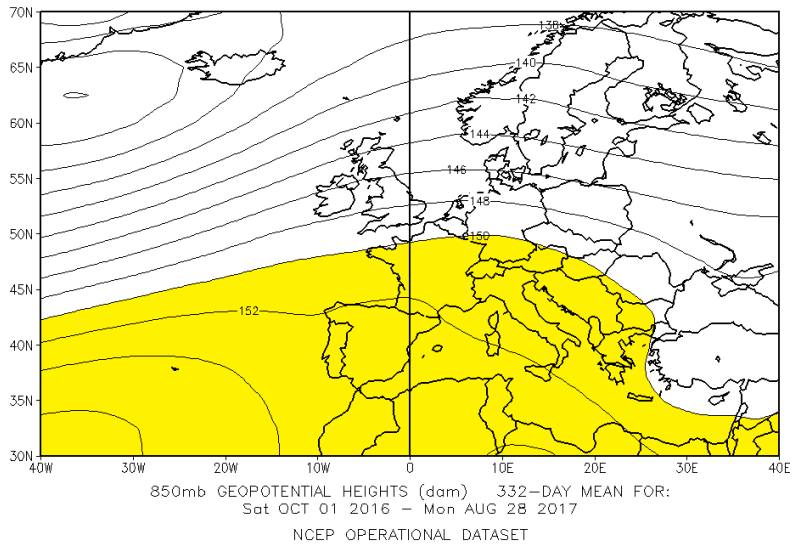


fondazione banfi

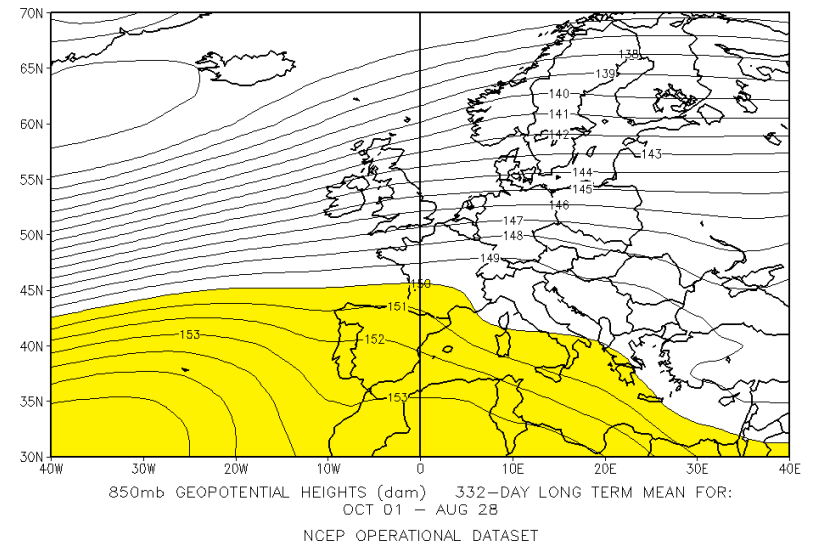
SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ZANADONICCI

L'origine circolatoria della carenza di precipitazioni

1 ottobre 2016-22 agosto 2017



1 ottobre-22 agosto - media ultimi 30 anni



Fonte: NOAA - <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/histdata/>

fondazione banfi

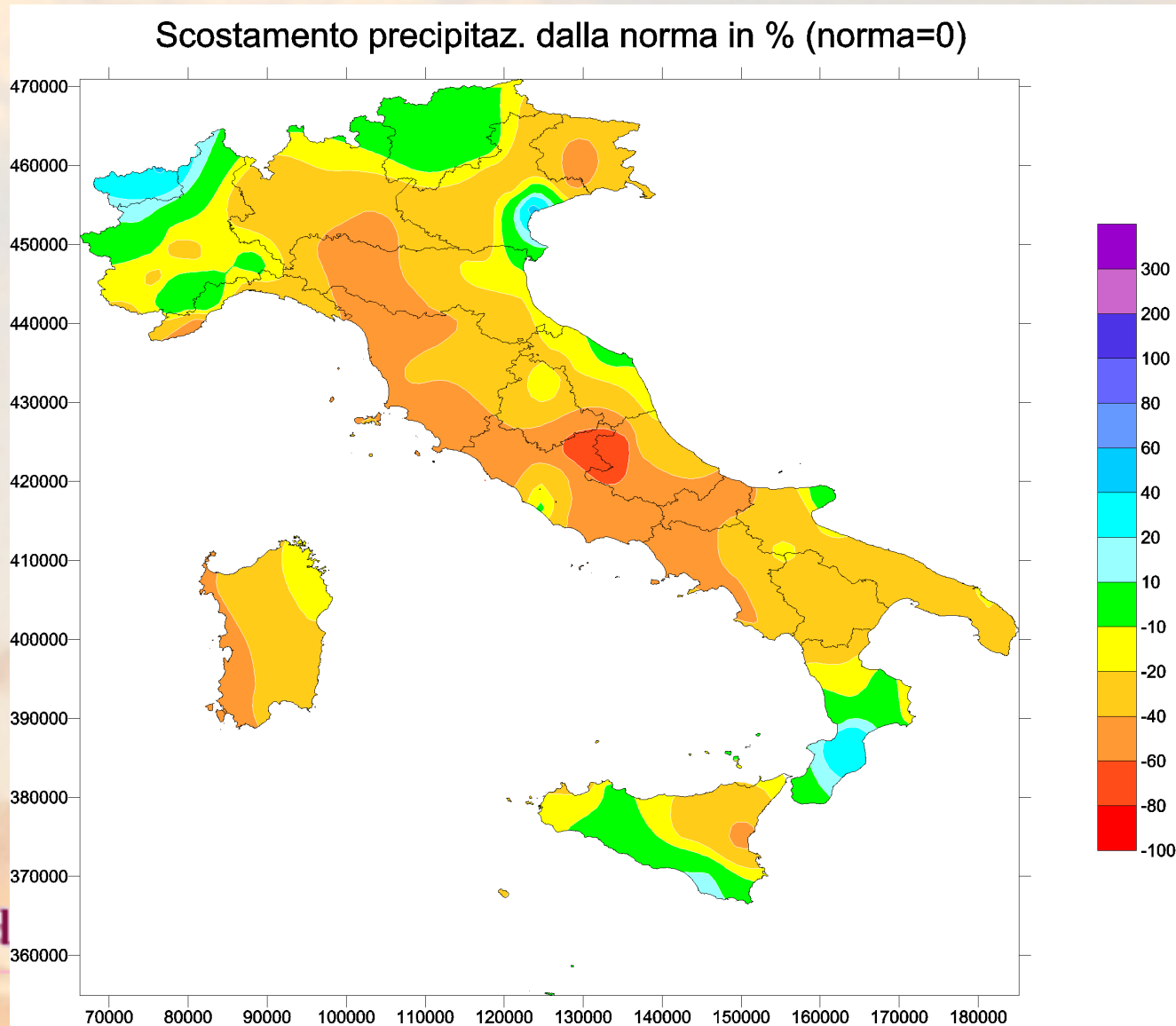
SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI SCIENZE

Italia- Anomalia pluviometrica rispetto alla media 1987-2016

1 ottobre 2016-22 agosto 2017 (anno idrologico)

Carta ottenuta lavorabdo su 202 stazioni de lei tete NOAA GSOD

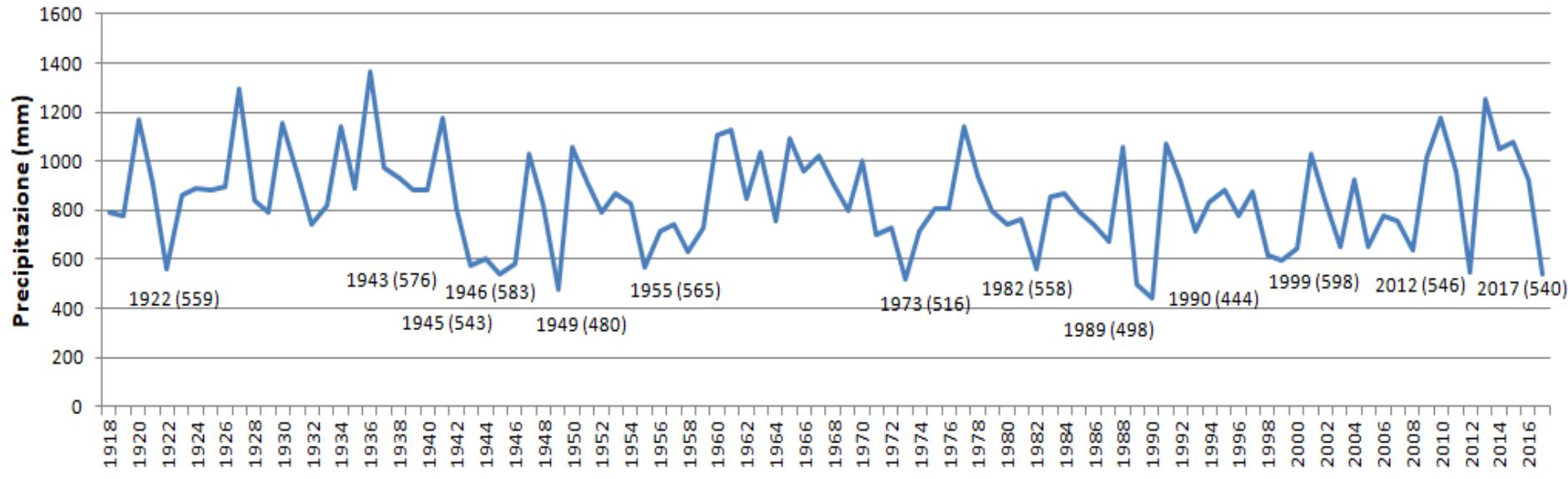


fond

SAN

ATA SEUOIS BT. 2A4210V:2F

Pisa - Precipitazione totale 1918-2017 (anno idrologico - 1 ottobre - 31 agosto)

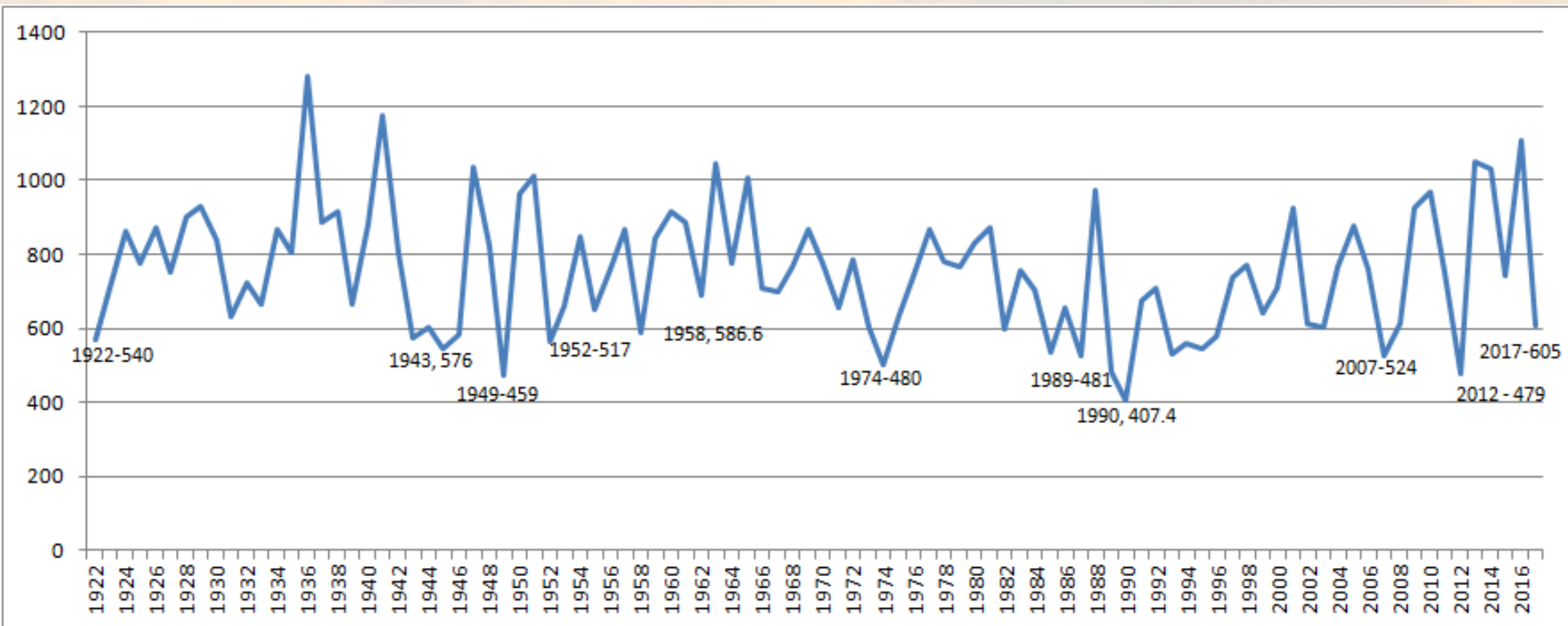


Fonte dai dati: Serio Pinna

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS DT. ZAKIOV:37

Montalcino - Precipitazione totale 1922-2017 (anno idrologico - 1 ottobre - 31 agosto)



Fonte dai dati: Serio Pinna

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ATA SEUOIS DT. ZAKIOV:27

Risorse e limitazioni per il Sangiovese

Termiche

Idriche

Radiative



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Risorse e limitazioni termiche



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ZANADONICCI

Temperatura



Quale temperatura? Dell'aria, di un foglia, del terreno, del fusto, del grappolo,

La temperatura dell'aria:

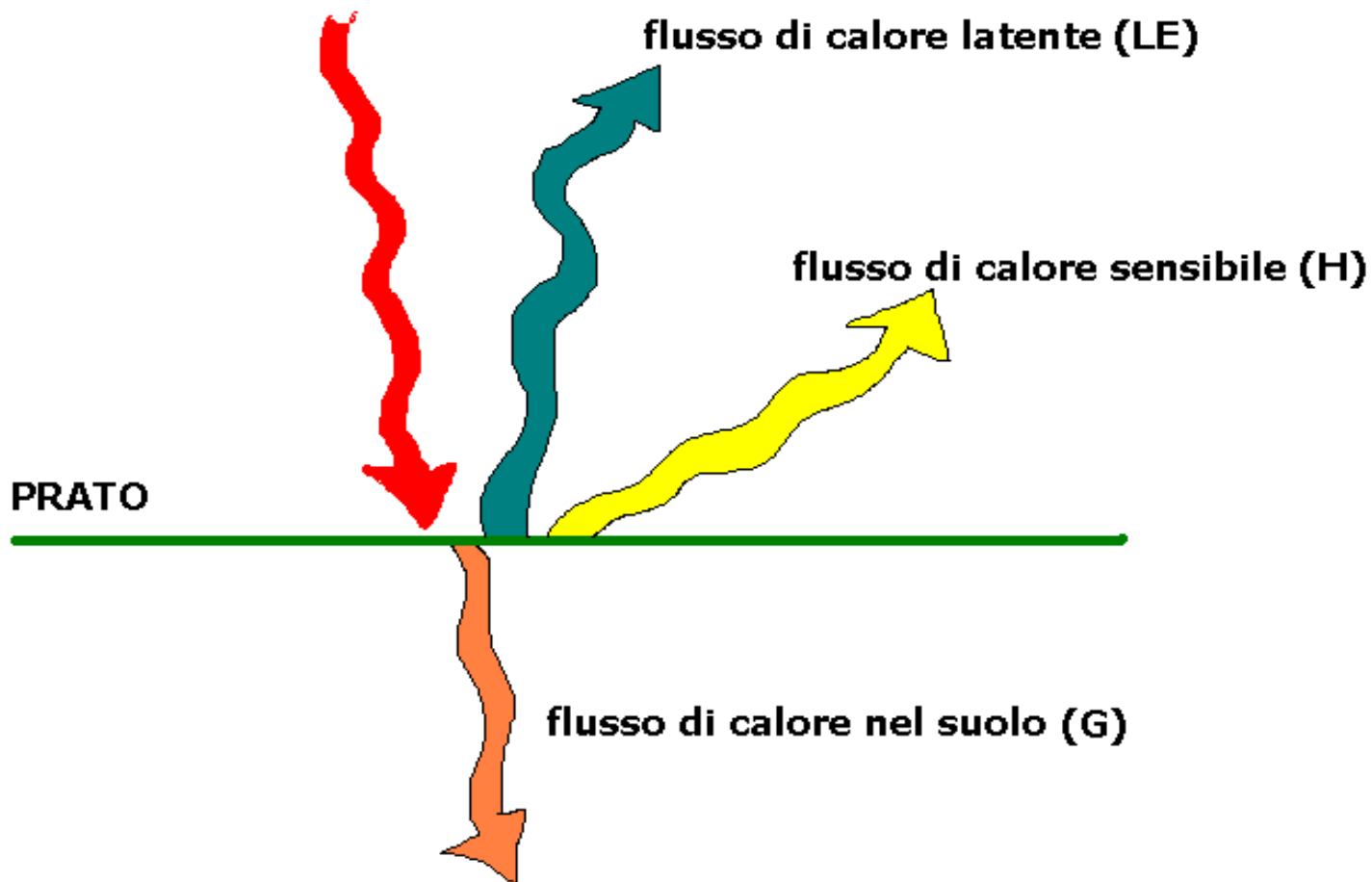
- **è facile da misurare** a condizione di seguire alcune semplici regole (operare su tappeto erboso, fuori dal vigneto, con elemento sensibile – termometro – posto in cupoline o capannine bianche)
- **è una variabile complessa** -> frutto di bilancio energetico di superficie, effetti convettivi ed effetti avvettivi che possono essere locali o sinottici)

BILANCIO ENERGETICO DI SUPERFICIE DIURNO un flusso netto entrante, 3 flussi netti uscenti

flusso di energia in arrivo (R_n)



3 flussi in uscita



Temperatura dell'aria. Alcuni principi generali

Di giorno il sole scalda le superfici. Le superfici scaldano l'aria

Le superfici si raffreddano irraggiando verso lo spazio. Di notte tale raffreddamento non è compensato dalla radiazione solare -> le superfici si raffreddano e raffreddano la massa d'aria sovrastante (inversione termica)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI SCIENZE E LETTERE

Temperatura di foglie e grappoli

Foglia o grappolo prima dell'invasatura: di giorno simile a temperatura aria se non sottoposta a stress idrico; di notte leggermente inferiore a temperatura aria.

Grappolo in postinvasatura coperto da uno strato di foglie: di giorno leggermente superiore a temperatura aria se le foglie non sono in stress idrico; di notte leggermente inferiore a temperatura aria.

Grappolo in postinvasatura esposto a radiazione solare diretta: di giorno sensibilmente superiore a temperatura aria ; di notte leggermente inferiore a temperatura aria

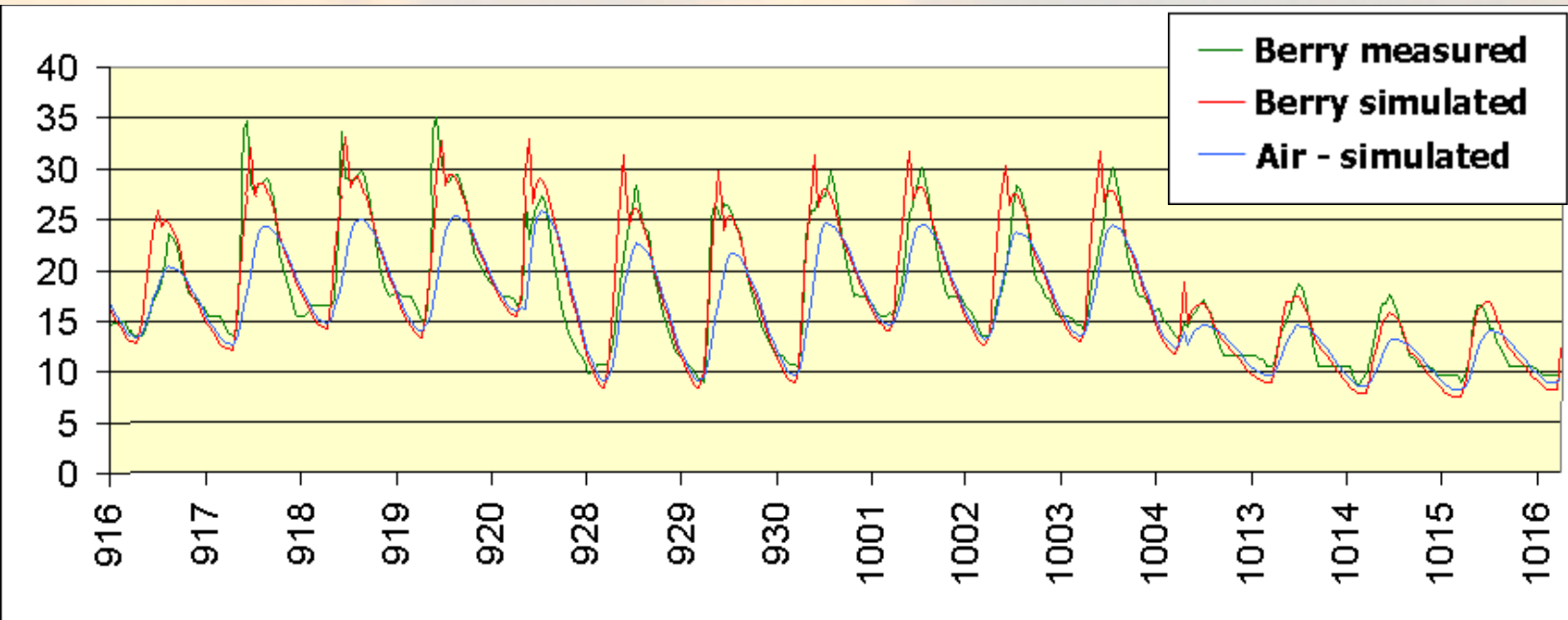


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEQUITUR DE ZANOVIO

Modello applicato a Nebbiolo - Valtellina

16 settembre – 16 ottobre 2004 - Grappolo in pieno sole esposto a Est



Elaborazioni eseguite con modello Berrytone (Cola et al., 2008).

Cola, Failla, mariani, 2008. BerryTone—A simulation model for the daily course of grape berry temperature, Agricultural and Forest Meteorology 149 (2009) 1215–1228

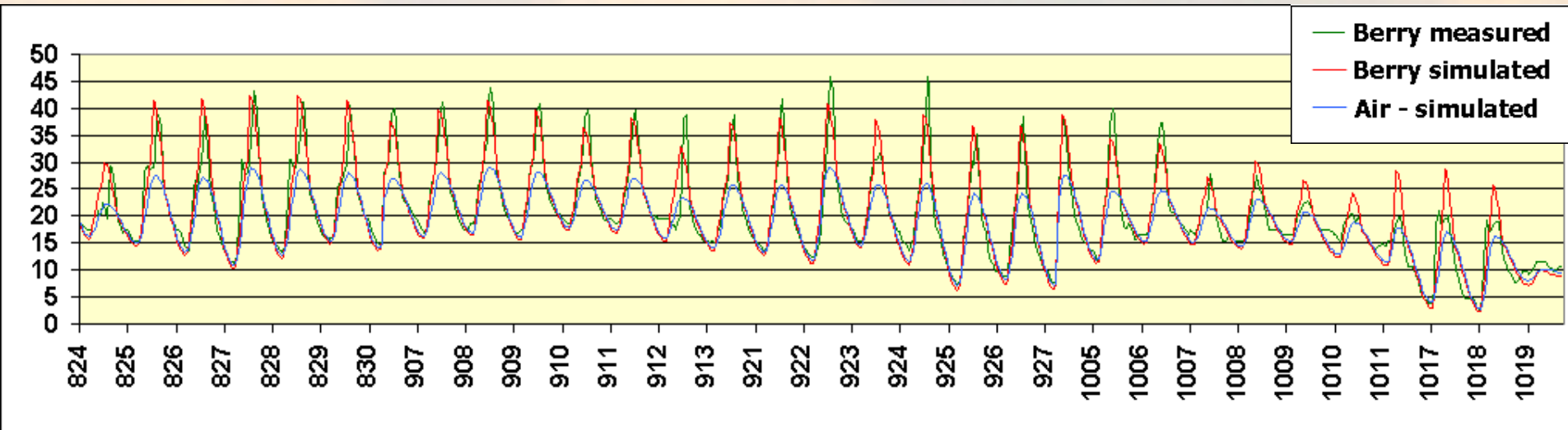
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Modello applicato a Nebbiolo - Valtellina

24 agosto – 19 ottobre 2004 – Grappolo in pieno sole esposto a Ovest



Elaborazioni eseguite con modello Berrytone (Cola et al., 2008).

Cola, Failla, mariani, 2008. BerryTone—A simulation model for the daily course of grape berry temperature, Agricultural and Forest Meteorology 149 (2009) 1215–1228

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ATA SEUOIS DT. ZAADIOV:37

Temperatura grappolo (esempio 25-31 agosto 2004)

Ore trascorse dal grappolo in diverse classi di temperatura (per sintesi di aromi e terpeni sono da considerare grossomodo ottimali temperature fra 20 e 30°C)

	<10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	>35	>=40
nera	2	39	43	18	22	22	22	0
bianca	2	39	45	22	25	30	5	0

Elaborazioni eseguite con modello Berrytone (Cola et al., 2008).

Cola, Failla, mariani, 2008. BerryTone—A simulation model for the daily course of grape berry temperature, Agricultural and Forest Meteorology 149 (2009) 1215–1228

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Dalla temperatura alle risorse termiche per la vite

Metodi a unità termiche UT:

UT=TD-cardinale minimo (*di solito 10° C*) -> cumulati su più giorni diventano somme termiche -> indice di Winkler se il cumulo va da 1/4 a 31/10.

IH= $k/2 * ((T_d-10)+(T_x-10))$ -> indice di Huglin se cumulate da 1/4 a 30/9

k=vale 1.02 a 40°N e 1.05 a 50°N

Metodi a ore normali: permettono di stimare risorse termiche e limitazioni termiche (da alte o basse temperature)

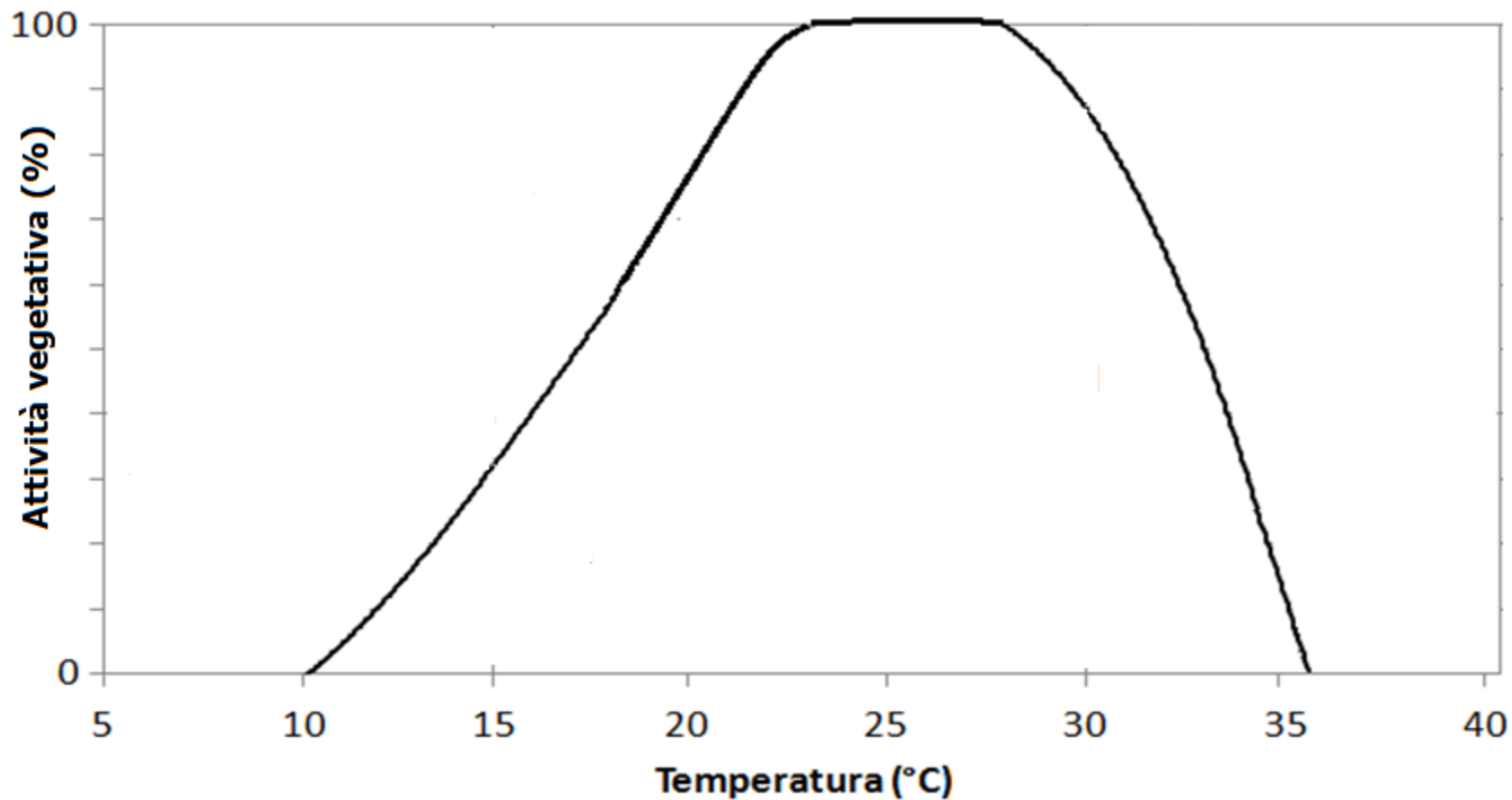


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

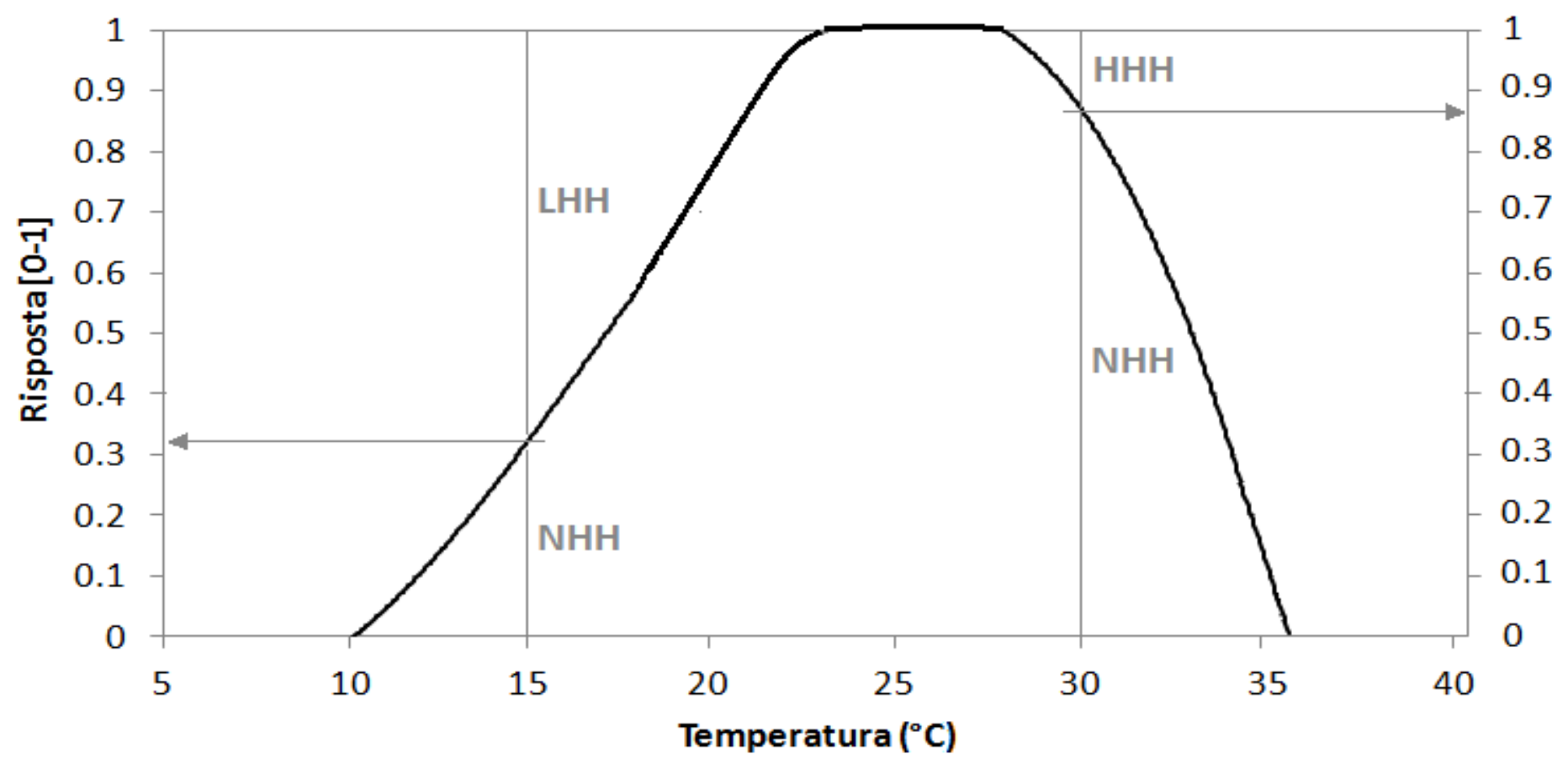
Rapporto fra attività vegetativa della vite e temperatura



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Traduzione in curva di risposta



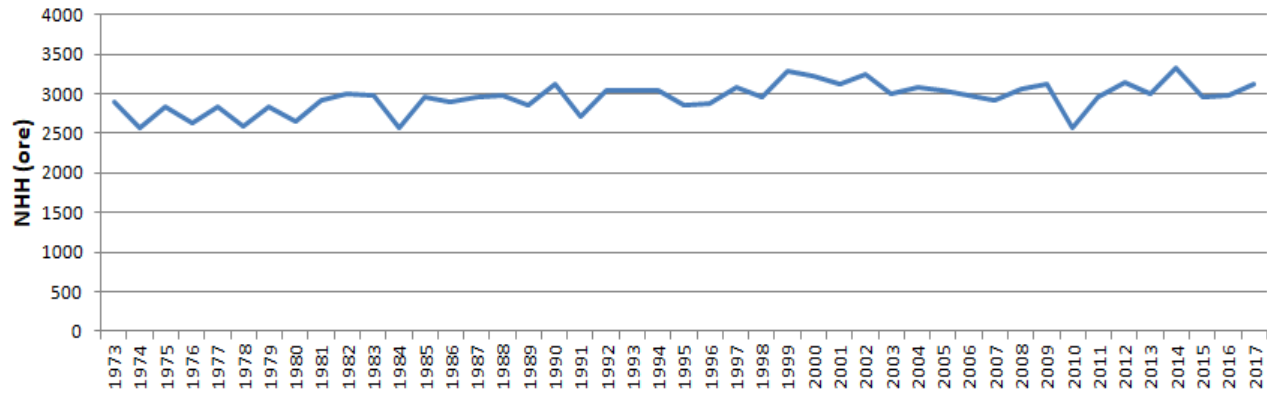
Un'ora trascorsa a 15°C vale 0,32 NHH, 0,68 LHH.
Un'ora trascorsa a 30°C vale 0,87 NHH e 0,13 HHH.

fondazione banfi

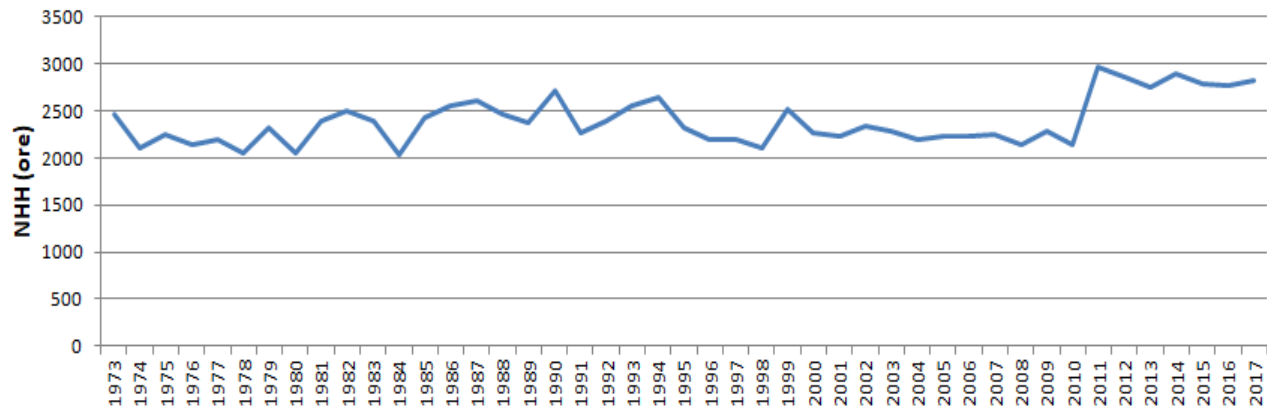
SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI MANAGEMENT

Ore normali di caldo (1973-2017)

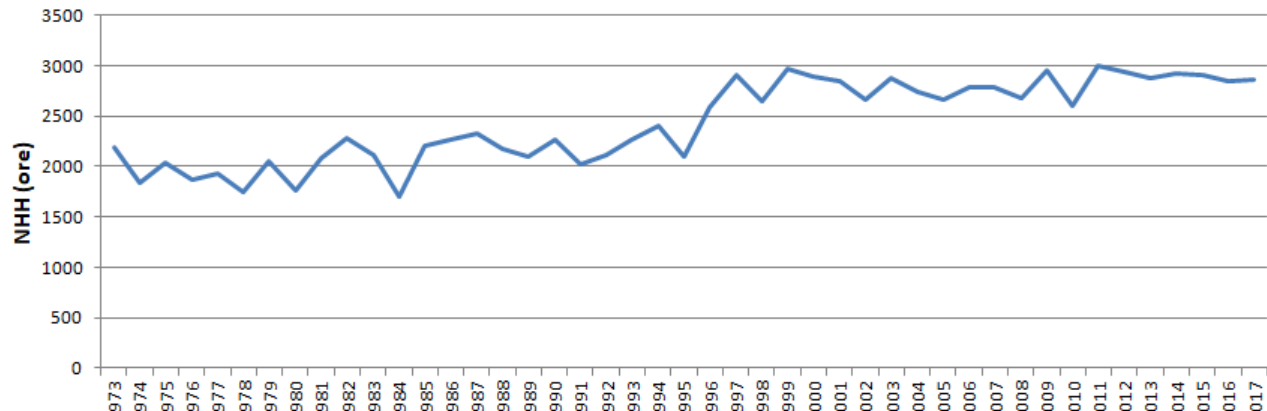
Cesena



Gaiole

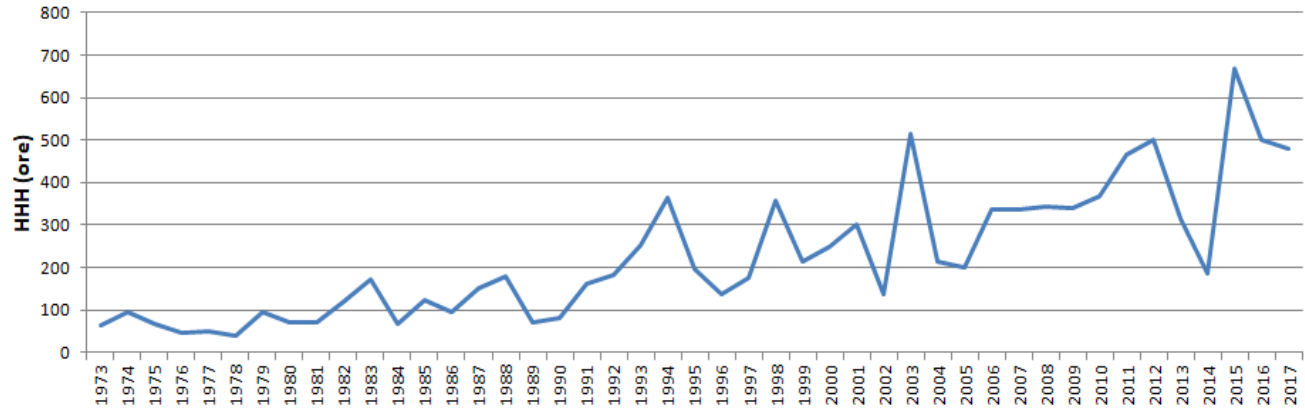


Montalcino

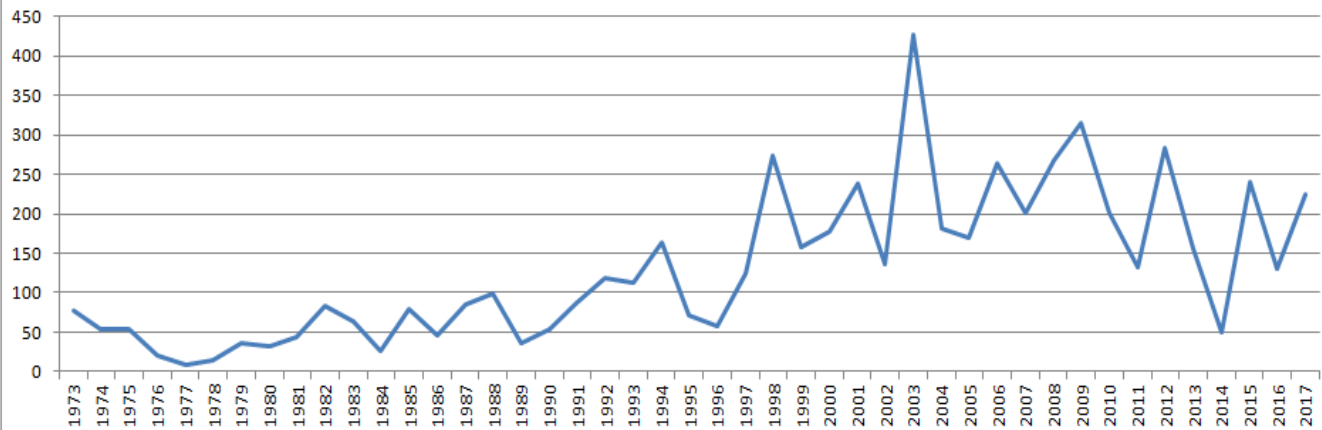


Ore di stress da caldo HHH (1973-2017)

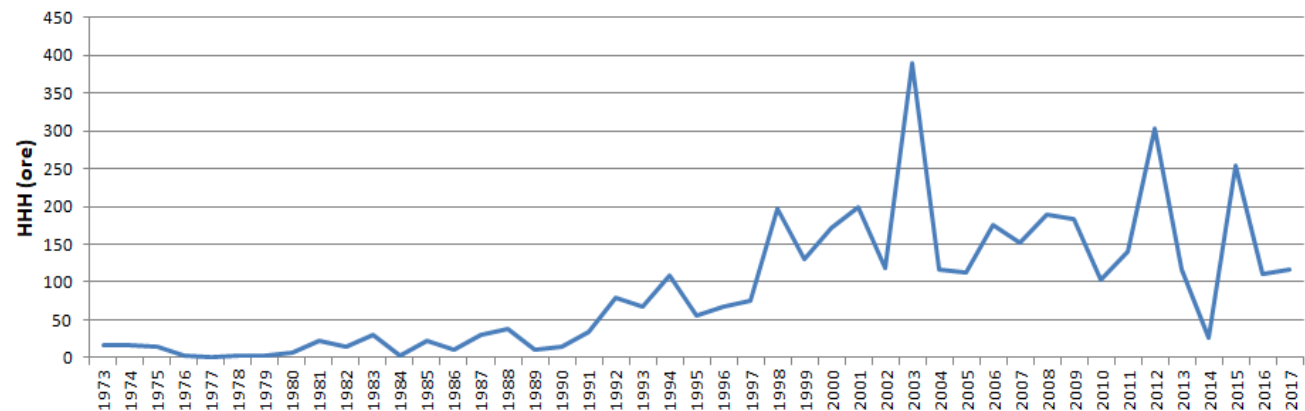
Cesena



Gaiole

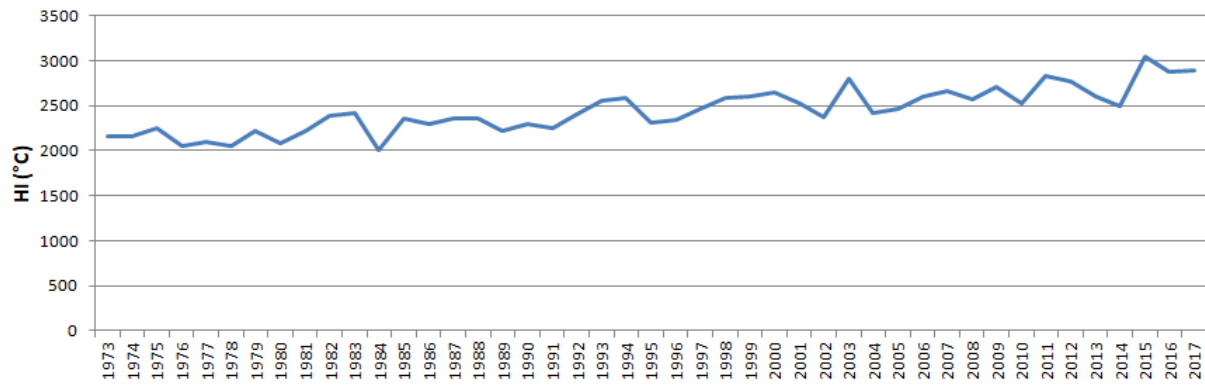


Montalcino

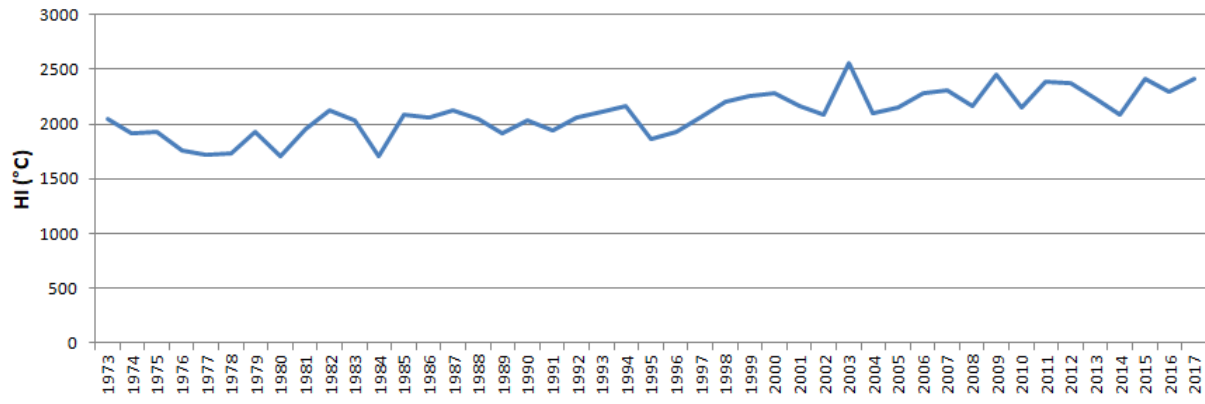


Indice di Huglin (1973-2017)

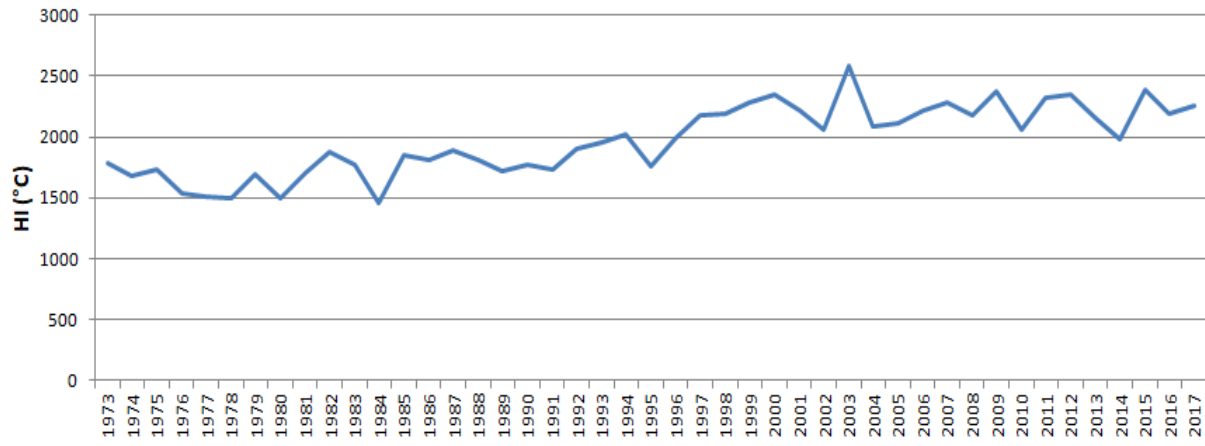
Cesena



Gaiole

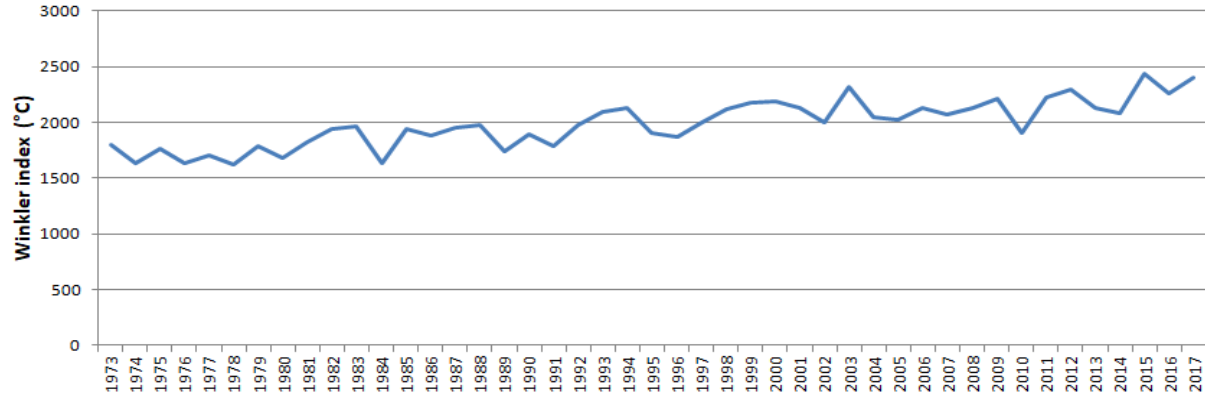


Montalcino

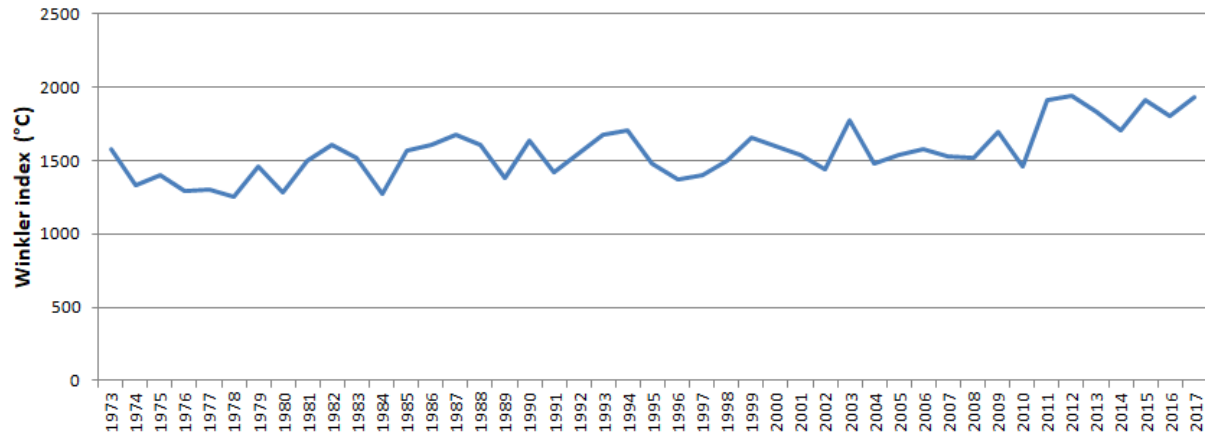


Indice di Winkler (1973-2017)

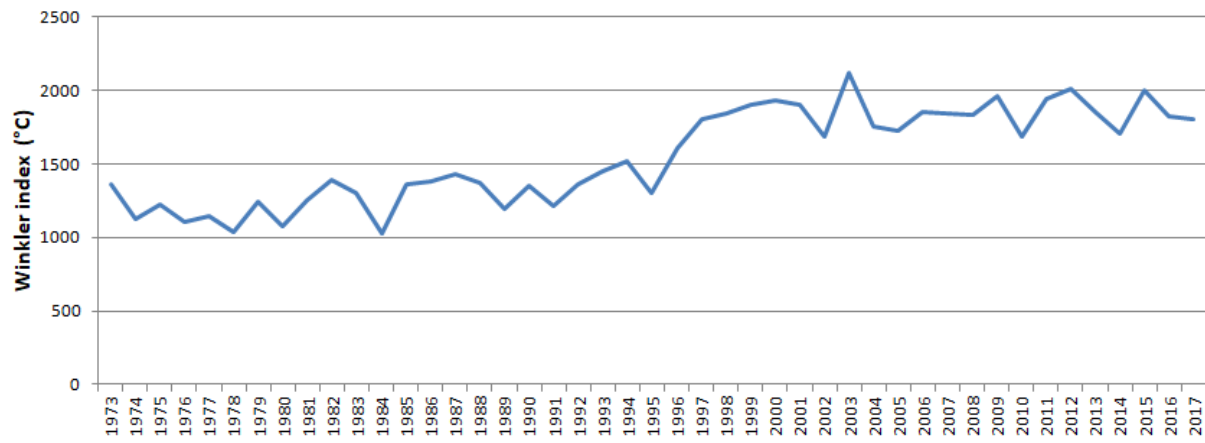
Cesena



Gaiole



Montalcino



Temperatura e fenologia del Sangiovese

Fase di sviluppo	Data media di Comparsa nel Centro Italia	Variazione della temperatura rispetto alla norma e conseguenti ritardi/anticipi in giorni nella comparsa di tre fasi di sviluppo (*)			
		-2°C	-1°C	+1°C	+2°C
Fioritura	10 giugno	-12 ÷ -20	-6 ÷ -10	6 ÷ 9	12 ÷ 18
Invaiatura	10 agosto	-12 ÷ -19	-6 ÷ -9	6 ÷ 9	12 ÷ 17
Maturazione di raccolta	15 settembre	-10 ÷ -16	-5 ÷ -7	5 ÷ 9	15 ÷ 17

Giorni di anticipo (rosso) o ritardo (blu) delle date di fioritura, invaiatura e maturazione indotti da un aumento o da una diminuzione delle temperature di 1 o 2 °C.

Risultati ottenuti applicando il modello fenologico Iphen (a NHH) su vitigni di media precocità coltivati nel centro Italia.

NB: un anticipo o ritardo in fioritura si mantengono inalterato all'invaiatura ed alla maturazione (es: calo di 1°C nelle temperature giornaliere dà un ritardo di 6 ÷ 10 giorni in fioritura, di 6 ÷ 10 giorni all'invaiatura e di 5 ÷ 7 giorni alla maturazione).

Risorse e limitazioni idriche



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEMPER DE. ZAKIOVIT

Esigenze idriche



- Risorse idriche del suolo -> livelli idrici notevoli (CIM, CC, LimRUF, PA)

- richiesta evapotraspirativa atmosferica -> dev'essere adeguata (né eccessiva né troppo ridotta)

Risorse e limitazioni idriche

approccio: si segue il contenuto idrico del suolo con un bilancio idrico e poi si applica una curva di risposta.

bilancio idrico: a passo giornaliero riferito ad un terreno con una data dimensione del serbatoio massimo invasabile (CC-PAP) per lo strato esplorato dalle radici

Equazione di bilancio (conservazione della massa riferita al serbatoio terreno):

$$C_{i_{d+1}} = C_{I_d} + RR_u - ET_{0d} * k_c * WLFR + RIS_{falda}$$

Bilancio portato avanti su un periodo lungo per evitare effetti di "memoria" del sistema (in questo lavoro si è operato sul pluriennio 1973-2017).

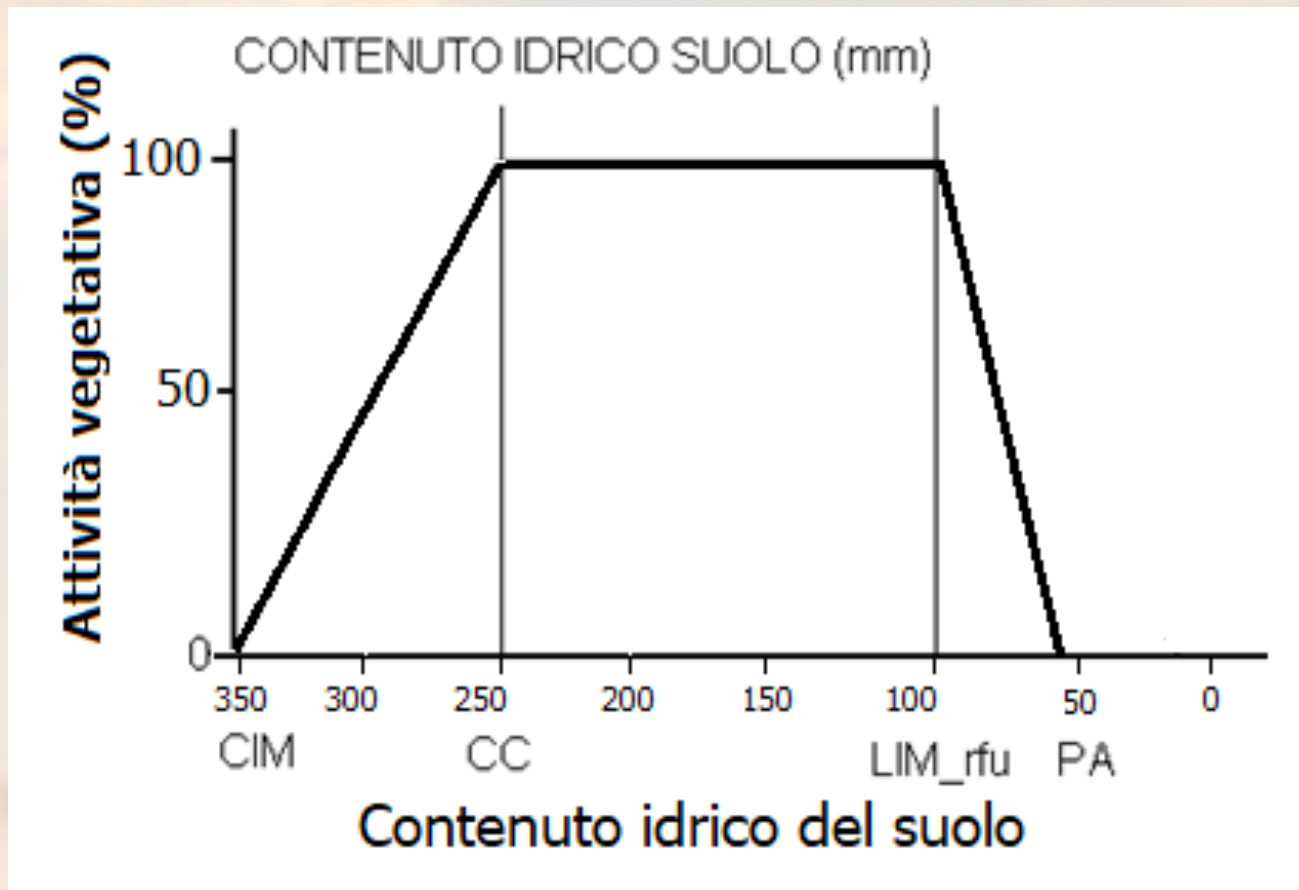


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ZANADOVIZI

Attività vegetativa in funzione del contenuto idrico del suolo



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI SCIENZE

Curva di risposta



Un giorno trascorso a 300 mm di contenuto idrico vale 0,48 (stress da eccesso=0,52), un giorno trascorso a 200 mm vale 1 (stress=0) e uno trascorso a 70 mm vale 0,3 (stress da carenza =0,7)

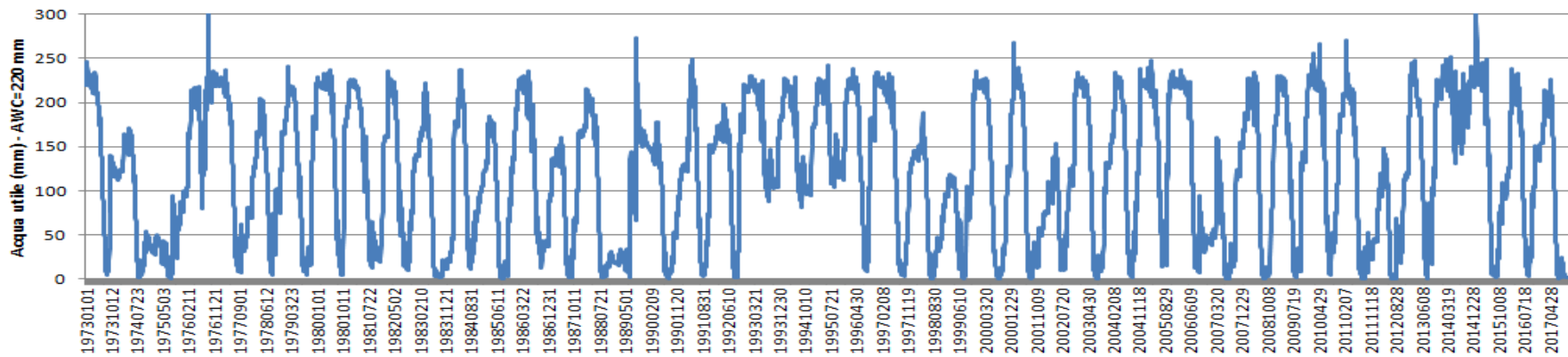
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

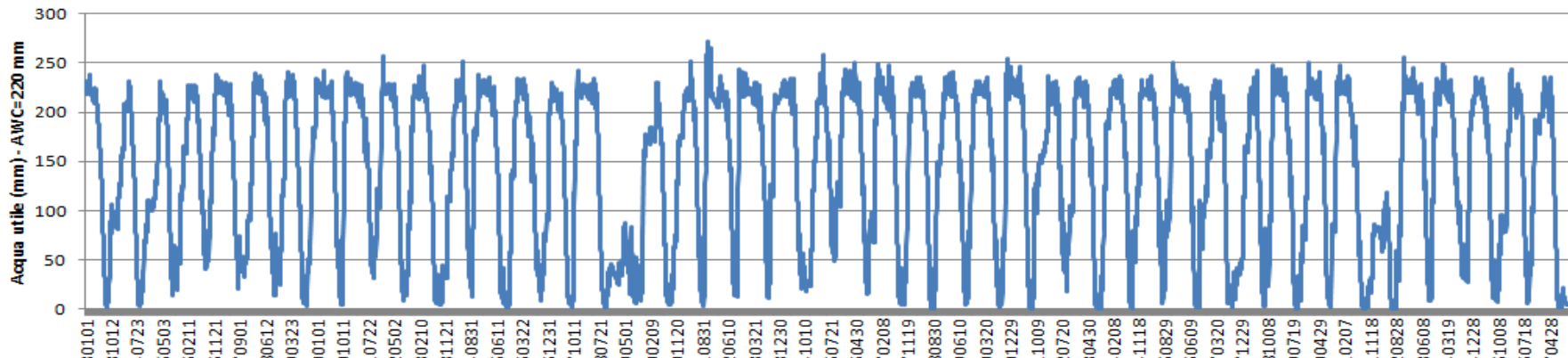
ATA SEUOIS DT. 224210V127

Bilancio idrico giornaliero (1973-2017)

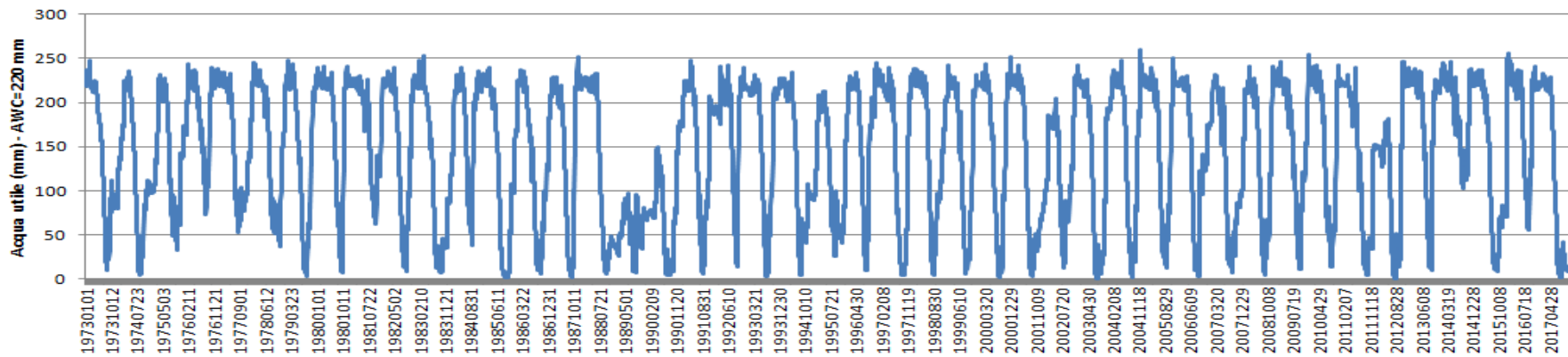
Cesena



Gaiole

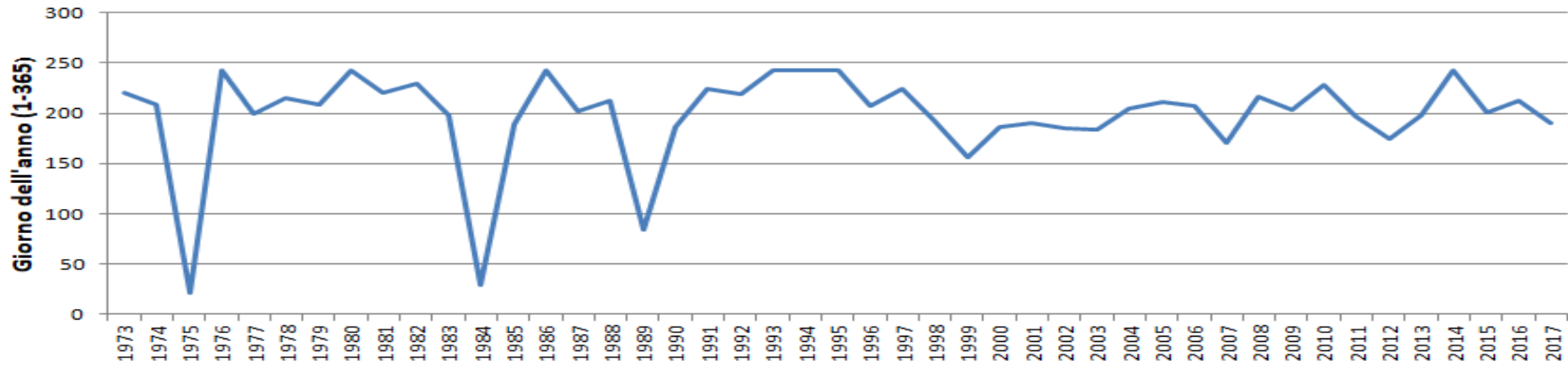


Montalcino

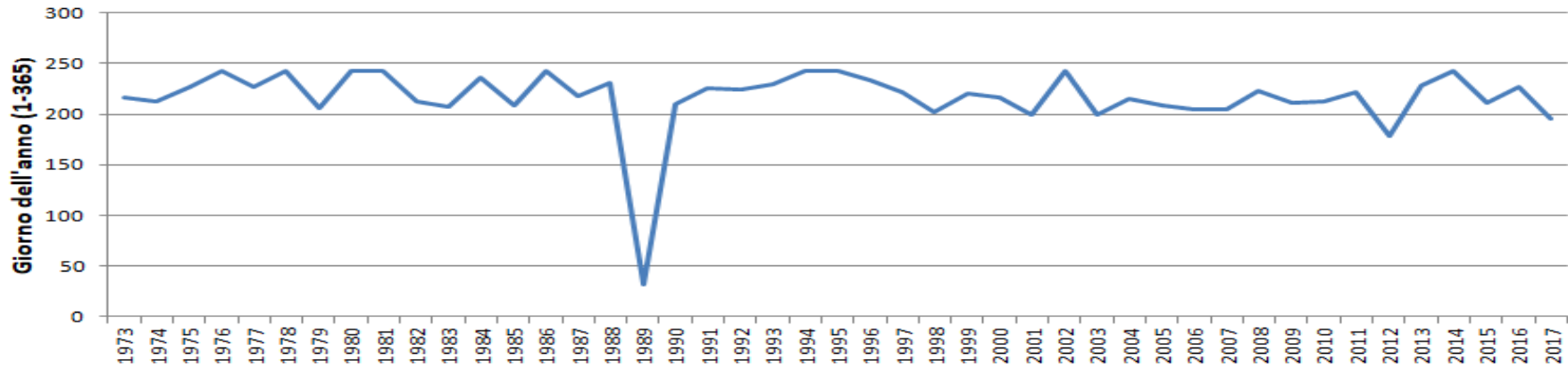


Primo svuotamento RFU (1973-2017)

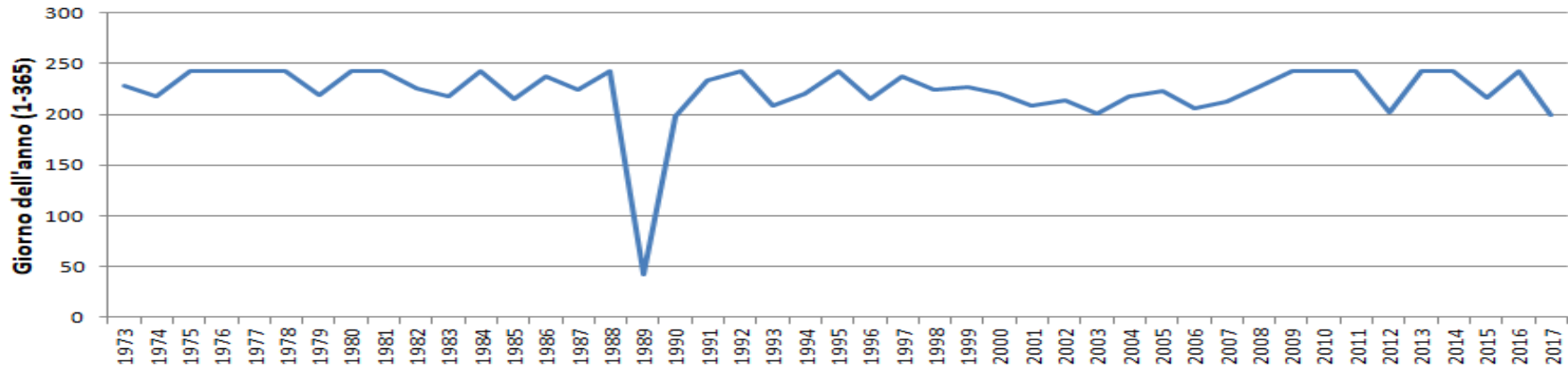
Cesena



Gaiole

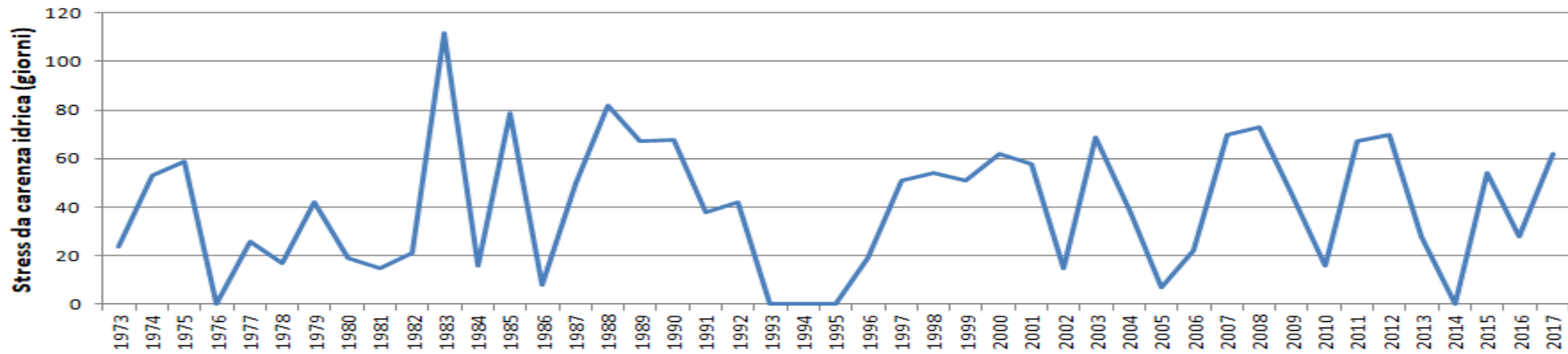


Montalcino

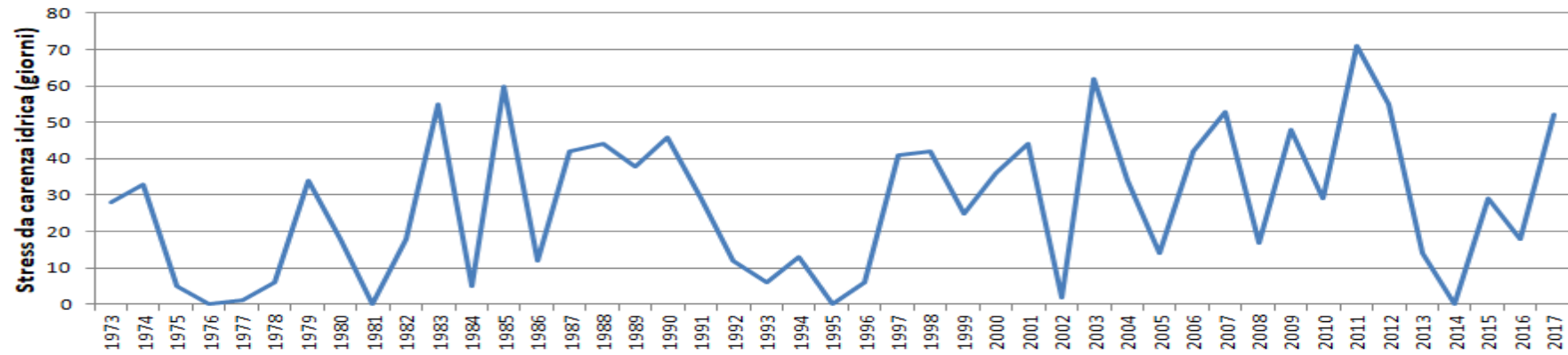


Giorni di stress da carenza idrica (1973-2017)

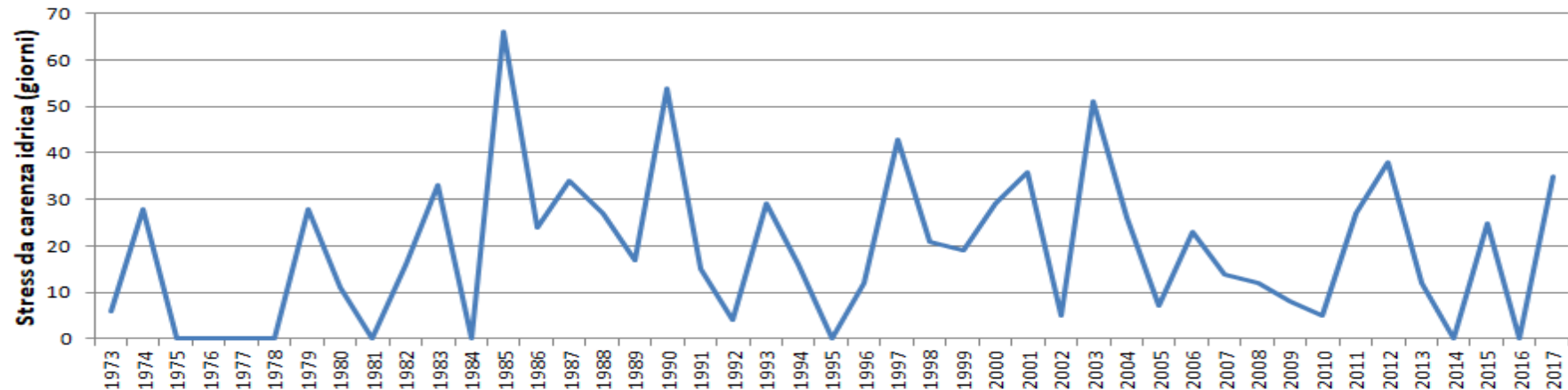
Cesena



Gaiole

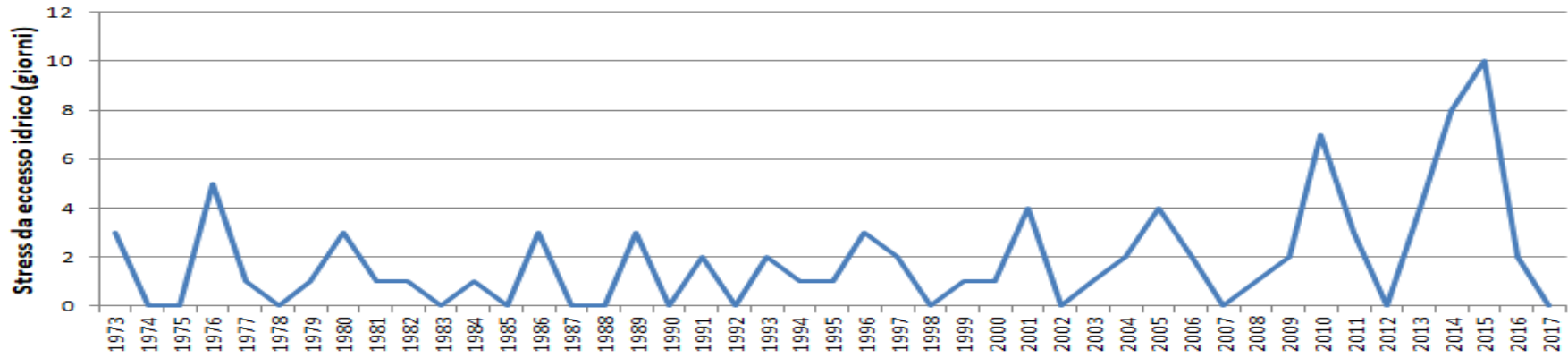


Montalcino

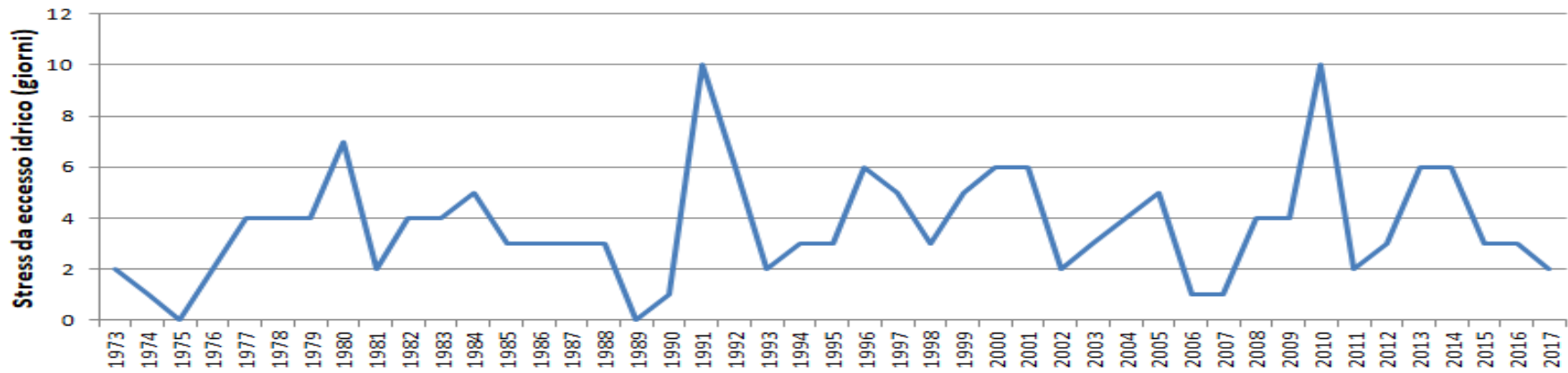


Giorni di stress da eccesso idrico (1973-2017)

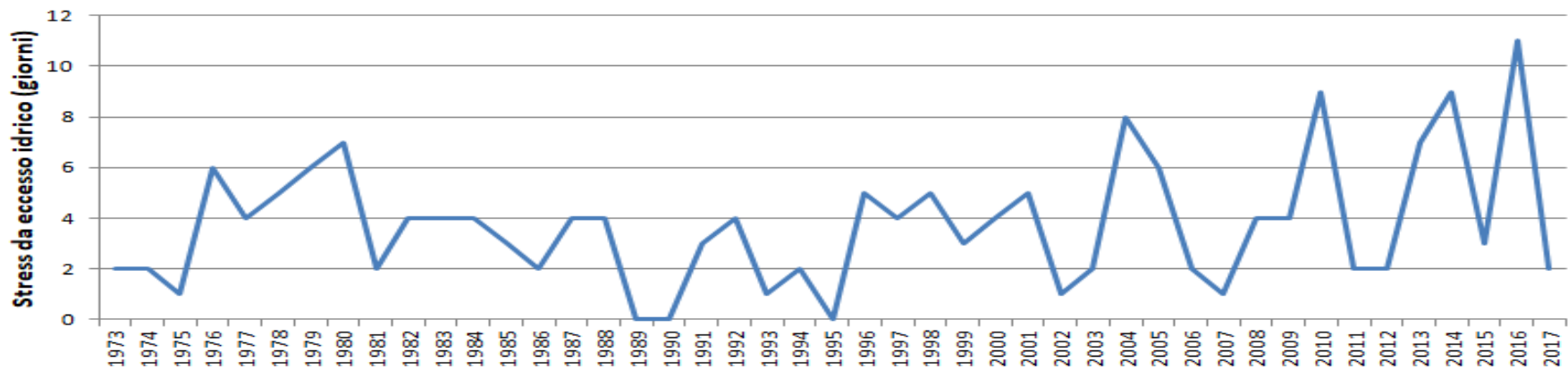
Cesena



Gaiole

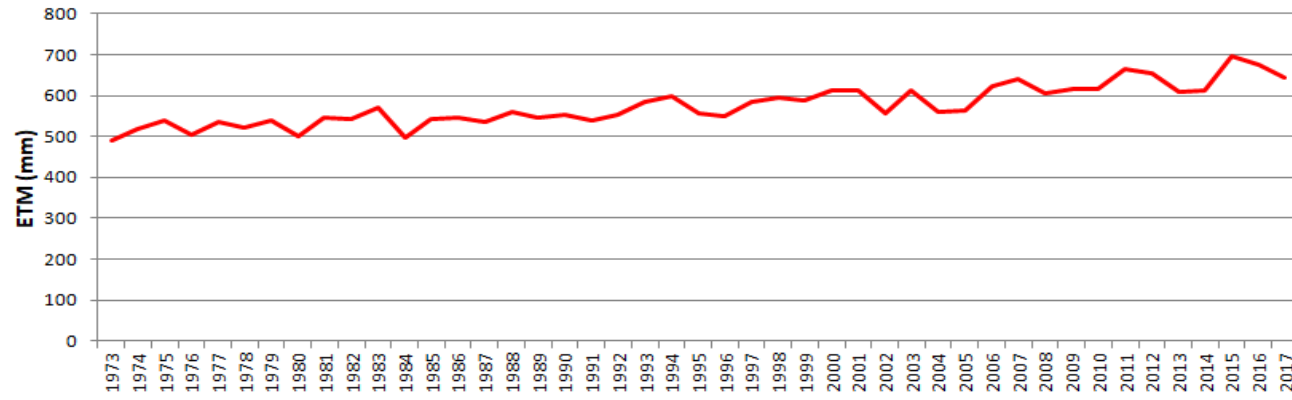


Montalcino

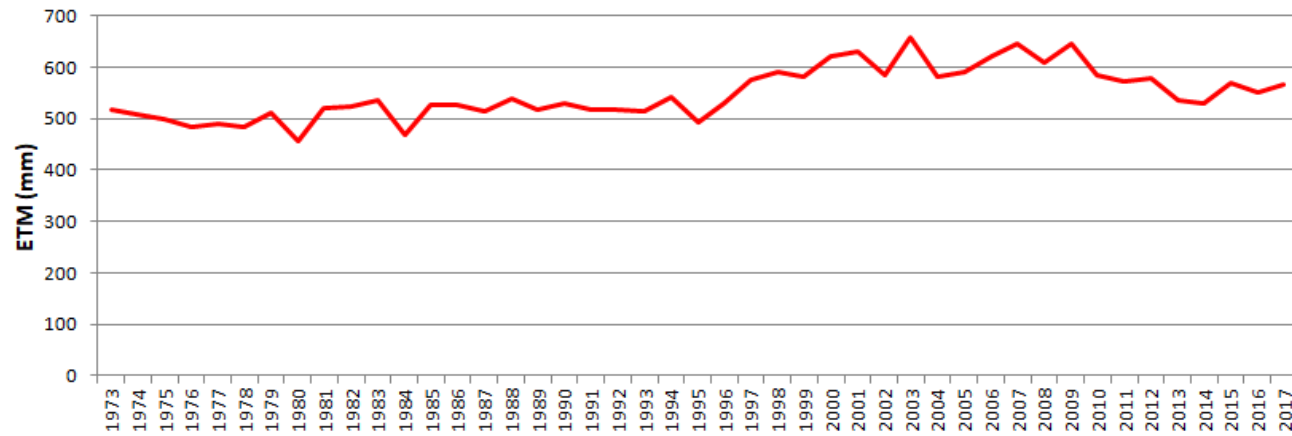


ETM annua (1973-2017)

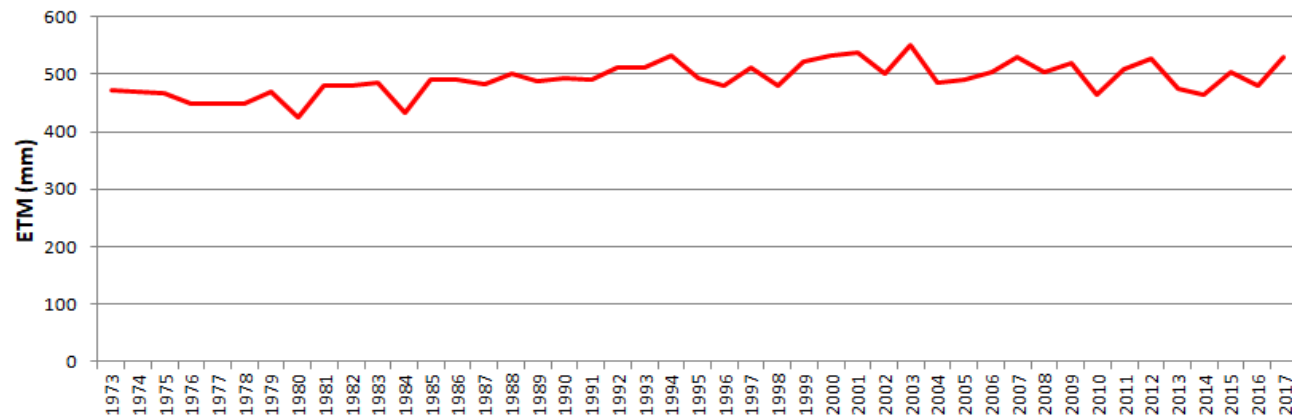
Cesena



Gaiole

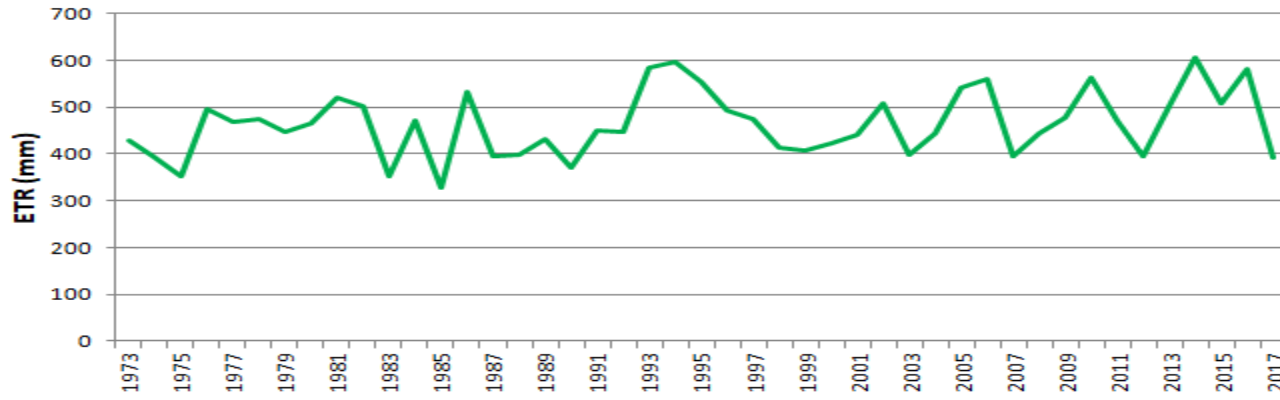


Montalcino

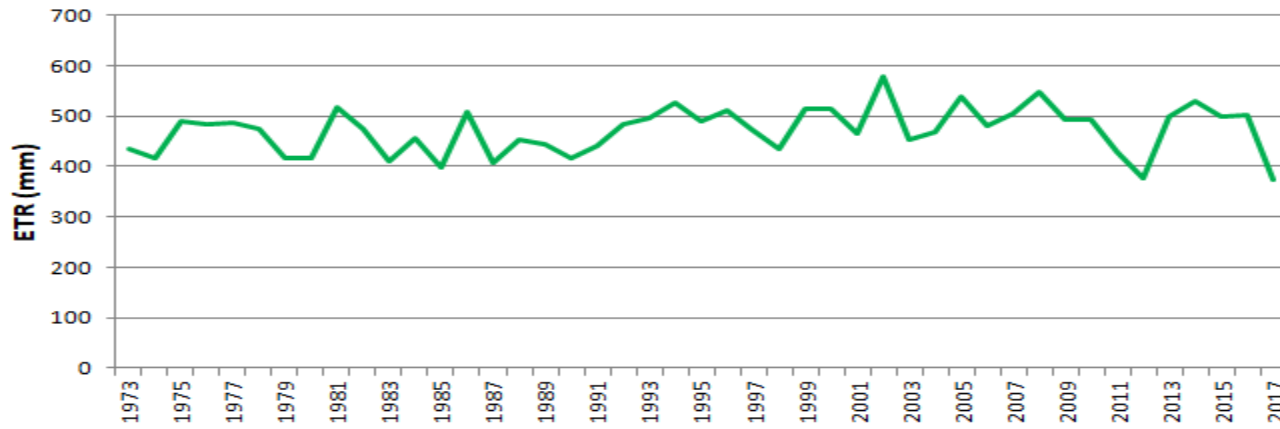


ETR annua (1973-2017)

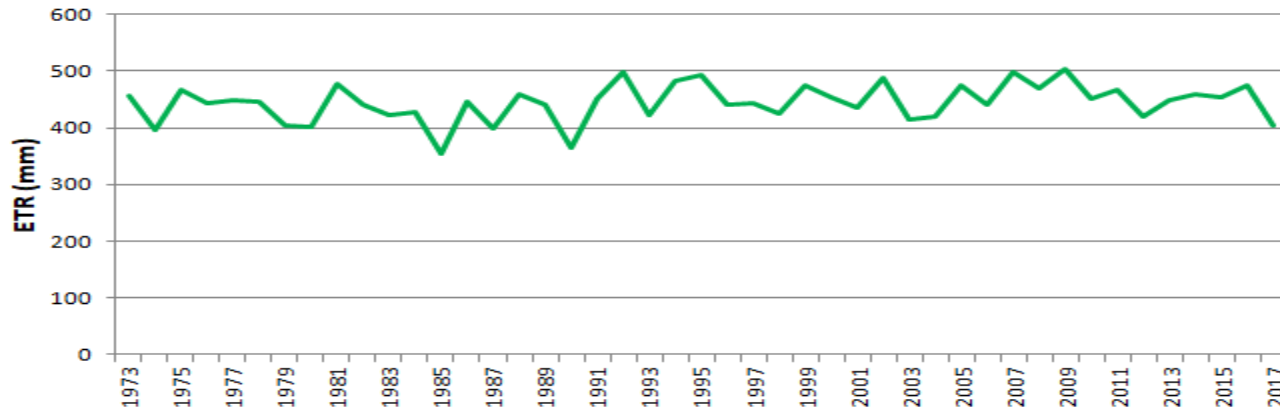
Cesena



Gaiole



Montalcino



Risorse e limitazioni radiative



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI AZIENDALITÀ

Esigenze radiative



Radiazione solare -> fotosintesi

A mezzogiorno, al solstizio estivo:

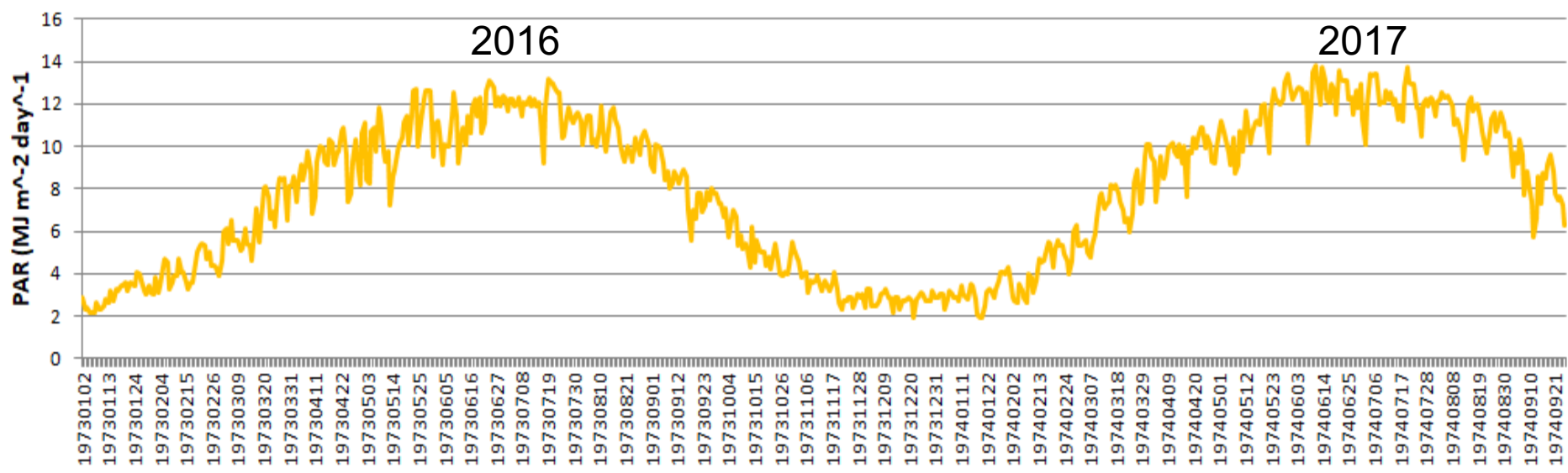
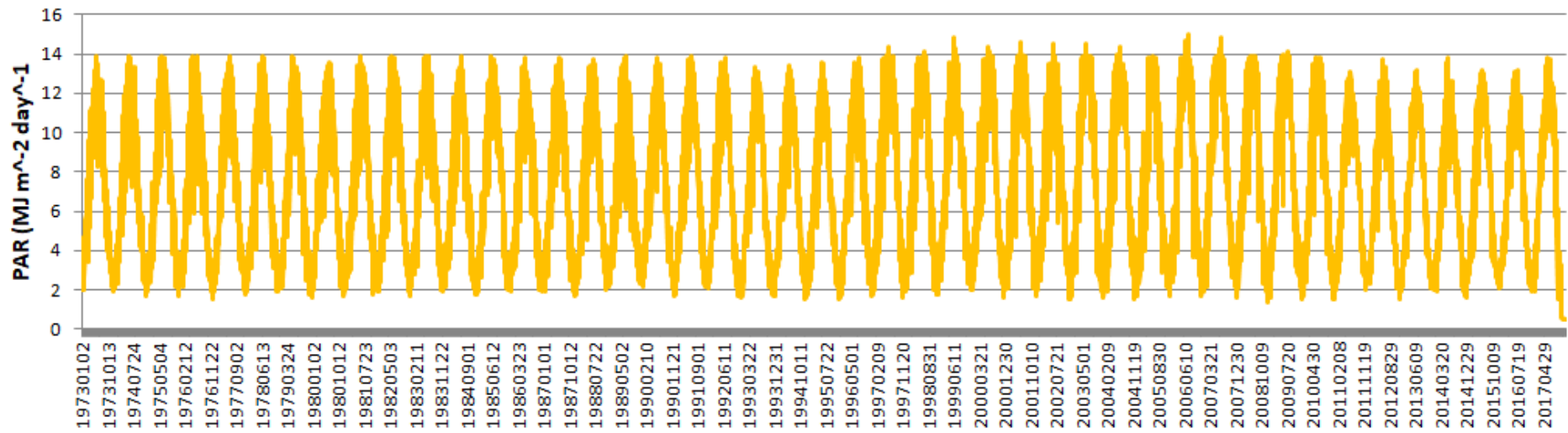
- cielo sereno limpido: $850-900 \text{ W m}^{-2}$

-cielo coperto per nubi spesse e compatte: 100 W m^{-2}

Punto di compensazione: a circa 10 W m^{-2}

Saturazione luminosa: 350 W m^{-2}

PAR annua alla cima del vigneto (1973-2017)

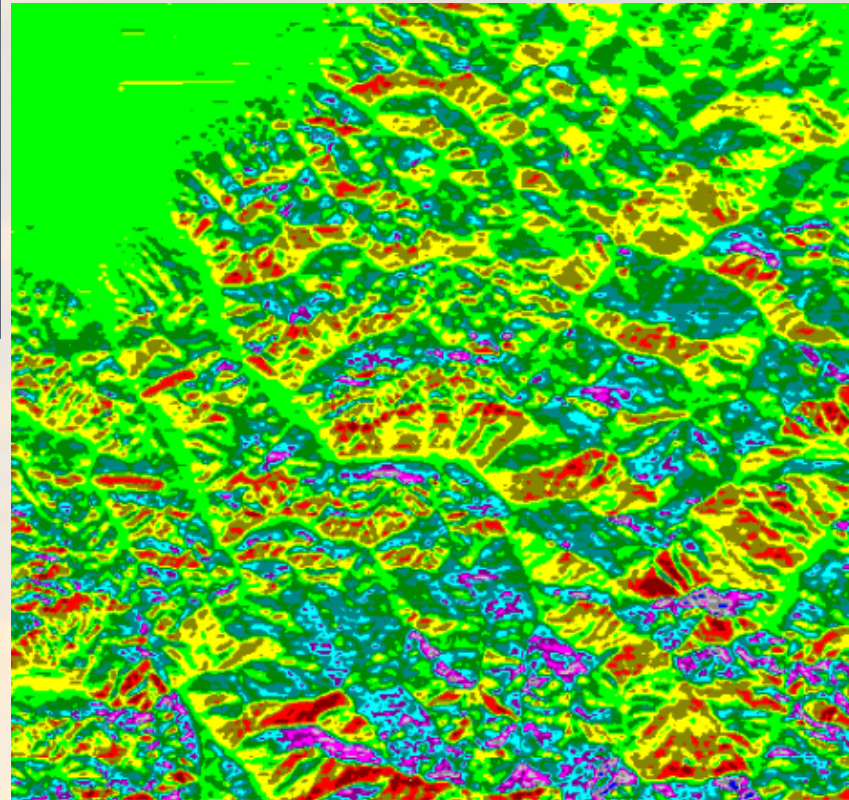
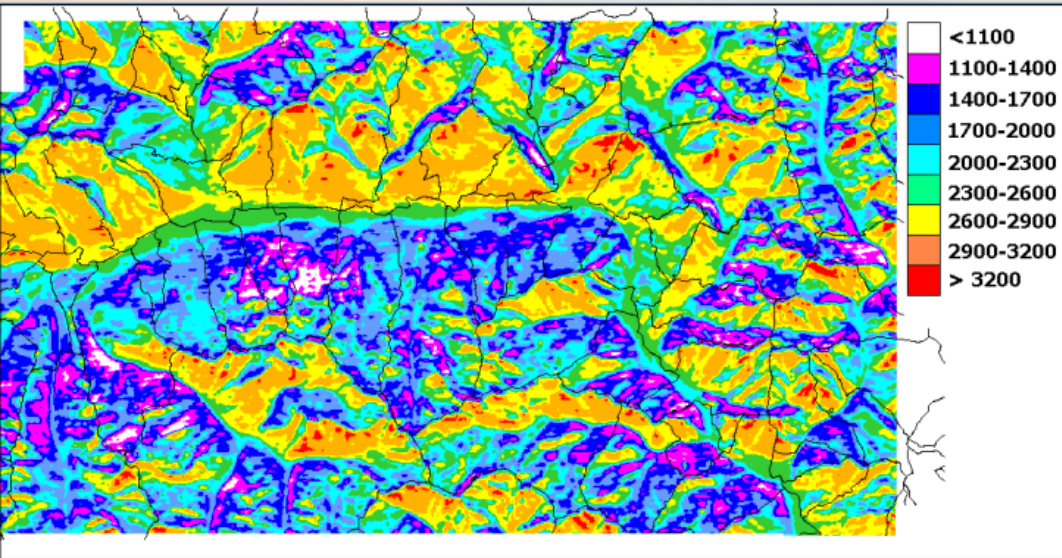


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

VIA SERRA DI ZACCAGNOLI

Effetto orografico



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SENSIBILITÀ DI AZIONE

Approccio quantitativo al problema

Vigneto a tendone (caso base)

estinzione della luce in una canopy con strati fogliari omogenei
-> simulabile con Lambert e Beer

Vigneto a spalliera (caso più complesso):

- nei due orientamenti base (Nord-Sud ed Est-Ovest) sappiamo come si comporta l'intercettamento e come lo stesso interagisce con il livello di fotosintesi
- Per spalliere variamente orientate intercettamento quantificabile con modelli matematici tridimensionali



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Legge di Lambert e Beer (adattata alle canopy da Monsi e Saeki)

$$I = I_0 * e^{-k_e * LAI_{sup}}$$

Ove

I_0 =intensità al top della canopy (è pari a 1)

I =intensità (%) assorbita dallo strato in esame e da quelli che lo sovrastano

LAI_{sup} =LAI fra il top della canopy e lo strato in esame (compreso lo strato stesso)

k_e = coefficiente di estinzione (l'opacità degli strati fogliari aumenta al crescere del k_e) -> $k_e=0.7$ per vite.

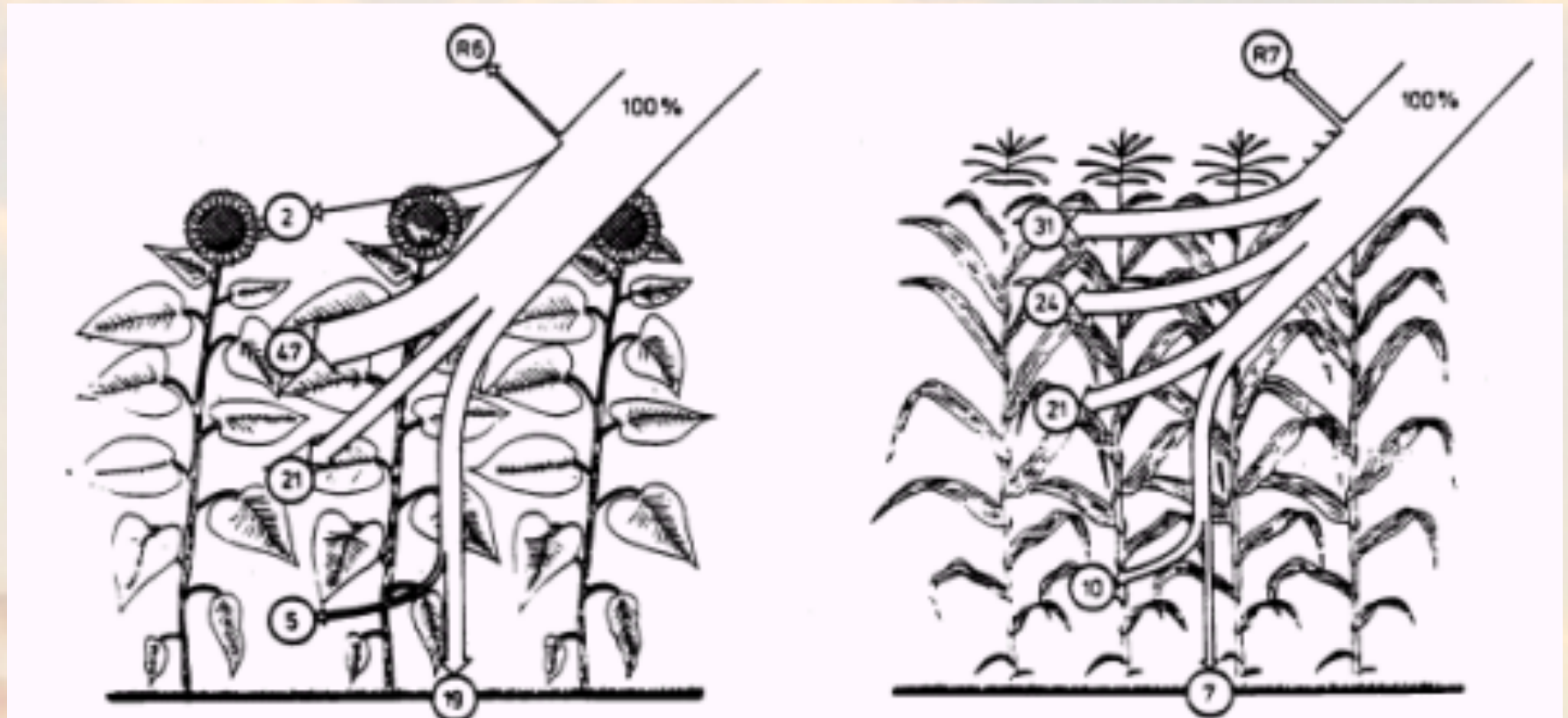


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI SCIENZE

Legge di Lambert e Beer (adattata alle canopy da Monsi e Saeki)



fondazione banfi

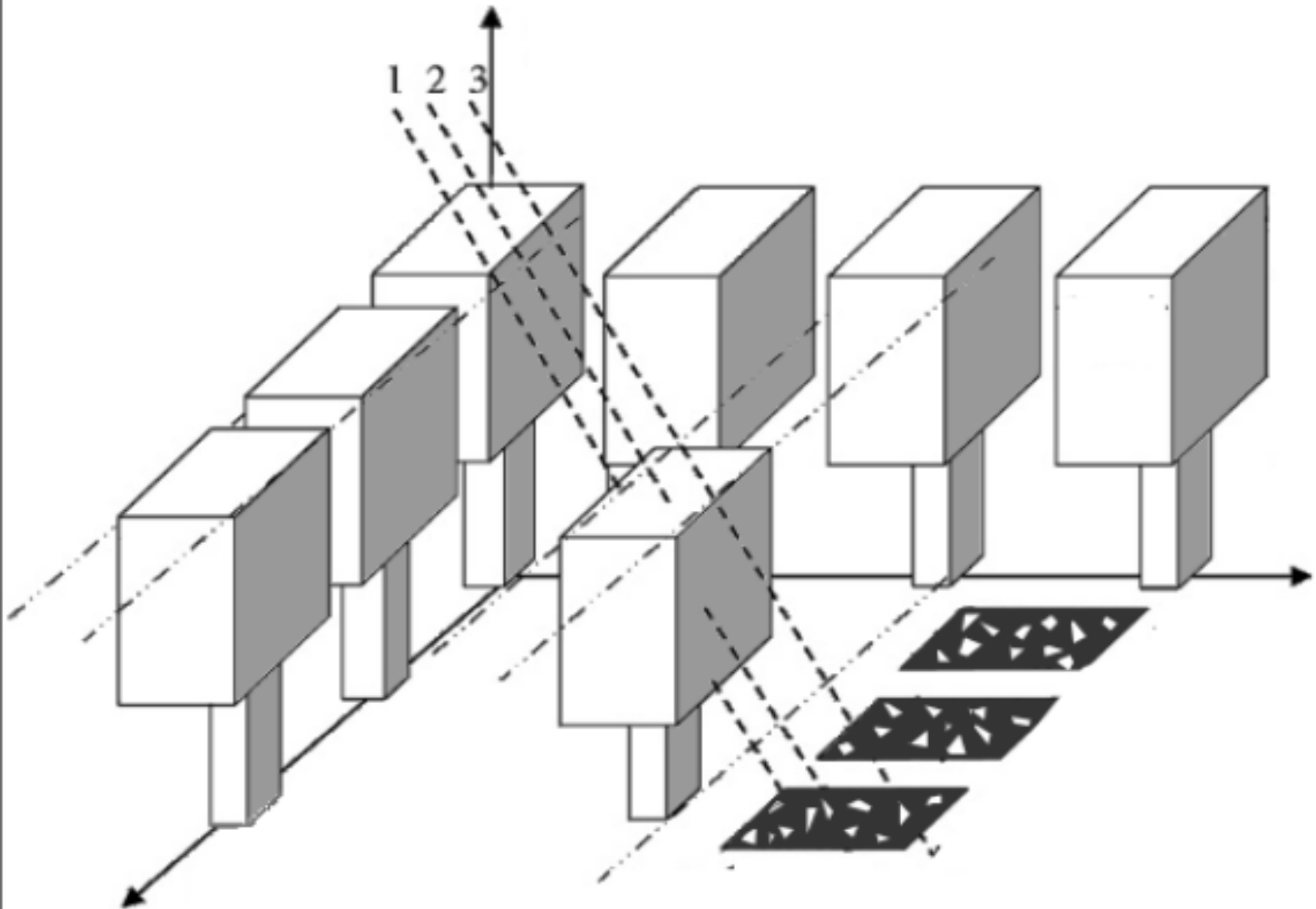
SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI SCIENZE

Approccio con modelli tridimensionali

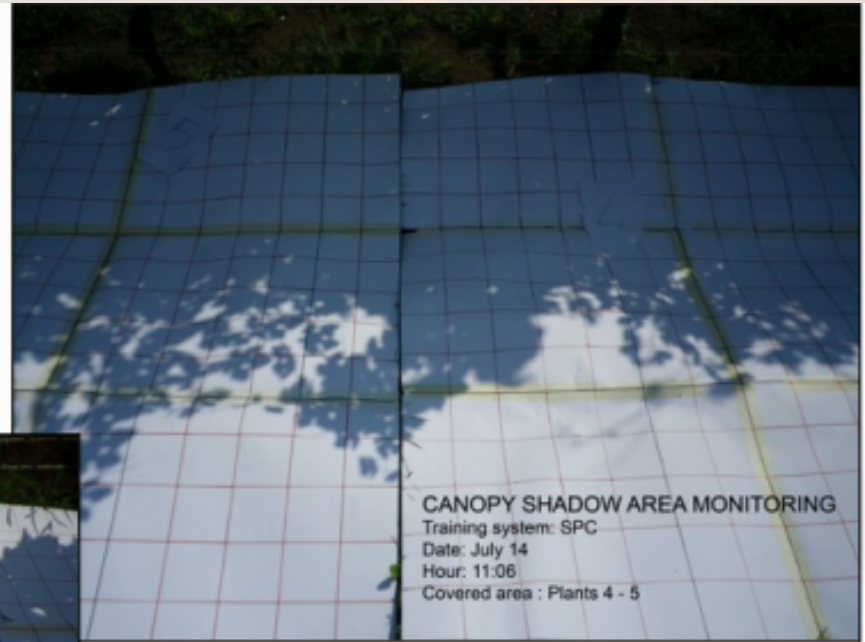
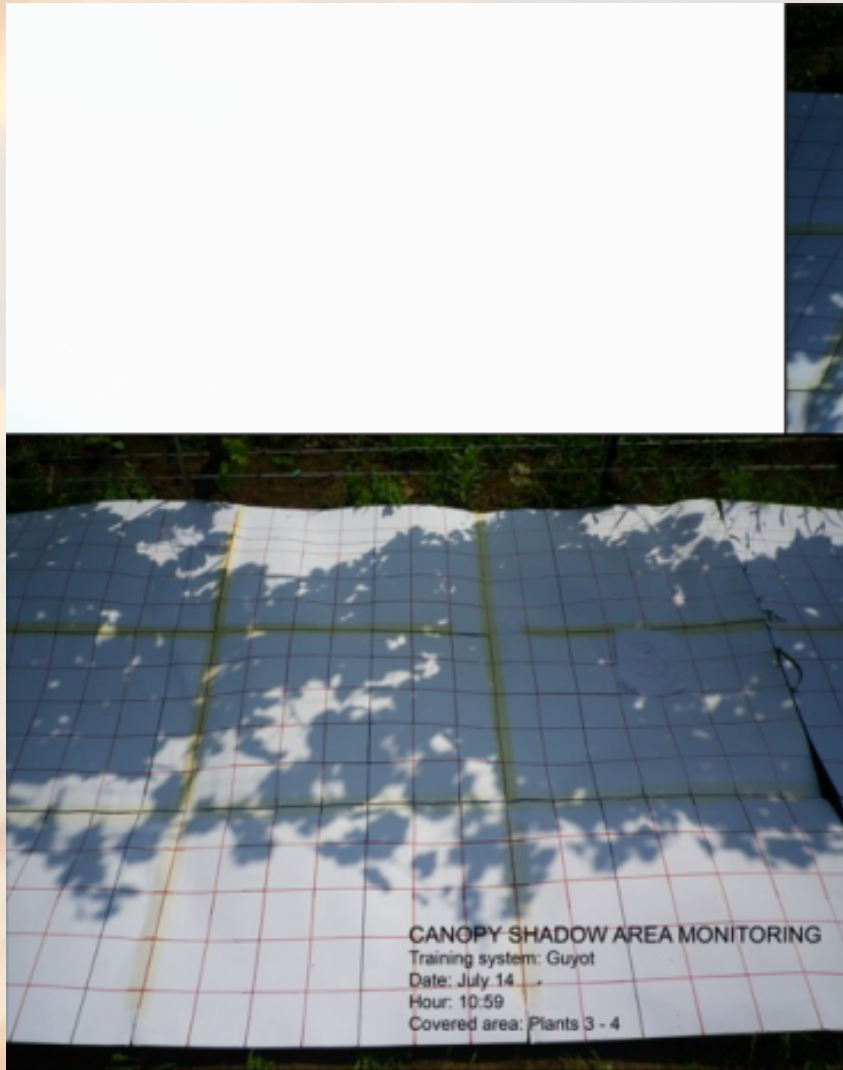
In collaborazione con il Prof. Poni (UCSC) è stato calibrato e validato il modello tridimensionale di intercettamento della radiazione solare da parte di una canopy sviluppato da Oyarzun et al, 2007.

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

Intercettamento orario



Parametro fondamentale del modello = porosità canopy

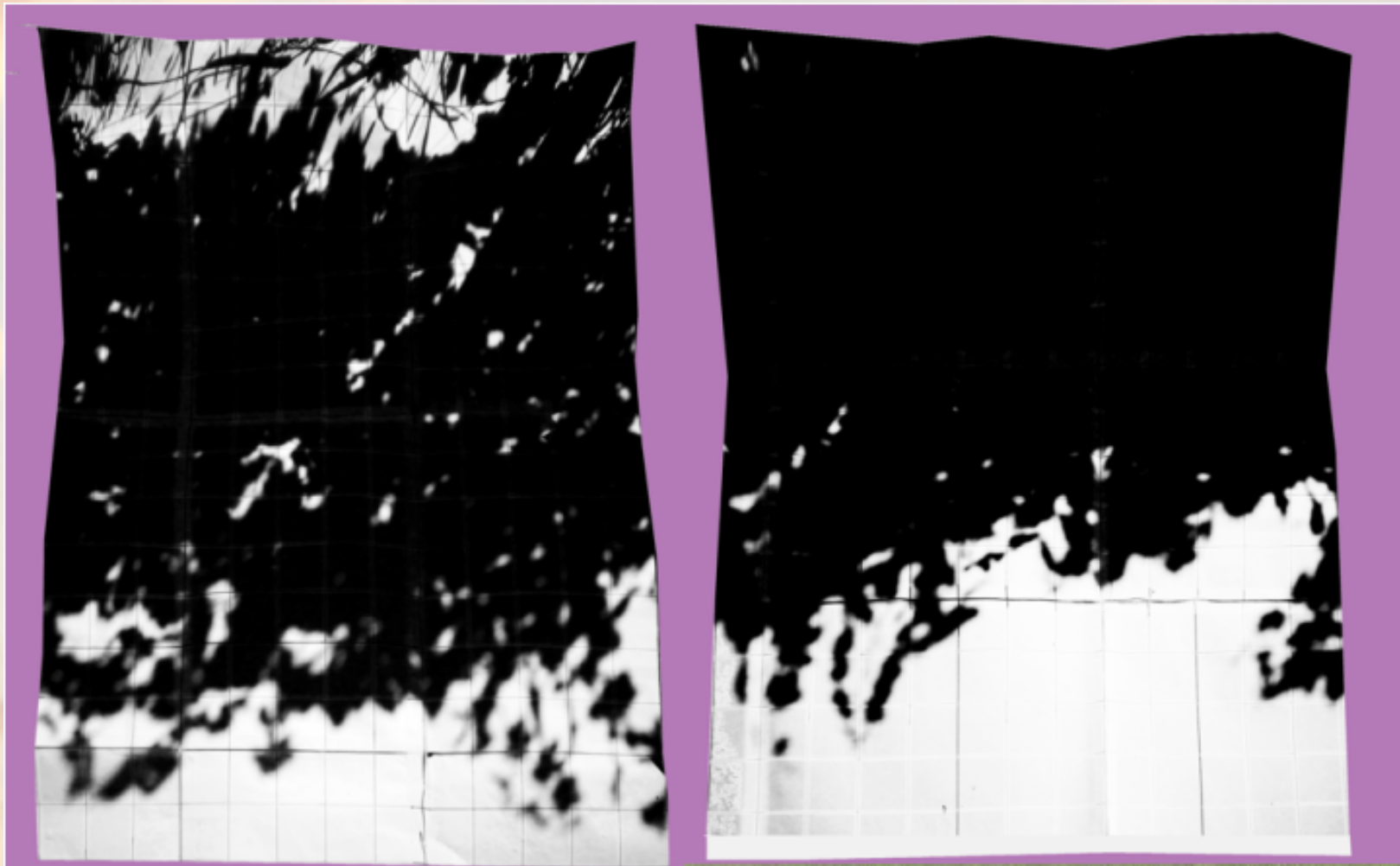


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS DT. ZADIOVOT



Foto -> Image processing



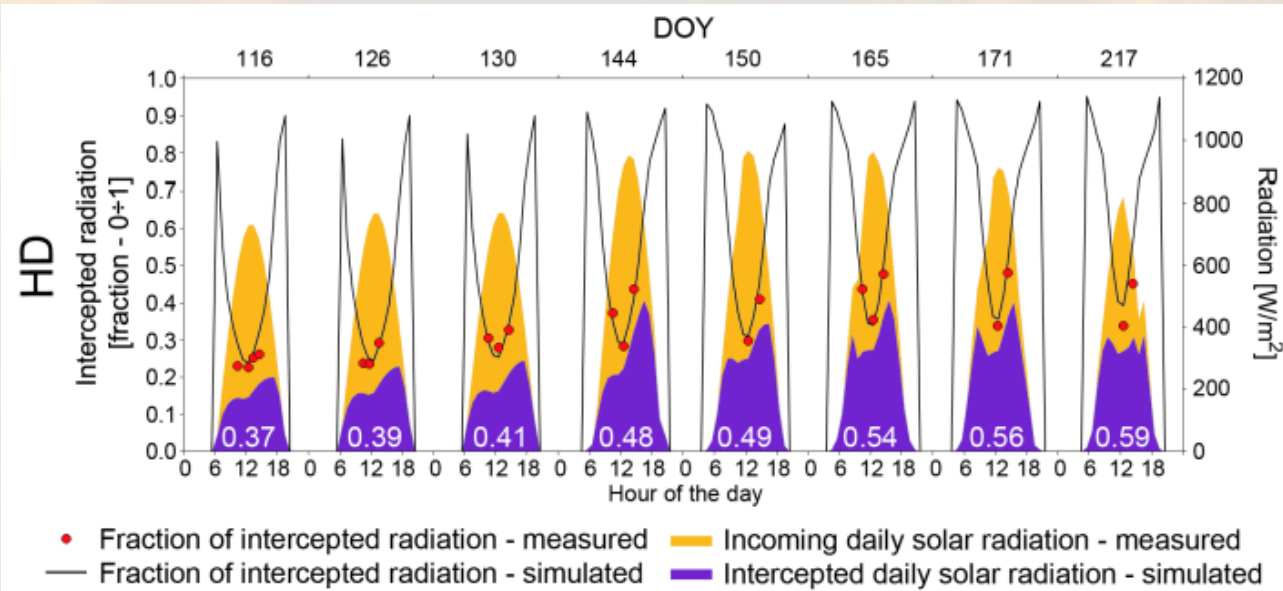
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOTI DT. ZAKIOVOT

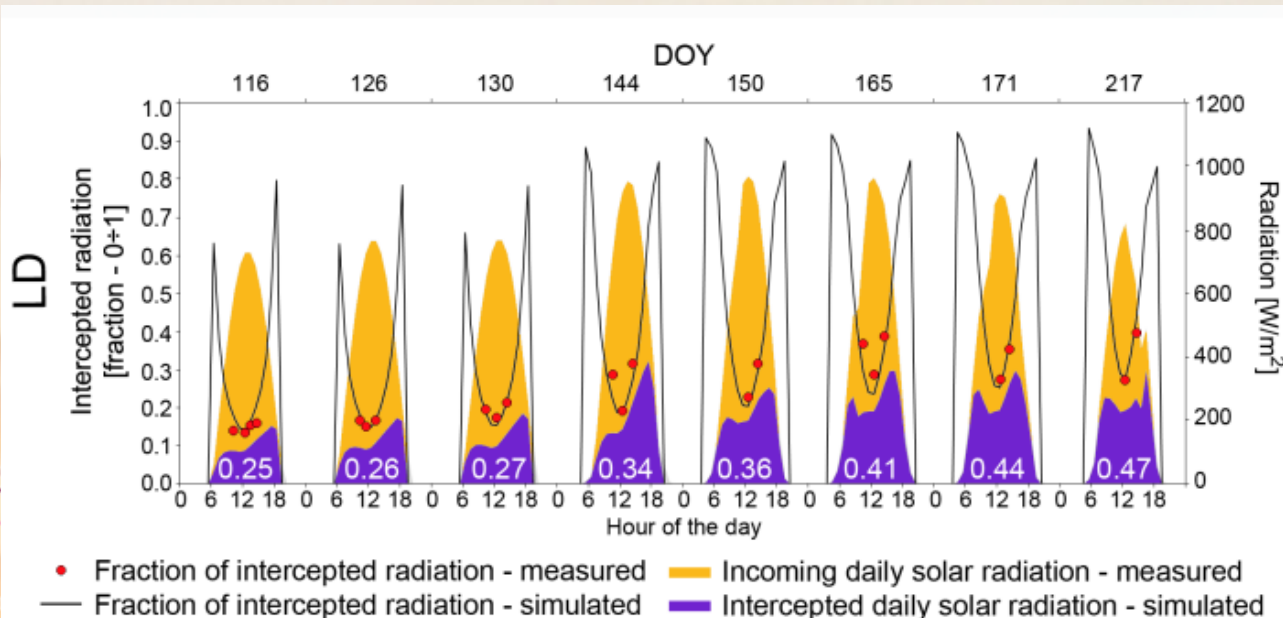


Intercettamento orario cordone speronato con filari N-S

2011



2012



fonda

SANG
ATA SEUC

Conclusioni



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI AZIENDALITÀ

Il problema conoscitivo

Occorre una lettura complessiva delle risorse e delle limitazioni (radiative, termiche e idriche), il che si ottiene:

1. Traducendo le variabili meteo in risposte della vite (modelli a curva di risposta o altri modelli)
2. Considerando tutte le risposte contemporaneamente (modello di produzione)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

FINE



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI AZIENDALITÀ

Lucidi aggiuntivi



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI AZIENDALITÀ

Risposta della vite alle diverse variabili - curve di risposta

Modo per descrivere in termini quantitativi gli effetti delle diverse risorse sulla produzione della vite.

Effetto dei nutrienti -> Legge di Mischelrich

Effetto della temperatura -> Ore normali di caldo o di freddo

Effetto dell'acqua -> curva di risposta specifica

Effetto della radiazione -> curva di risposta del fotosintesi alla radiazione

Effetto dei patogeni fungini, dei parassiti, delle malerbe, ecc. -> curve di risposta specifiche



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS DT. ZAKIOVIT

Alcune deduzioni

In periodi di eccesso idrico

Curare l'allontanamento delle acque in eccesso e favorire lo stoccaggio dell'acqua nel suolo.

In periodi di carenza idrica e alti livelli di temperatura / radiazione

Curare la chioma (grappoli coperti da uno strato fogliare per evitare eccessi di radiazione)

Curare l'alimentazione idrica della pianta

Curare il carico produttivo che dev'essere in equilibrio con la parte vegetativa (equilibrio vegeto-produttivo)

Tener conto che per una C3 come la vite i più elevati livelli di VO₂ in atmosfera garantiscono oggi una produttività potenziale del 18% in più rispetto al 1960...



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Peculiarità della vite

La vite è coltura plastica per eccellenza

Da ciò deriva che sono vocate sia lo Champagne che il centro del Mediterraneo.

Vigneti a Verzenay–Champagne (49.10°N)
valori annui: TD=10°C; RR=628 mm; NGP=114



(fonte. Wikipedia)

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

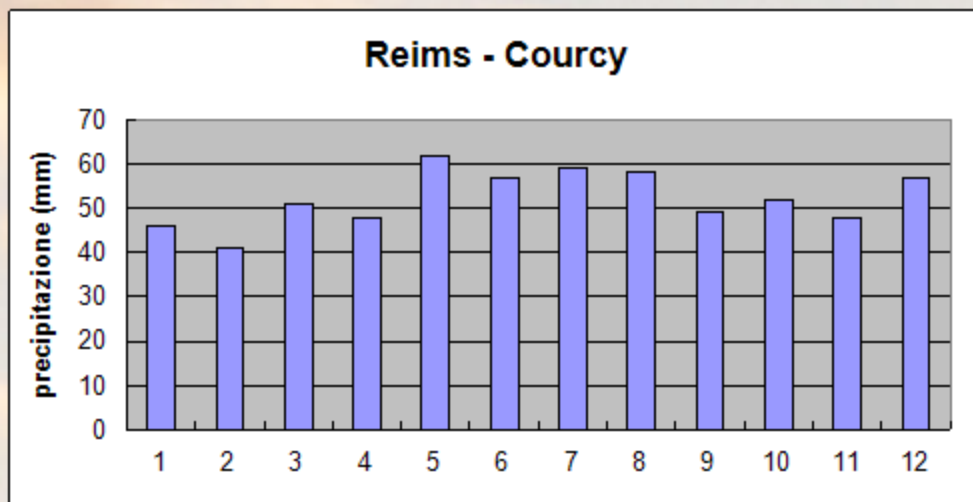
ATA SEUOIS DT. ZAKDIOV:37

Vigneti a Pantelleria (36.45°N)
valori annui: TD=17.9°C; RR=501 mm; NGP=59



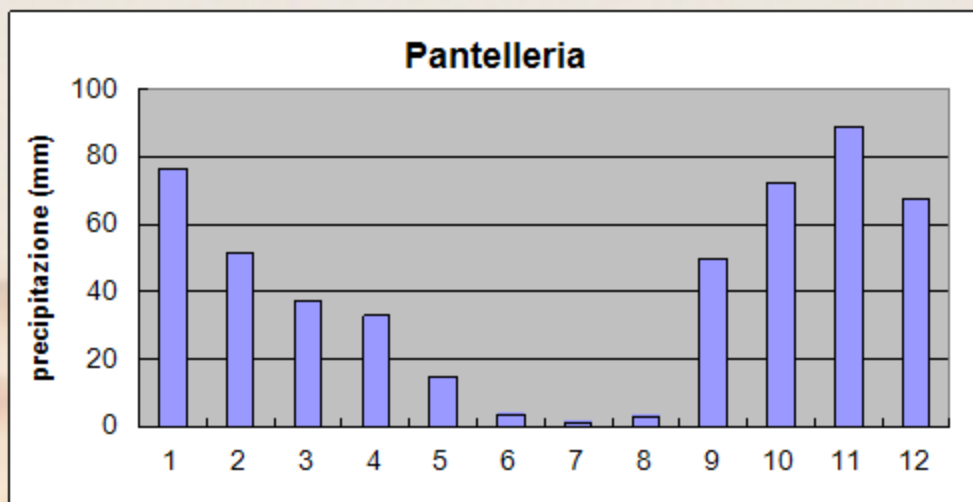
(foto Massimo Brambilla)

Regime precipitativo



Fonte: MétéoFrance

(http://climat.meteofrance.com/chgt_climat2/climat_france?89461.path=climatstationn%252F51183001)



Fonte: Serv. Meteorologico

Aeronautica Militare

Atlante climatico 1971-2000

(<http://clima.meteoam.it/downloads.php>)

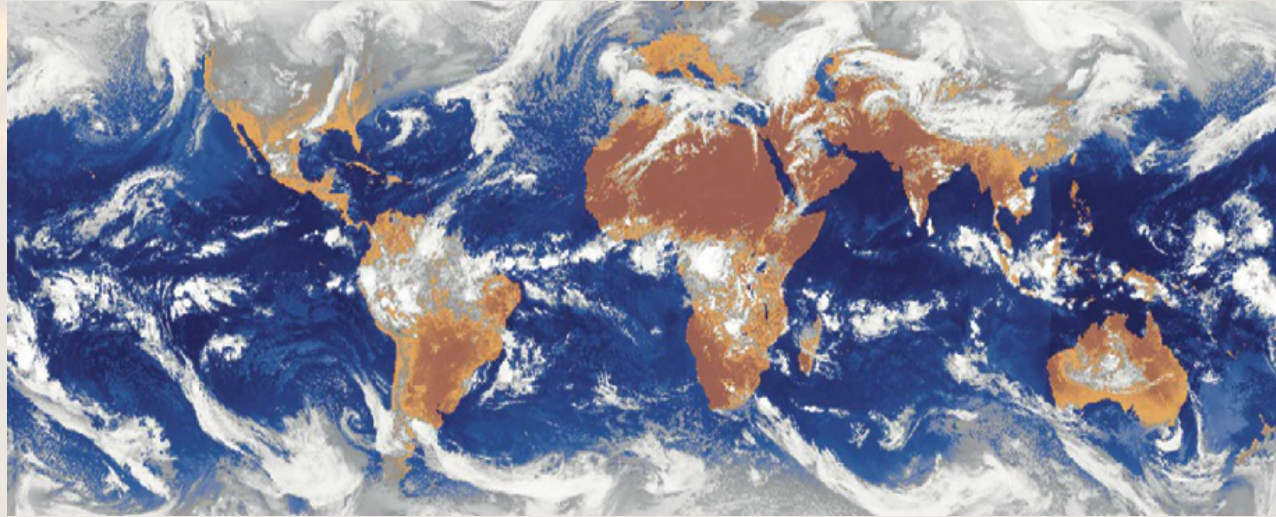
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

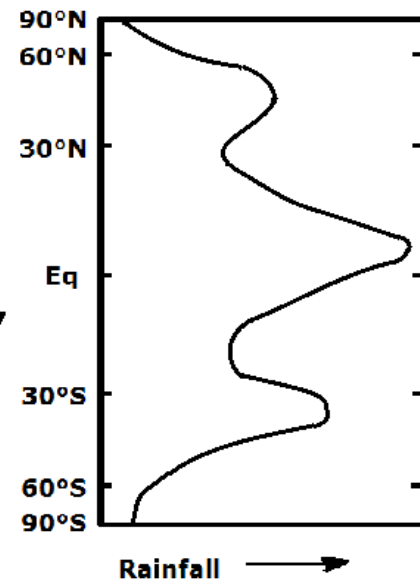
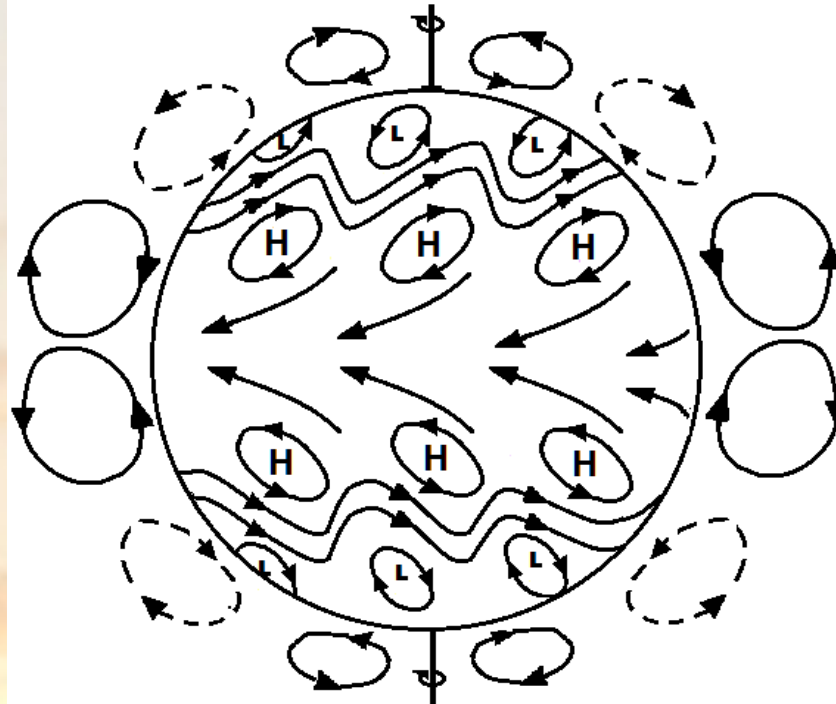
ATA SEQUE DE ZADIGUAT

Clima e circolazione

ore 12 UTC del 29 marzo 2004 -
Composite IR (MeteoFrance e
Japan Meteorological Agency)



Dinamica a 3 celle ->
grandi strutture della
circolazione generale
(ITCZ, alisei,
anticicloni
subtropicali,
westerlies, cicloni
delle latitudini medio-
alte) -> tre grandi
cinture piovose del
pianeta

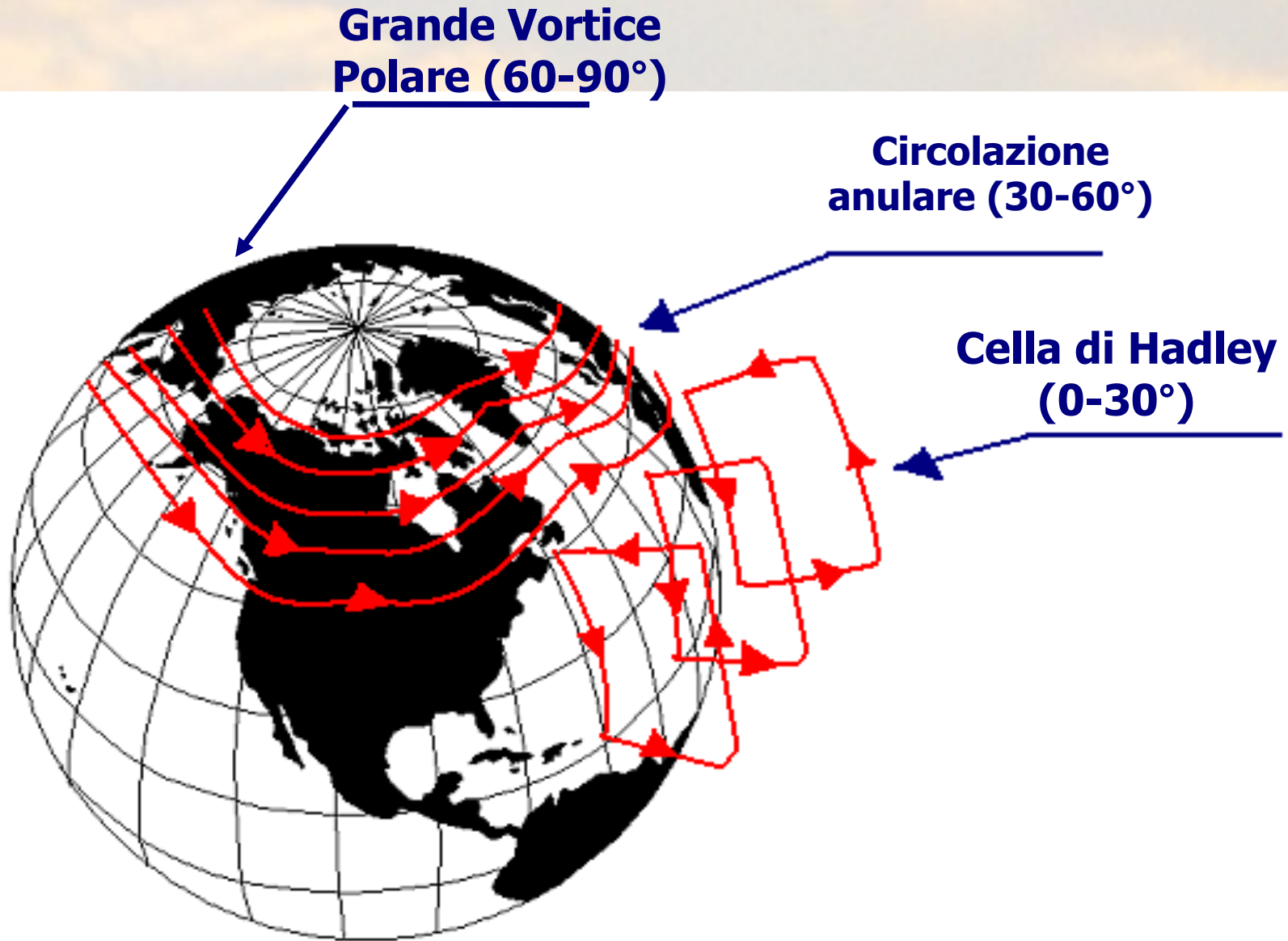


fondazione banfi

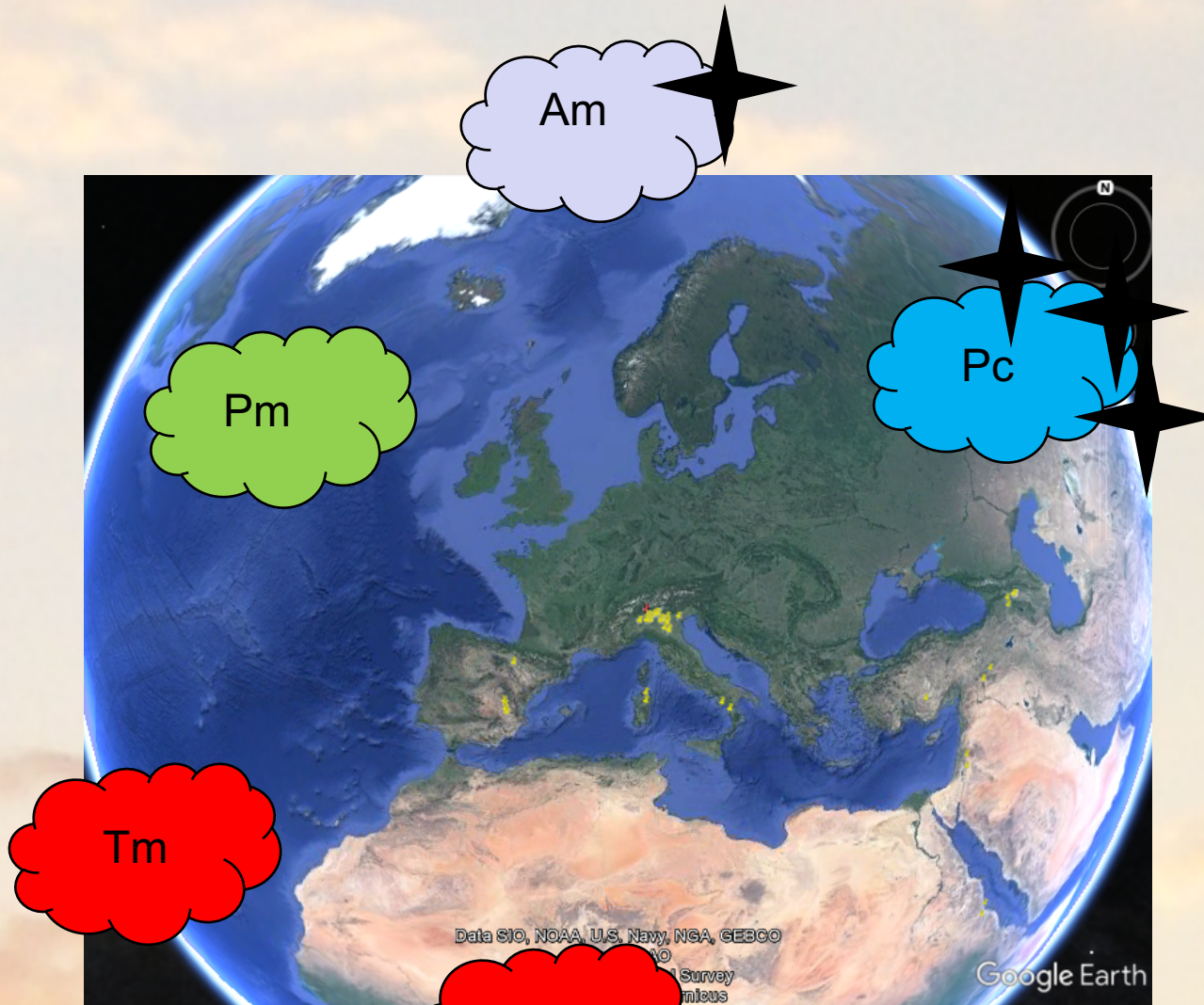
SANGUIS JOVIS

ATA SEUOTS BT. ZAADIOV:27

Circolazione: dall'immagine allo schema



regioni sorgenti di masse d'aria interessanti per l'Italia



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ATA SEUOIS BT. ZKADIOVOT

Oceanico (clima Cfb di Koeppen): in tutte le stagioni dominano le grandi correnti occidentali

Mediterraneo (clima Csa di Koeppen): nel semestre invernale dominano le grandi correnti occidentali, in quello estivo dominano incontrastati gli anticicloni.



Come farsi carico della variabilità alle diverse scale?

Misurandola e osservandola in azienda

Quantificandola

Traducendola in decisioni in vigneto e cantina



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Stazione meteorologica aziendale



SCHEDA DELLE OSSERVAZIONI

Località.....data.....osservatore.....

		ore	ore	ore	
sensoriali	1	Copertura cielo			
	2	Tempo presente			
	3	Genere nubi			
	4	Carattere nubi			
	5	Tipo nubi			
	6	Distribuzione spaziale			
	7	Intensità precipitazione			
	8	Stato del suolo			
	9	Visibilità			
	10	Localizzazione schiarite			
strumentali	11	Pressione atmosferica (hPa)			
	12	Vento vel.(km/h)-direzione			
	13	Temperatura (°C)			
	14	Umidità relativa (%)			
	15	Precipitazione (mm)			
	16	Altezza neve fresca (cm)			

LEGENDA

1 - Copertura cielo 0/8=sereno;1/8=poco nuvoloso;2-4/8=nuvoloso;5-6/8=molto nuvoloso;7/8 =molto nuvoloso;8/8=coperto;9/8=invisibile;

2 - Tempo presente 00=nessuno; 07=rugiada; 08=brina; 09=aria limpida (ventoso); 10=foschia; 17=temporale senza precipitazioni; 40=nebbia; 50=piovigGINE; 60=pioggia; 68=pioggia e neve; 70=neve; 77=nevischio; 80=rovescio; 89=grandine; 90=temporale con precipitazione;

3 - Genere nubi Ci=cirri; Cc=cirrocumuli; Cs=cirrostrati; Ac=altocumuli; As= alto-strati; Ns=nem-bostrati; Sc= stratocumuli; St=strati; Cu=cumuli; Cb=cumulonembi.

4 - Carattere prevalente nubi 1 =stratiforme; 2=cumuliforme; 3= stratiforme e cumuliforme

5 - Tipo prevalente nubi 1 =sottili; 2=medie; 3=spesse

6 - Distribuzione spaziale nubi 1=localizzate; 2=diffuse;

7 - Intensità precipitazione 1=debole;2=moderata;3=forte

8 - Stato del suolo 1 =asciutto; 2=umido; 3=bagnato; 4=innevato; 5=gelato

9 - Visibilità 1= <di 1 km; 2=1 - 5 km; 3= 5 - 10 km; 4=10 - 60 km; 5= >60 km

10- Localizzazione schiarite N,NW,W,SW,S,SE,E,NE

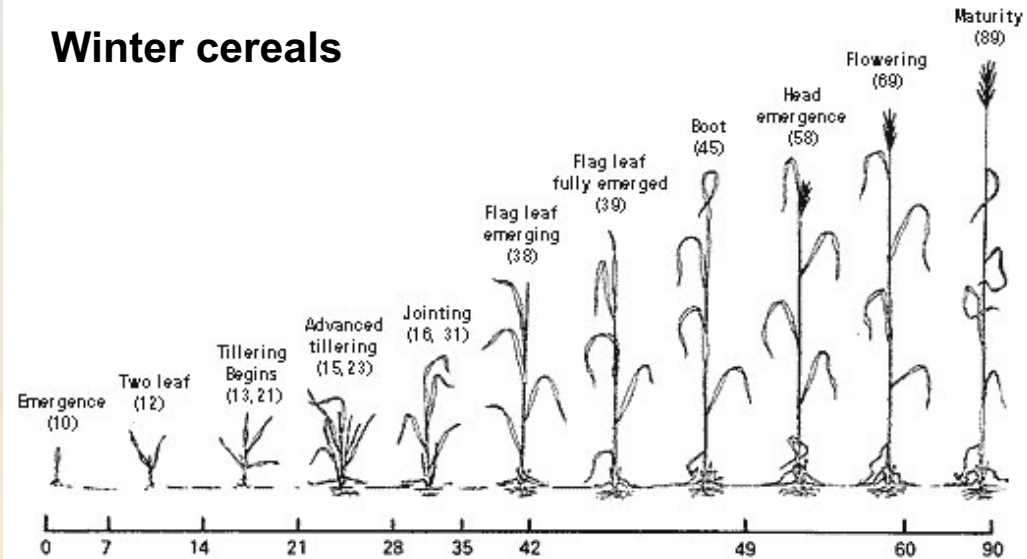
12 - Vento (forza e direz.) 1= calma 2=debole 3=moderato 4=forte da N,NW,W,SW,S,SE, E,NE

Osservazioni fenologiche

Grapevine



Winter cereals



La vite come essere vivente

La vite è un organismo autotrofo fotosintetizzante che dipende dalla radiazione solare per la sua produzione.

La fotosintesi utilizza CO_2 e acqua per produrre glucosio che poi verrà trasformato nella vasta gamma molecole che compongono la pianta tramite processi biochimici complessi e fortemente dipendenti dalla temperatura. Si giunge così ad una **produzione potenziale che si traduce in produzione finale** dopo essere stata decurtata dalle limitazioni radiative, idriche, termiche, nutrizionali (a loro volta assai sensibili alla temperatura), da parassiti e patogeni (a loro volta influenzate da temperatura, umidità, pioggia e bagnatura fogliare), da malerbe (alloro volta influenzate dall'intera gamma di variabili atmosferiche). Da questo schema emerge la centralità delle variabili meteo-climatiche per la vite e la produzione della vite.

Si noti anche che luce solare e CO_2 giungono alla pianta attraverso le foglie mentre l'acqua e i nutrienti sono acquisiti tramite le radici, il che impone sia di aver cura dell'apparato fogliare (**visione fillocentrica**) sia di favorire l'esplorazione delle radici di grandi volumi di suolo (**visione rizocentrica**).



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DI ENOLOGIA

Vite come sistema

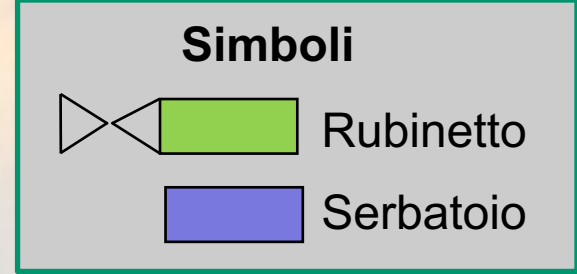


Vite= essere vivente autotrofo

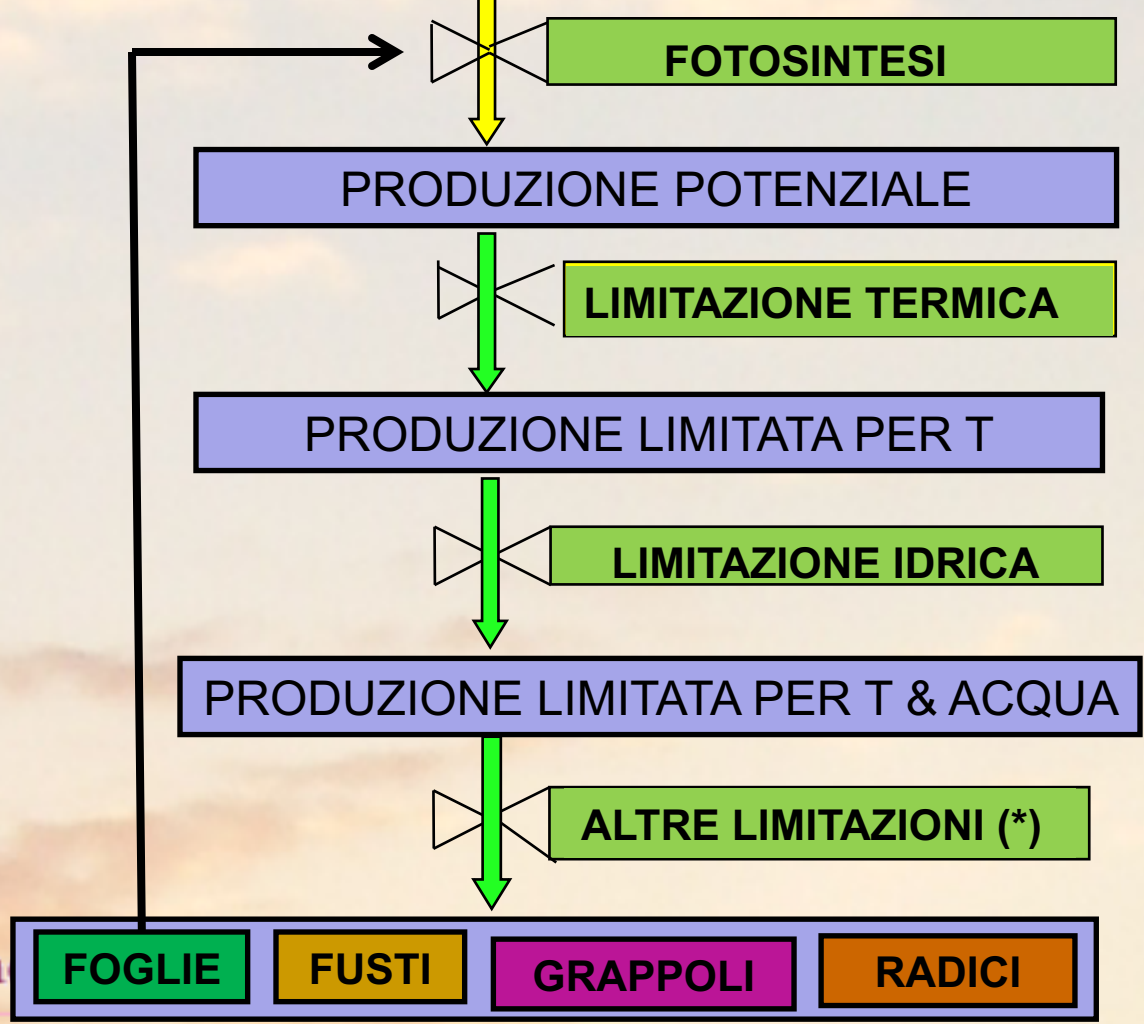
1. **Sole** come fonte di energia
2. **Fotosintesi** come processo che trasforma la radiazione in energia di legame chimico della sostanza organica prodotta a partire da CO₂ e H₂O
3. **Organi di accumulo** della sostanza organica (foglie, fusto, radici, organi di riserva)

fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
NITX SEUOTS DT. ZKADIOV:3F



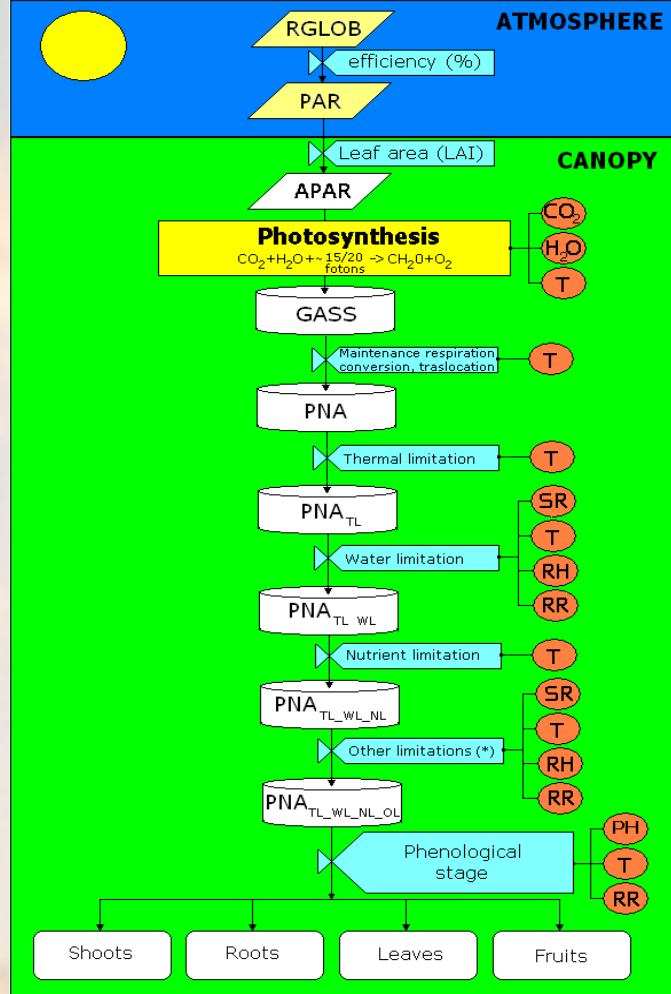
RUE= 2,4 g di CH₂O per MJ di PAR



(*) limitazioni nutrizionali, da parassiti, patogeni, malerbe, ecc.

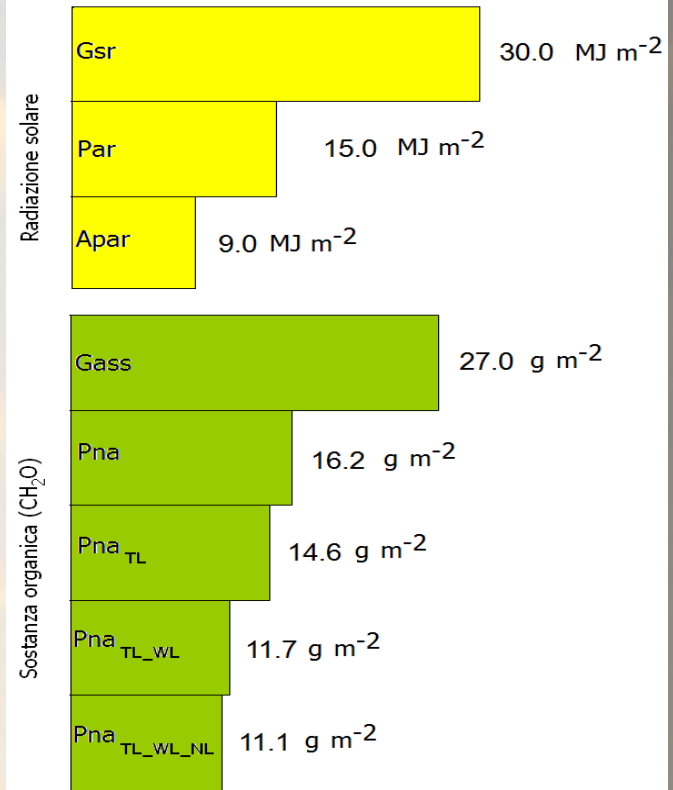
fon

SANGUIS JOVIS



1 m² di vigneto
1 luglio - tempo stabile e soleggiato

PAR intercettata dalla canopy=60%
RUE=3 g MJ⁻¹
Perdite di traslocaz. e respiraz. di mantenimento=40%
Limitazioni: TL=20%; WL=10%; NL=5%



RG=radiazione solare globale, T=temperatura, RH=umidità relativa, RR=precipitazione

BIBLIOGRAFIA

Mariani L., 2017. Carbon plants nutrition and global food security, Eur. Phys. J. Plus (2017) 132 : 69

Salinari F, Mariani L, Poni S, Cola G, Bettati T, Diago M P, Tardaguila J, Oliveira M (2014). Development of a water stress alert system embedded in a DSS for integrated vineyard management, ISHS Acta Horticulturae 1038: VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops.

- Cola G, Mariani L, Salinari F, Civardi S, Bernizzoni M, Gatti M, Poni S (2014). Description and testing of a weather-based model for predicting phenology, canopy development and source–sink balance in vitis vinifera L. cv. Barbera, Agricultural and Forest Meteorology, 184 (2014) 117–136

Importanza della climatologia storica (1540-1590-1760)

L'analisi di frequenza e intensità degli eventi siccitosi in Italia centro-Meridionale per periodo 1581-2007 mostra durante la PEG una decisa tendenza del clima a collocarsi su livelli estremi (o molto piovosi o molto siccitosi) con una minor frequenza di condizioni intermedie fra i due estremi rispetto all'attualità (Bellocchi e Diodato, 2011).

1590: *"Le distemperate stagioni del 1589 e l'estrema siccità dell'estate del 1590 fecero rinnovare la carestia che durò in tutta Italia otto anni, ma che toccò il massimo nel 1590 e 1591 in cui oltre ogni credere fu crudelissima."* (Santi, 1895; Targioni Tozzetti, 1767)

1540: la siccità durò 11 mesi e colpì l'intera Europa. Nel Nord Italia non piovve da novembre 1539 a metà aprile 1540 e una fortissima carenza di piogge si registrò anche sul versante Nord delle Alpi, tanto che Reno ed Elba ebbero un calo nella portata del 90%, un record da allora mai più superato (Wetter et al., 2014)

Bellocchi e Diodato, 2011. "Historical Perspective of Drought Response in Mediterranean Italy", Climate research, ottobre

Santi V., 1895 L'Appennino Modenese descritto ed illustrato.

Giovanni Targioni Tozzetti, 1767. Cronica meteorologica della Toscana per il tratto degli ultimi sei Secoli relativa principalmente all'Agricoltura (Alimurgia, pt. III). Wetter et al., 2014. The year-long unprecedented European heat and drought of 1540 – a worst case. Climatic Change 125:349-363

Risposta della vite alle diverse variabili - curve di risposta

Modo per descrivere in termini quantitativi gli effetti delle diverse risorse sulla produzione della vite.

Effetto dei nutrienti -> Legge di Mischelrich

Effetto della temperatura -> Ore normali di caldo o di freddo

Effetto dell'acqua -> curva di risposta specifica

Effetto dei patogeni fungini, dei parassiti, delle malerbe, ecc. -> curve di risposta specifiche



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
VITAE SEQUITUR DEUM. 2000/10/10/10/10

Esigenze termiche

Temperature cardinali e critiche

Quali cumuli sono necessari (approccio a GDD o a unità di caldo)

Quale lunghezza per la stagione di crescita

Quale problema per le basse temperature (effetti acuti e cronici)

Il freddo come risorsa (unità di freddo)

Domande a latere:

- viticoltura di montagna e limiti altitudinali



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SERRA S.P.A. ZAVATTOVINO