

# Evoluzione del clima

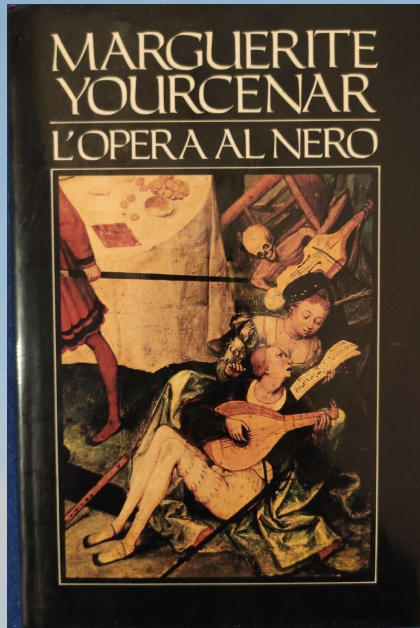
Luigi Mariani



# Le mie 10 pubblicazioni scientifiche più recenti (agrometeorologia, climatologia applicata, paleoclimatologia...)

- Alimonti G, Mariani L. (2023). **Is the number of global natural disasters increasing?**, Environmental Hazards, <https://doi.org/10.1080/17477891.2023.2239807>
- Colangelo, G.; Sanesi, G.; Mariani, L. et al 2022. **Circulation Weather Type Analysis of Urban Effects on Daily Thermal Range for Milan (Italy)**. Atmosphere, 2022, 13, 1529. <https://doi.org/10.3390/atmos13091529>
- Mariani L. Ferrero A. Cola G (2021). **The evolution of cereal yields in Italy over the last 150 years: The peculiar case of rice**, Agronomy Journal, May 2021, <https://doi.org/10.1002/agj2.20710>
- Bononi F., Tateo F., Failla O., Quaglia G., 2020. **Meteorological Based Modeling of  $\delta^{18}O$  Values for Wines with the "Prosecco" Controlled Designation of Origin**, American Journal of Enology and Viticulture
- Pasquali S., Mariani L. et al., 2020. **Development and calibration of a model for the potential establishment and impact of Aedes albopictus in Europe**, Acta Tropica 202 (2020) 105228
- Cola G., Mariani L., Toscano S., Romano D., Ferrante A. (2020). **Comparison of Greenhouse Energy Requirements for Rose Cultivation in Europe and North Africa**, Agronomy 2020, 10, 422; doi:10.3390/agronomy10030422
- Cola G., Mariani L., Magradze D., Failla O., 2019. **Changes in thermal resources and limitations for Georgian viticulture**, Australian Journal of Viticulture, doi: 10.1111/ajgw.12412
- Ferrante A., Mariani L., 2018. **Agronomic Management for Enhancing Plant Tolerance to Abiotic Stresses: High and Low Values of Temperature, Light Intensity, and Relative Humidity**, Horticulturae 2018, 4, 21; doi:10.3390/horticulturae4030021
- Mariani L., Cola G., Maghradze D., Failla O., Zavatti F., 2018. **Influence of climate cycles on grapevine domestication and ancient migrations in Eurasia**, Science of the Total Environment 635 (2018) 1240–1254
- Parisi S.G., Cola G., Gilioli G., Mariani L., 2018. **Modeling and improving Ethiopian pasture systems**, Int J Biometeorol <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1492-0>

# La riflessione di Zenone (M. Yourcenar, opera al nero)



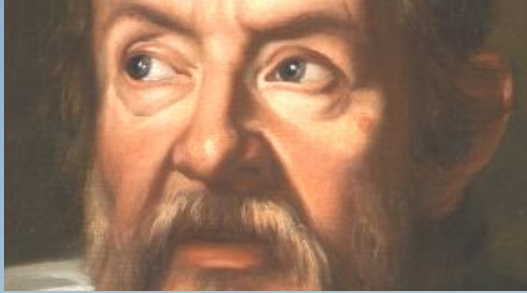
*“So che non so quel che non so; invidio coloro che sapranno di più, ma so che anch'essi, come me, dovranno misurare, pesare, dedurre e diffidare delle deduzioni ottenute, stabilire nell'errore la parte di vero e tener conto nel vero dell'eterna presenza di falso.”*



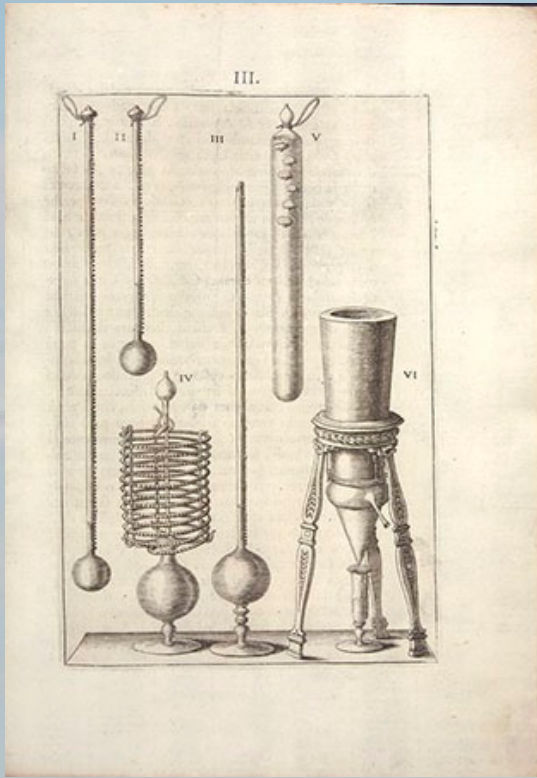
In questa frase si coglie tutta la limitatezza della scienza galileiana, che poi è anche al sua forza... Per dirla con il prof. Edoardo Boncinelli (*La farfalla e la crisalide*), la scienza galileiana nasce da un grande atto di umiltà: lo scienziato assume la realtà come pietra di paragone e usa schemi (modelli) per interpretarla.



# Galileo Galilei come riferimento costante



**Galileo:** padre della meteorologia moderna perché la sua scuola inventa gli strumenti per misurare i fenomeni atmosferici (termometro, pluviometro, barometro ed evaporimetro).



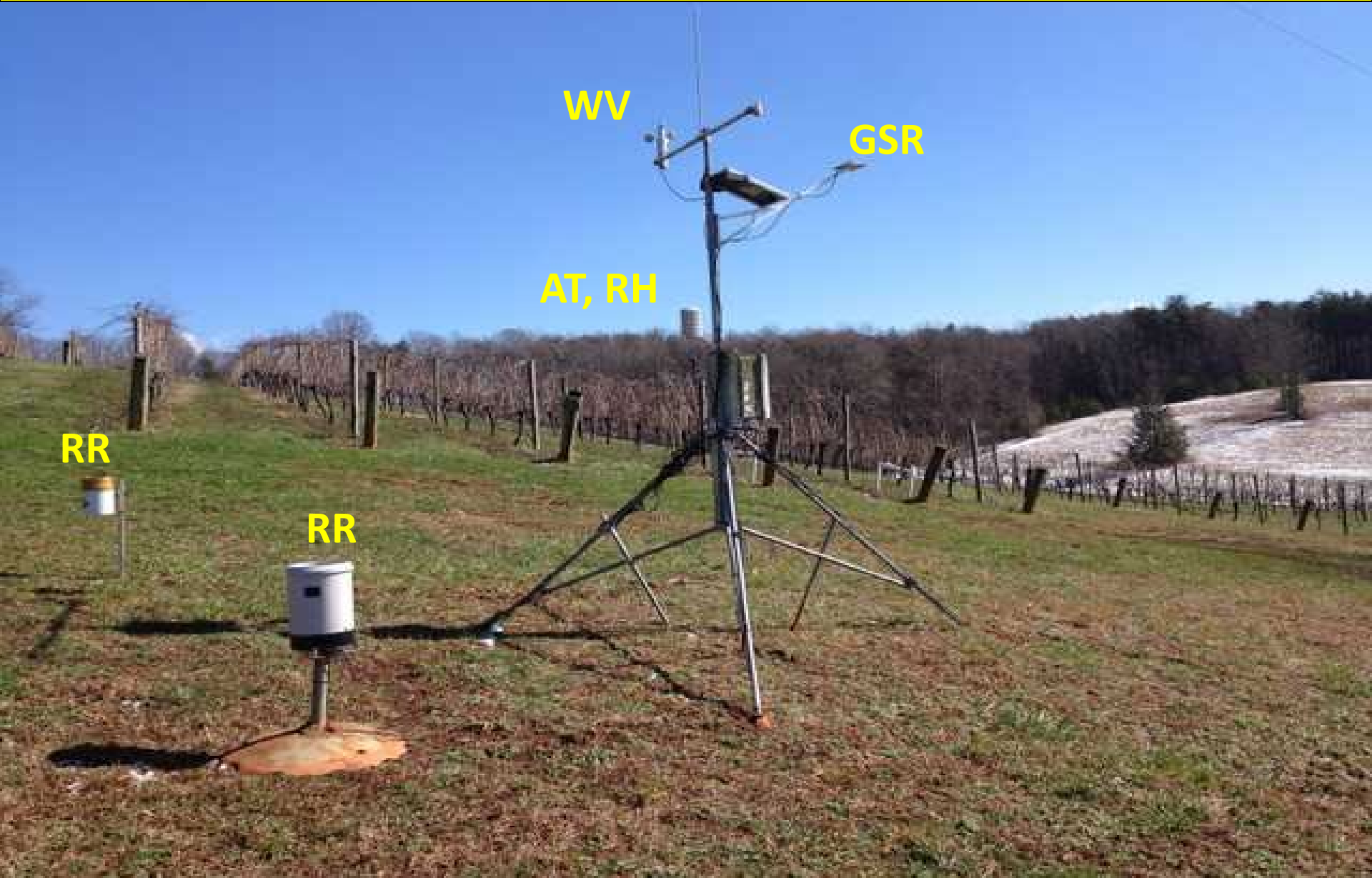
**Lettera al gesuita Pietro Dini del 21 maggio 1611:**  
*“i primi inventori trovarono et acquistarono le cognizioni più eccellenti delle cose naturali e divine con gli studii e contemplazioni fatte sopra questo gradissimo libro, che essa natura continuamente tiene aperto innanzi a quelli che hanno occhi nella fronte e nel cervello”*

**“occhi sulla fronte” per osservare e “occhi nel cervello” per interpretare!**

An aerial photograph showing a vast, flat landscape, likely a coastal plain or a large field, with scattered white clouds. The sky is a clear, light blue. A horizontal green bar with a black border is overlaid across the middle of the image, containing the text "Le mesure".

**Le mesure**

# Occhi sulla fronte - Misurare Esempio di stazione meteorologica agricola



# Occhi sulla fronte – Misurare con giudizio... non con pregiudizio



La stazione meteorologica universitaria di Stoccolma rilevò temperature record nell'estate 2018

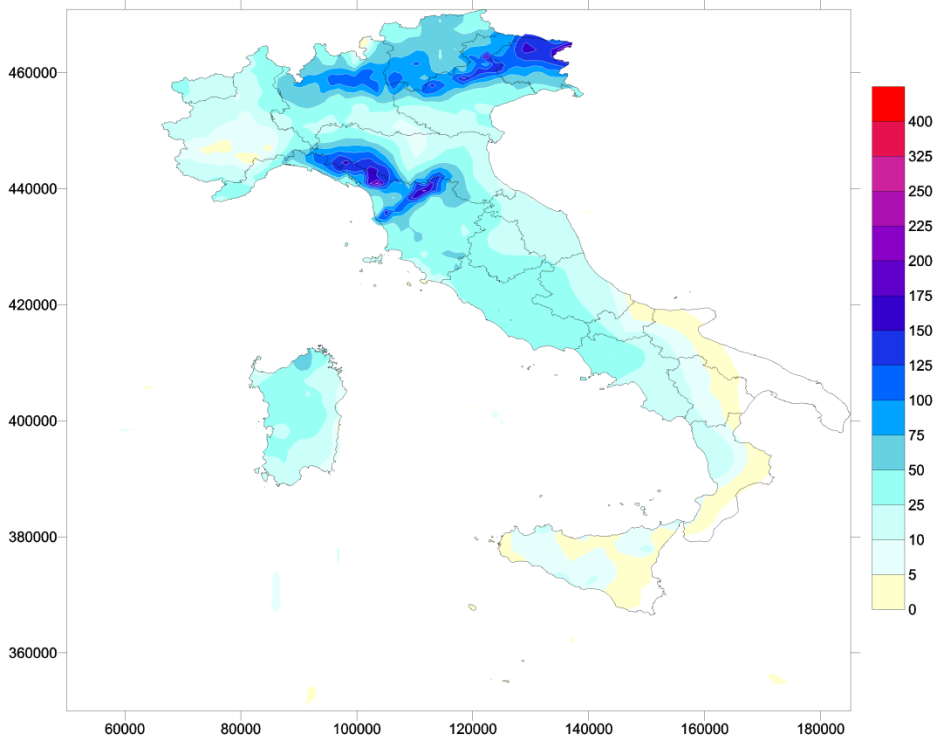
Fu vero record ? A mio avviso no

Tuttavia la notizia intanto fece il giro del mondo e fu diffusa acriticamente dai grandi media.

# Occhi nel cervello - confronto fra due alluvioni

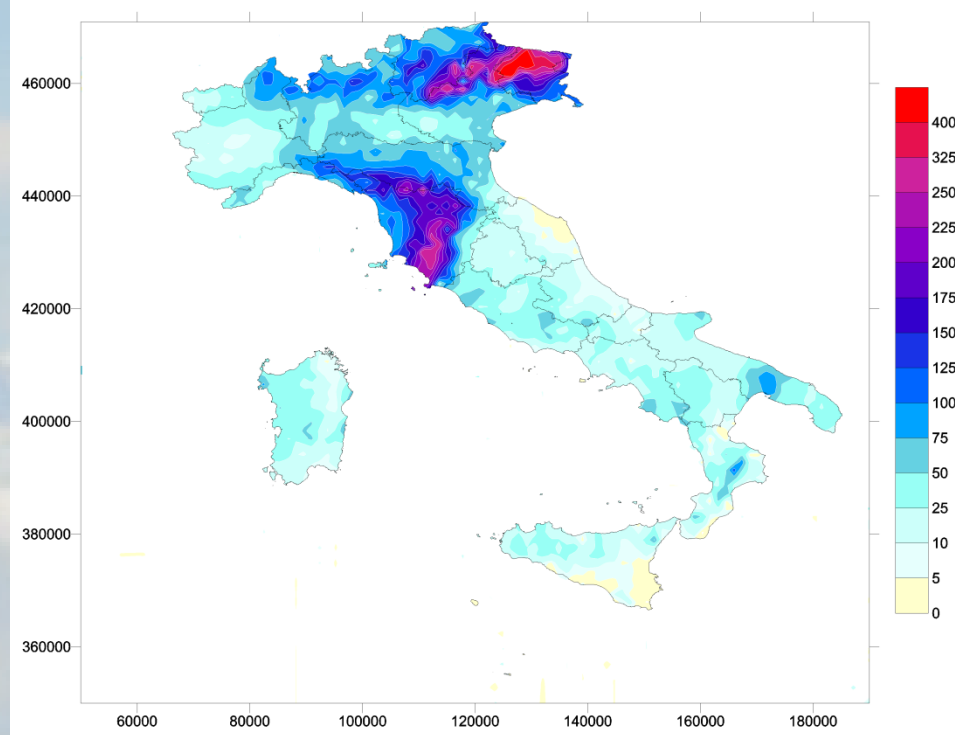
Alluvione di Pisa, Firenze e Prato  
Massimi di 210 mm in 2 giorni  
8 morti

2-3 novembre 2023 - Precipitazioni totali (mm)



Alluvione di Firenze  
Massimi di oltre 400 mm in 2 giorni  
35 morti

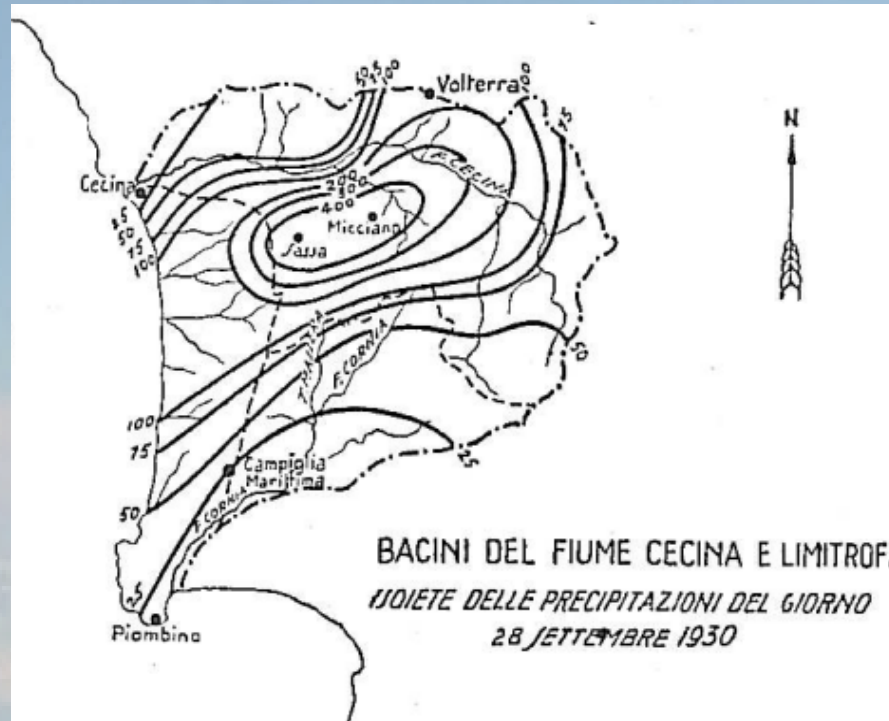
4-5 novembre 1966 - Precipitazioni totali (mm)



Elaborazioni di Luigi Mariani (1 nov. 2023) su dati del Servizio Idrografico e del SIR (Servizio Idrologico regionale della Toscana)



# Bacino del Cecina (LI) – Alluvione del 28 settembre 1930 440 mm in un giorno



“La Domenica del Corriere” – 13 ottobre 1930 –  
esonazione del Fiume Cecina

Fonte: SIR Toscana, 2021. Un secolo di precipitazioni estreme in Toscana,  
[https://www.sir.toscana.it/supports/pdf/precipitazioni/un\\_secolo\\_di\\_precipitazioni\\_estreme.pdf](https://www.sir.toscana.it/supports/pdf/precipitazioni/un_secolo_di_precipitazioni_estreme.pdf)

# Alluvione di Genova del 7 ottobre 1970 (44 morti) 948 mm in 24 ore



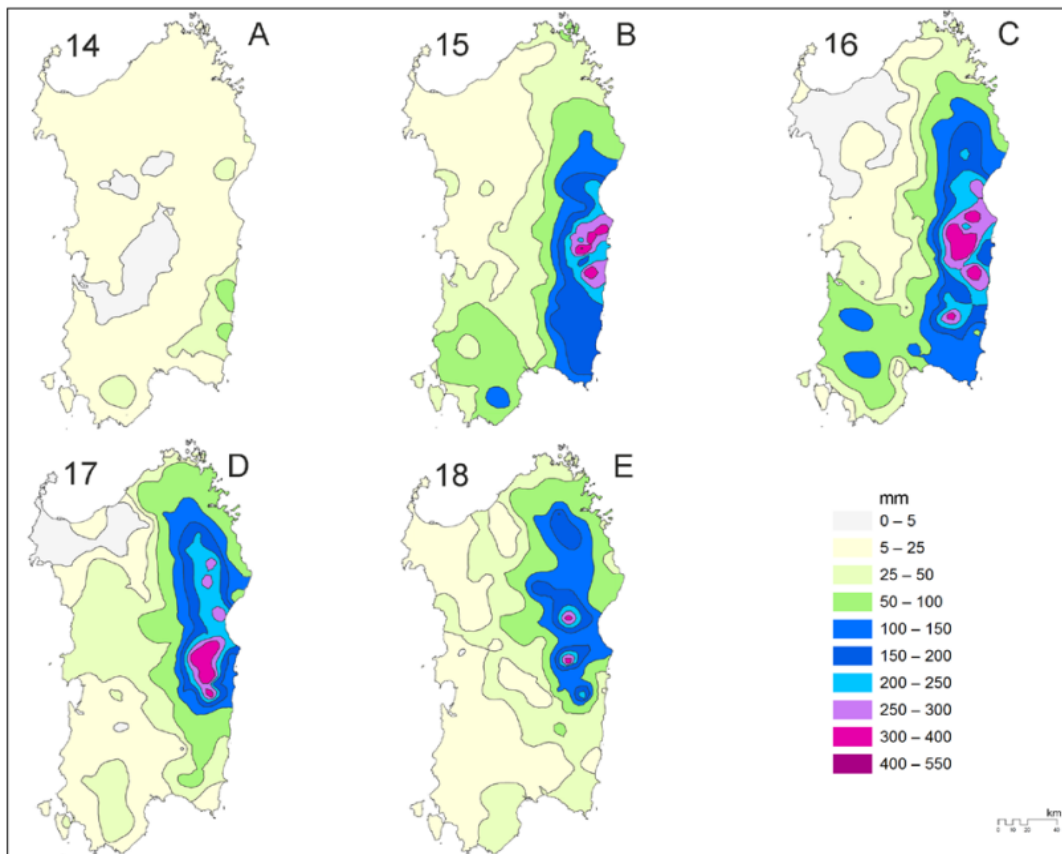
<b>Località</b>	<b>mm in 24 ore</b>
Bolzaneto	948
Valleregia	932
Pontedecimo	749
Monte Cipellino	732
Vallenzona	422
Crocefieschi	401
diga del Brugneto	308

*Fonte dei dati: Lino Cati, 1981. IDROGRAFIA E IDROLOGIA DEL PO - Pubblicazione 19 dell'Ufficio Idrografico del Po. Editore: Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato.*

# L'alluvione di Sicca d'Erba (14-18 ottobre 1951)

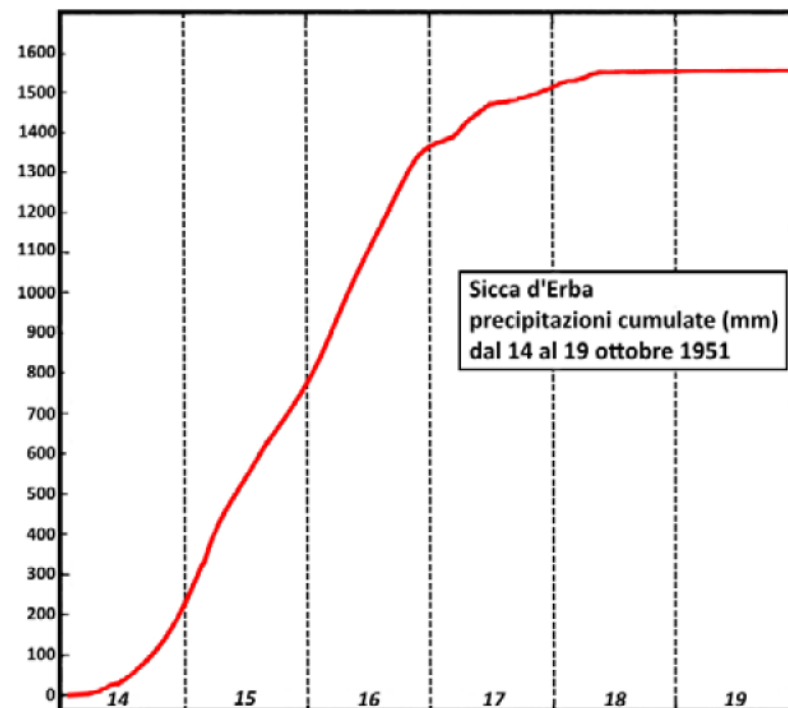
## 1536 mm in 5 giorni

FIGURA 2 – Carte a isoiete degli afflussi giornalieri (mm) dal 14 al 18 ottobre 1951



FONTE: Elaborazione degli Autori

FIGURA 3 – Precipitazioni orarie cumulate a Sicca d'Erba



FONTE: Annali Idrologici, sez. Cagliari, Parte II (rielaborazione dagli Autori)

Pinna S. e Gava M., 2016. *Le piogge alluvionali dell'ottobre 1951 in Sardegna. Considerazioni climatologiche e rappresentazioni cartografiche*,

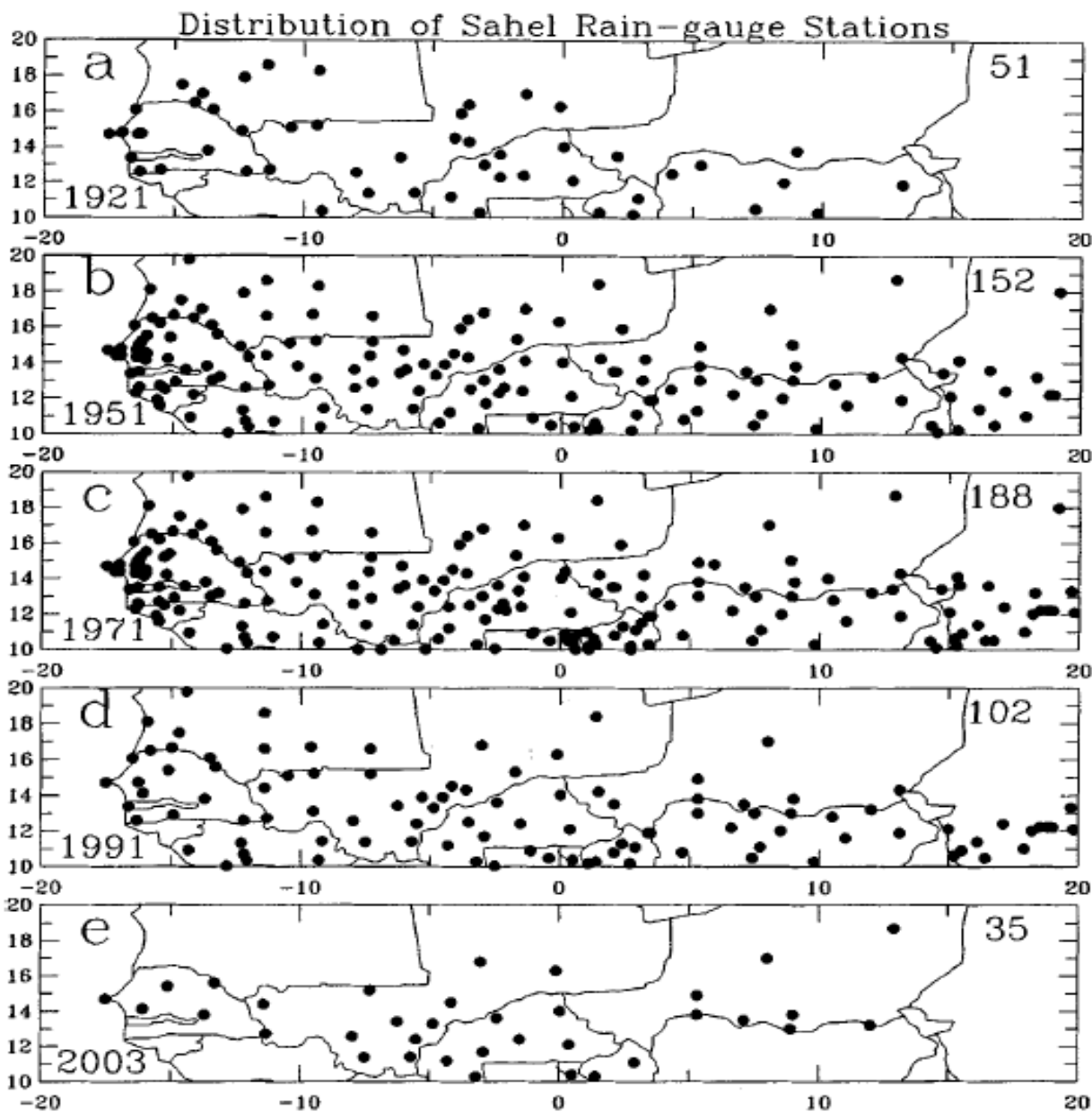
*Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA*, 2016 (157), 72-81

[https://www.researchgate.net/publication/346330361\\_Le\\_piogge\\_alluvionali\\_dell%27ottobre\\_1951\\_in\\_Sardegna\\_Considerazioni\\_climatologiche\\_e\\_rappresentazioni\\_cartografiche](https://www.researchgate.net/publication/346330361_Le_piogge_alluvionali_dell%27ottobre_1951_in_Sardegna_Considerazioni_climatologiche_e_rappresentazioni_cartografiche)

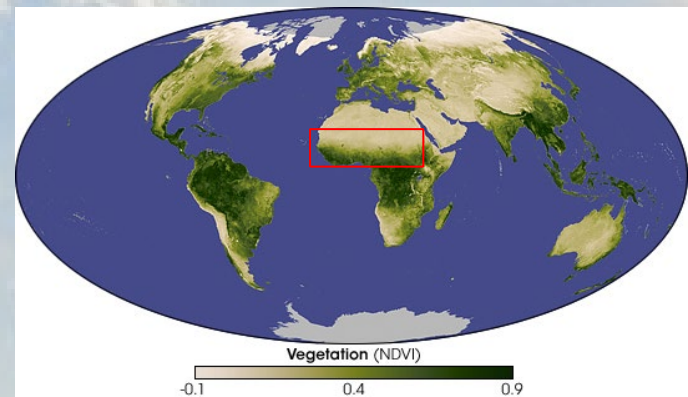


# Precipitazioni – l'enorme problema delle reti di misura

## Il caso del Sahel

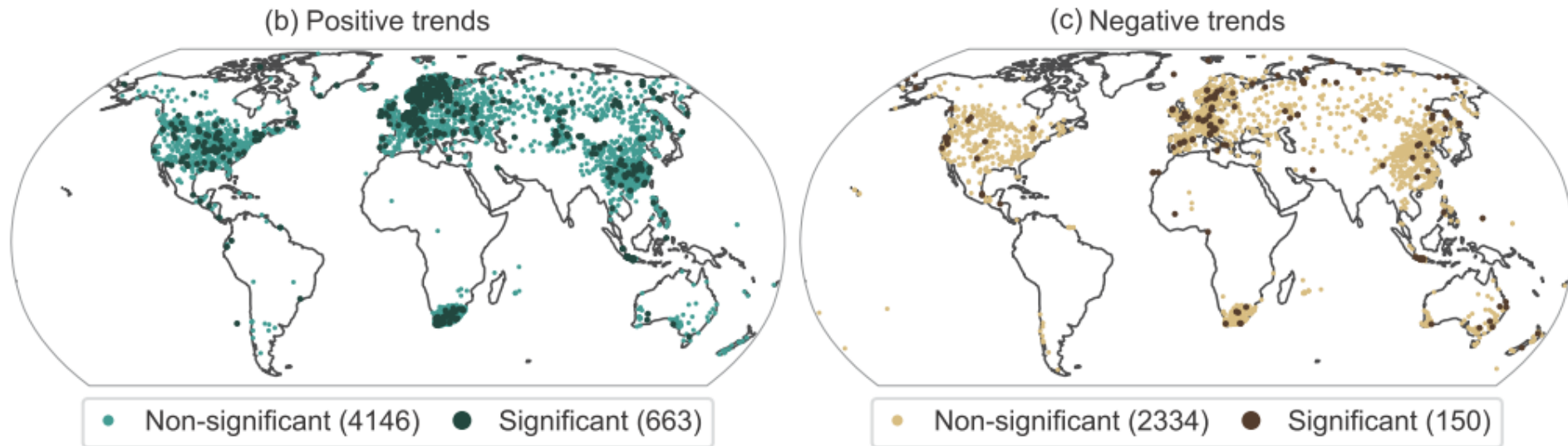


Dai A., Lamb P.J.,  
Trenberth K.E., Hulme M.,  
Jones P.D., Xie P, 2004.  
Comment - the recent  
sahel drought is real. Int. J.  
Climatol. 24: 1323–1331





# Precipitazioni – l'enorme problema delle reti di misura

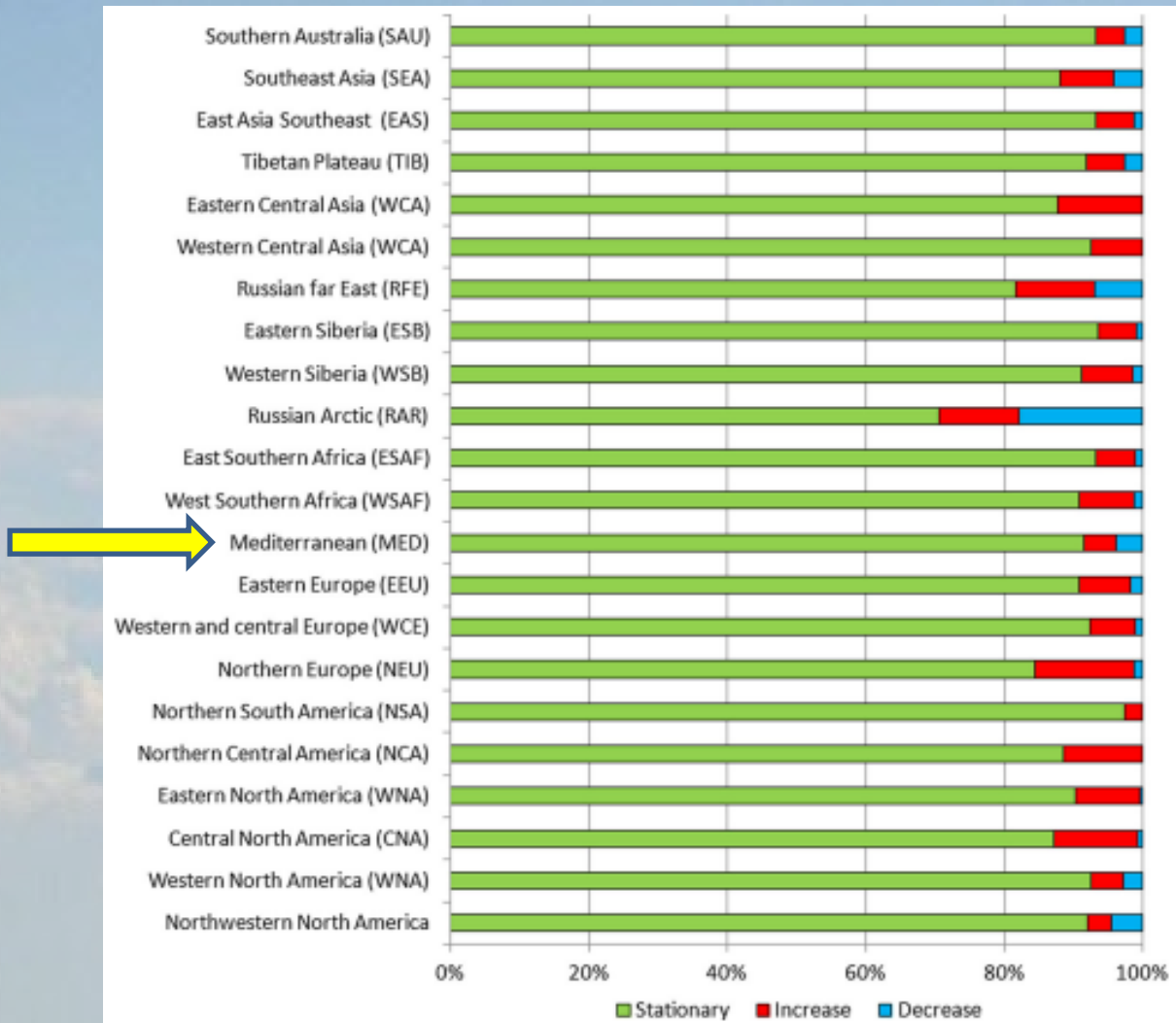


**Figure 11.13 | Signs and significance of the observed trends in annual maximum daily precipitation (Rx1day) during 1950–2018 at 8345 stations with sufficient data.** (a) Percentage of stations with statistically significant trends in Rx1day; green dots show positive trends and brown dots negative trends. Box and 'whisker' plots indicate the expected percentage of stations with significant trends due to chance estimated from 1000 bootstrap realizations under a no-trend null hypothesis. The boxes mark the median, 25th percentile, and 75th percentile. The upper and lower whiskers show the 97.5th and the 2.5th percentiles, respectively. Maps of stations with positive (b) and negative (c) trends. The light colour indicates stations with non-significant trends, and the dark colour stations with significant trends. Significance is determined by a two-tailed test conducted at the 5% level. Adapted from Sun et al. (2021). Figure copyright © American Meteorological Society (used with permission). Further details on data sources and processing are available in the chapter data table (Table 11.SM.9).

## IPCC AR6 cap 11 – p. 1560

Sun Q., Zhang X., Zwiers F., Westra S., Alexander L.V.,., 2021. A Global, Continental, and Regional Analysis of Changes in Extreme Precipitation, *Journal of climate*, n. 34, 243-258. doi: 10.1175/JCLI-D-19-0892.1

# Precipitazioni massime annuali di 1 giorno per 22 macroaree (da Sun et al., 2022)



**Fig. 5** Percentage of stations with stationary, statistically significant increasing and statistically significant decreasing trends in annual maxima of 1-day precipitation based on the Mann–Kendall test during the 1950–2018 period. Processing carried out on data from [32]



**Geophysical Research Letters**

RESEARCH LETTER  
10.1029/2019GL083371

**Key Points:**

- A reconciled data set in Italy allows for a full-scale trend assessment of rainfall extremes.
- A record-breaking analysis suggests that in the last decades the frequency of extremes is slowly, but not significantly, increasing.
- Intensity of extremes displays only local significant trend patterns, compatible with previous studies.

**Supporting Information:**

- Supporting Information S1

**Correspondence to:**  
A. Libertino,  
andrea.libertino@polito.it

**Citation:**  
Libertino, A., Ganora, D., & Claps, P. (2019). Evidence for increasing rainfall extremes remains elusive at large spatial scales: The case of Italy. *Geophysical Research Letters*, 46, 7437–7446. <https://doi.org/10.1029/2019GL083371>

**Evidence for Increasing Rainfall Extremes Remains Elusive at Large Spatial Scales: The Case of Italy**

A. Libertino<sup>1</sup>, D. Ganora<sup>1</sup>, and P. Claps<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Torino, Italy

**Abstract** The widespread perception of an increase in the severity of extreme rainstorms has not found yet clear confirmation in the scientific literature, often showing vastly different results. Especially for short-duration extremes, spatial heterogeneities can affect the outcomes of large-scale trend analyses, providing misleading results dependent on the adopted spatial domain. Based on the availability of a renewed and comprehensive database, the present work assesses the presence of regional trends in the magnitude and frequency of annual rainfall maxima for subdaily durations in Italy. Versions of the Mann-Kendall test and a record-breaking analysis, which considers the spatial correlation, have been adopted for the scope. Significant trends do not appear at the whole-country scale, but distinct patterns of change emerge in smaller domains having homogeneous geographical characteristics. Results of the study underline the importance of a multiscale approach to regional trend analysis and the need of more advanced explanations of localized trends.

**1. Introduction**

Climate change and its impact on the frequency and intensity of extreme rainfall is a debated topic in hydrology. Basically, atmospheric temperature is expected to strongly influence the intensity of extreme rainfall, as warmer air is capable of holding more water than cooler air, following the Clausius-Clapeyron equation

## 5. Conclusions

A spatial analysis of the trends in extreme rainfall for different subdaily durations has been carried out in Italy, as a wide and morphologically complex domain with significant features for the Mediterranean region. The analysis takes into account both the frequency of occurrence of large events and the recorded intensities, aiming to give a comprehensive overview of the evolution of the extreme rainfall regime.

Concerning the frequency, the outcomes show that all the observed trends are nonsignificant, that is, are compatible with the hypothesis of stationary climate. Despite this, a continuous increase in the positive RB anomalies in the last decade emerges. This outcome stresses the importance of deepening the analysis of the “extremes of the extremes” component, to assess if the increased RB anomaly is the hint of a real variation in the extreme rainfall regime or if the test result are partially biased by other external factors (e.g., increases in the accuracy of the measurements).

With regard to the intensities of the events, a clear trend in extreme rainfall magnitude can not be detected at the country-scale. However, local trends in some specific areas are significant for certain durations. These spatial-dependent outcomes underline the importance of exploring different spatiotemporal scales when

An aerial photograph of a vast, flat landscape, possibly a coastal plain or a large field, under a clear blue sky. The terrain is mostly flat and light-colored, with some darker patches. A prominent green horizontal bar runs across the middle of the image, containing the text "I modelli" in black. The sky is a clear, pale blue, and the overall scene is bright and open.

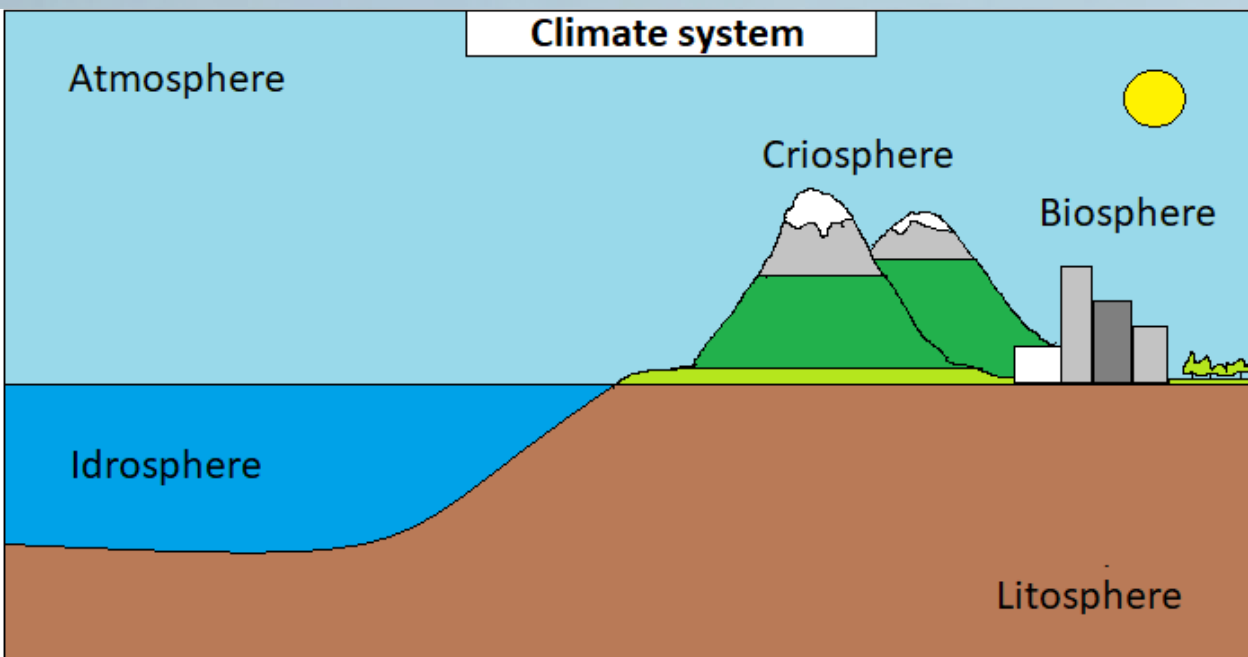
## I modelli



# Occhi nella mente – ragionare in termini sistemici

## Il sistema climatico

**Sistema climatico:** comprende tutto quel che è interno al limite dell'atmosfera terrestre, esseri viventi inclusi.



Prodotti del sistema climatico sono le variabili atmosferiche e di conseguenza:

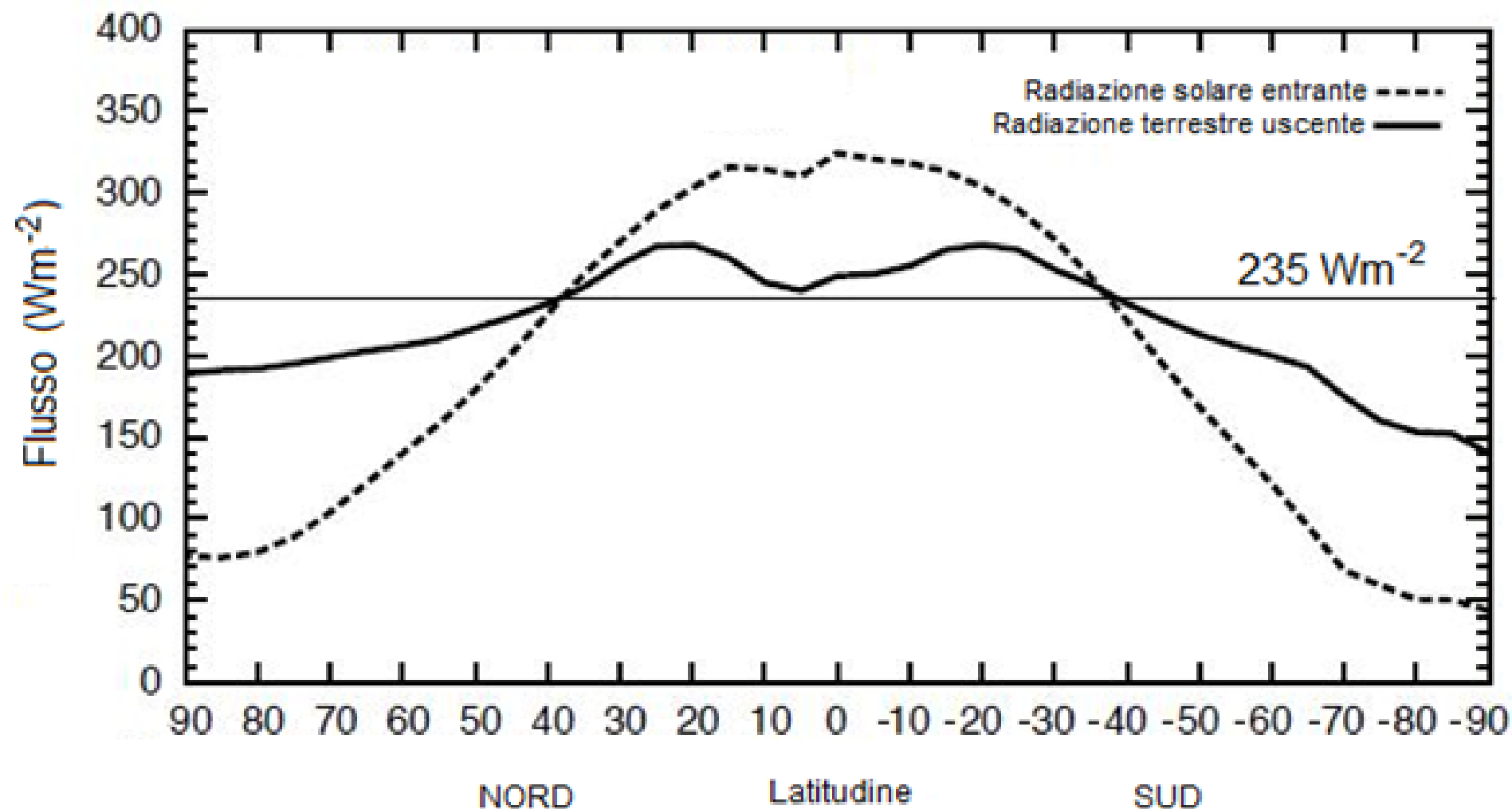
La meteorologia

Il clima

Il cambiamento climatico

# Alle radici del sistema climatico

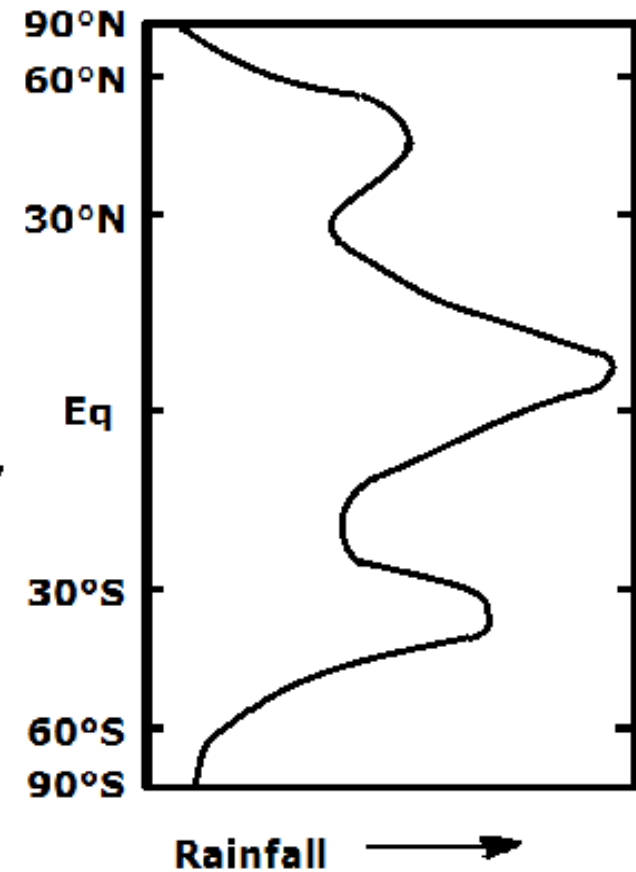
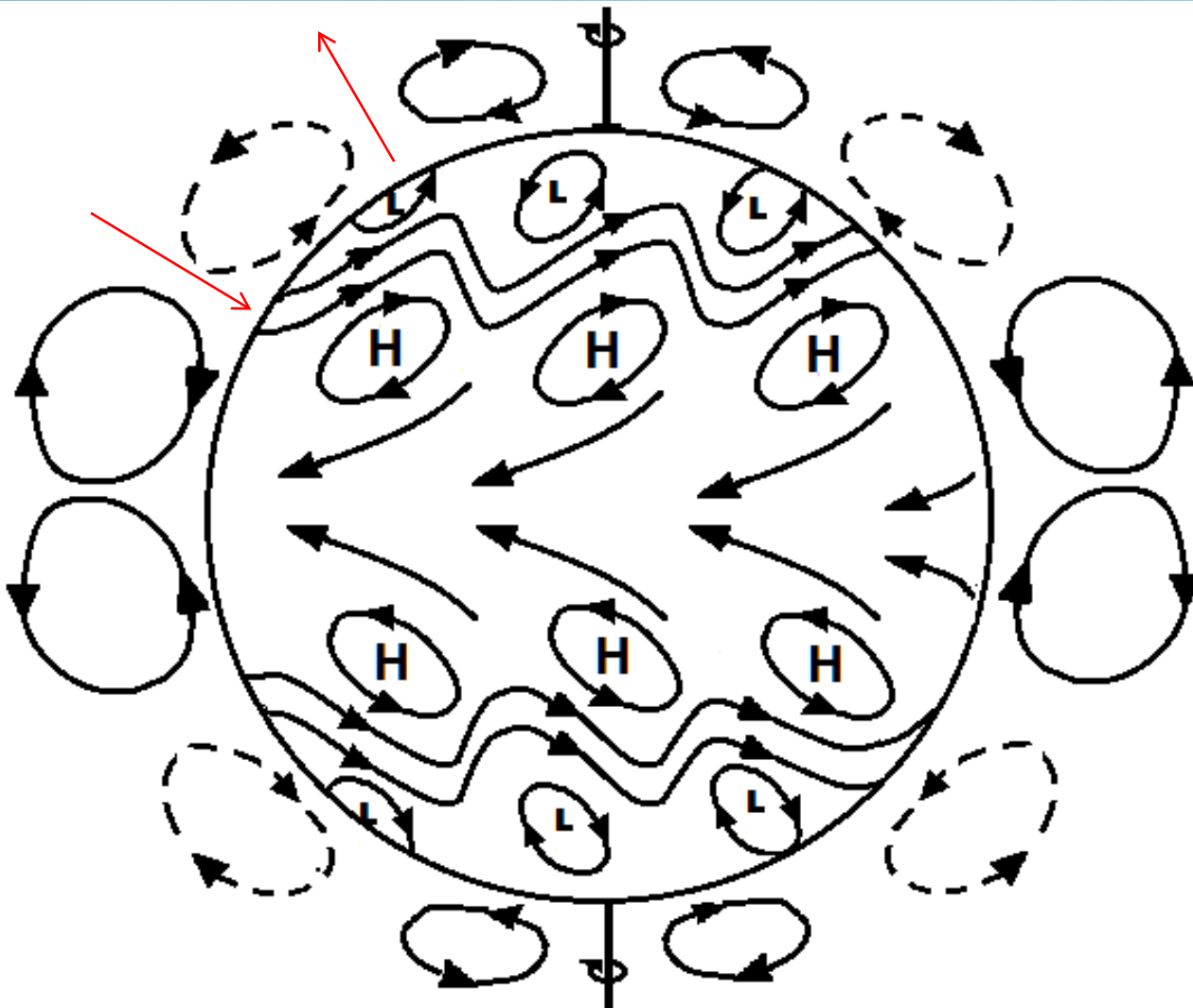
## I flussi radiativi fra la Terra e lo spazio



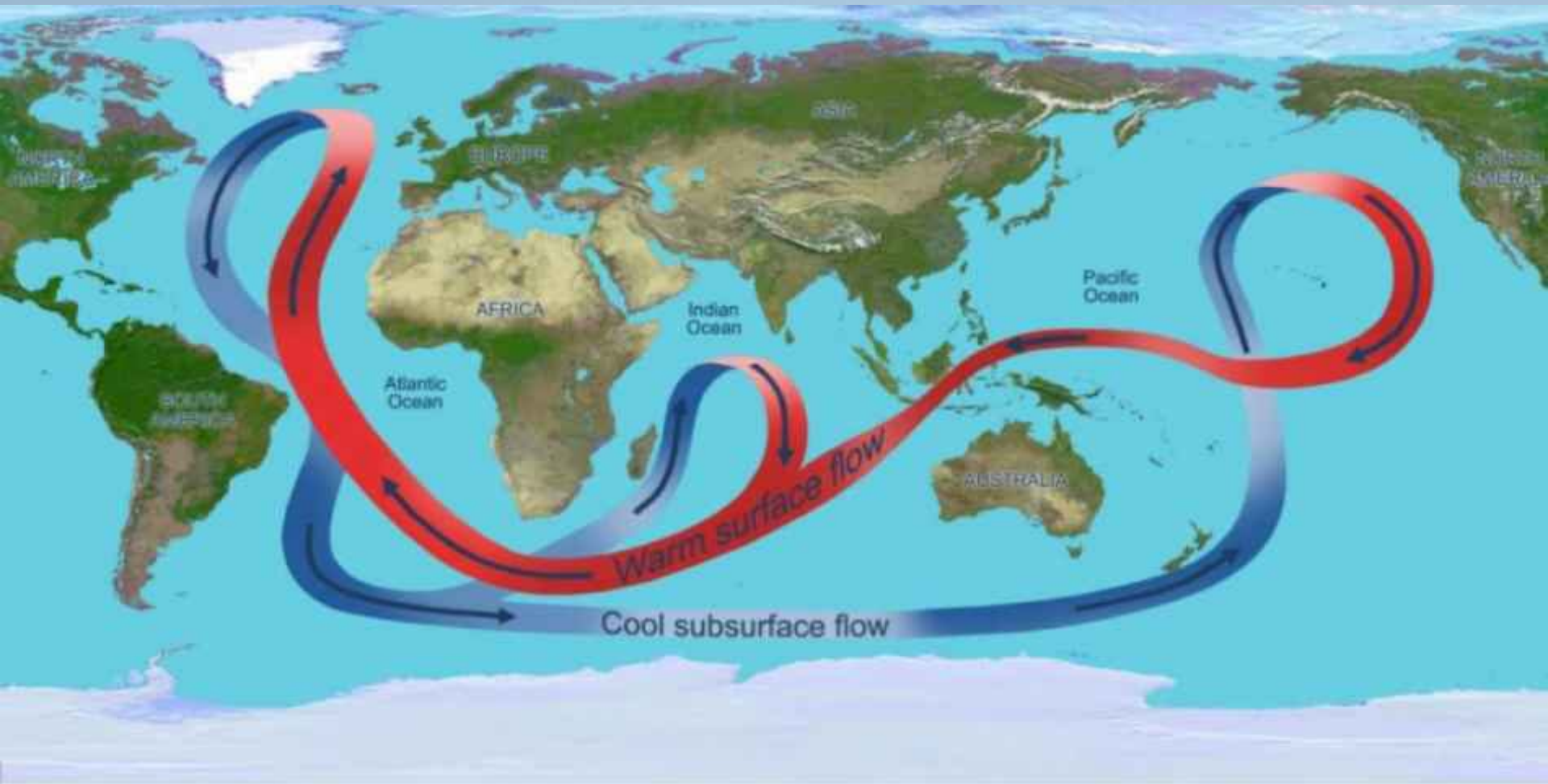
da Houghton D.D. (ed), 1985. Handbook of applied meteorology, Wiley

# Circolazione atmosferica

(80% degli scambi energetici globali equatore-polo)



# Circolazione oceanica (20% degli scambi energetici equatore-polo)



This is a depiction of the global ocean circulation. In the Atlantic Ocean, warm water travels north at the surface, while cooler water travels south at depth. Researchers are studying what controls the strength of this circulation.

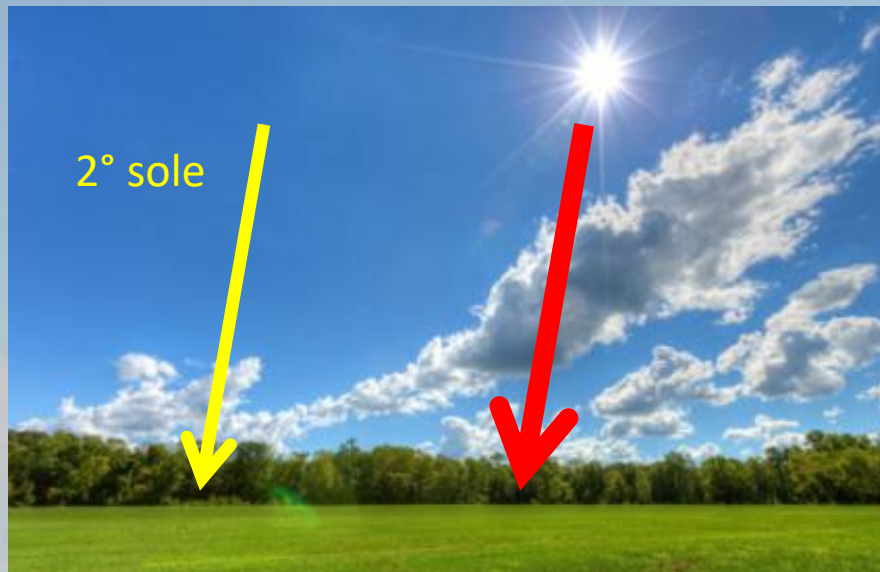
*Credit: NASA*





# Effetto serra

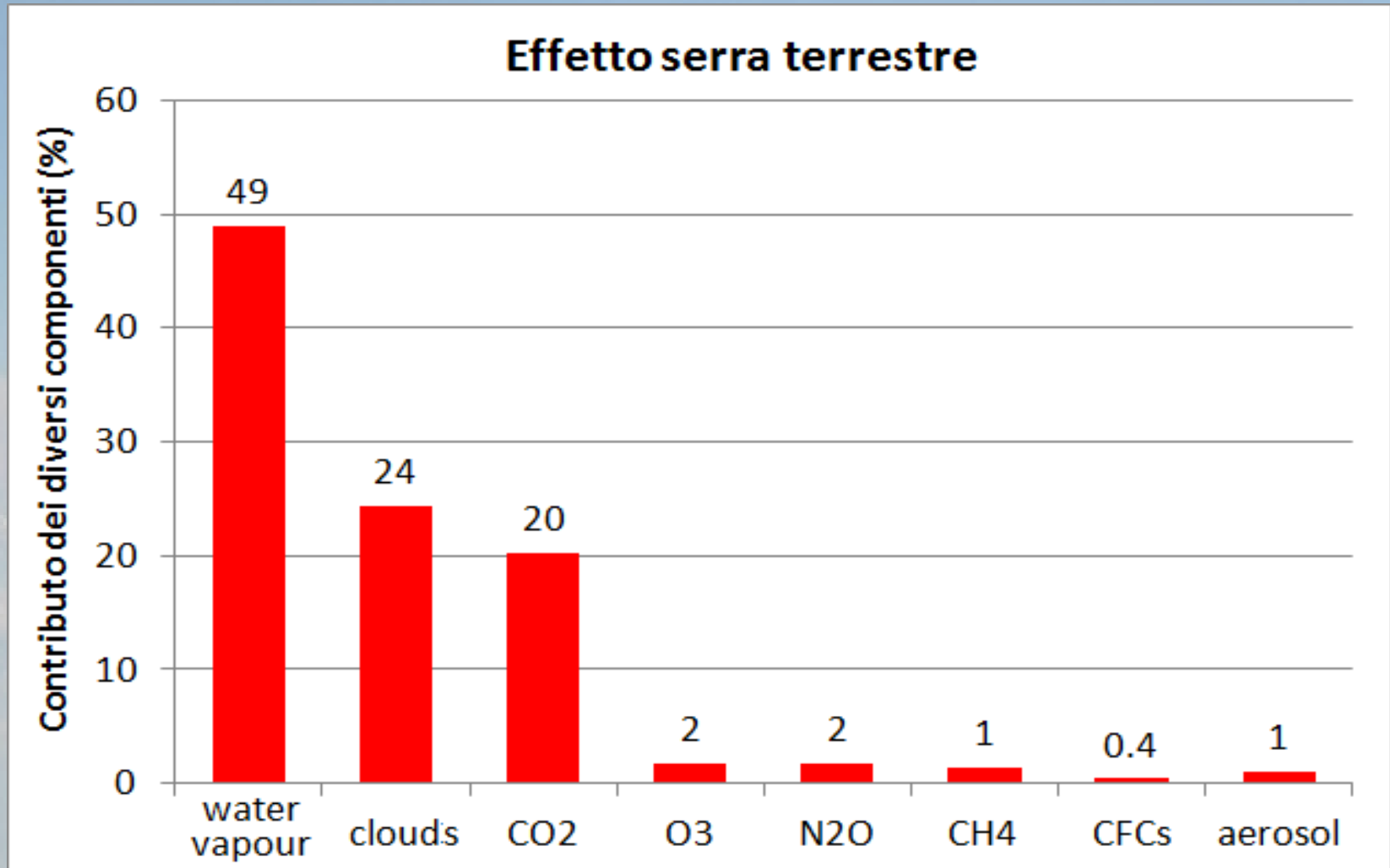
La superficie è riscaldata da due soli: il sole e l'atmosfera



L'atmosfera intrappola i fotoni uscenti dalla superficie del pianeta reirraggiandoli in parte verso terra ed è attiva sia di giorno sia di notte.

**L'effetto serra pesa 33°C.** In sua assenza non vi sarebbe vita nelle forme attuali. Occorre contrastare il potenziamento antropico dell'effetto serra e non il fenomeno in sé...

# Peso dei diversi componenti dell'effetto serra



**Fonte-** 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.

# Effetti della CO<sub>2</sub> e dei feed-back sulle temperature globali

**Peso dell'incremento di CO<sub>2</sub> sulle temperature globali (Ipcc, AR5):**  
Con l'equazione di **Mihre** si ottiene che nel passaggio di CO<sub>2</sub> dai livelli pre-industriali (anno 1750 - 280 ppmv) al raddoppio (560 ppmv, atteso per il 2090 circa) il forcing aumenta di  $4\text{W m}^{-2}$  che applicando la **legge di Stefan-Boltzmann** corrispondono a un aumento di  $1.2^{\circ}\text{C}$  della temperatura media globale.

**Poi ci sono i feed-back** (da vapore acqueo, neve, nubi che dovrebbero portare l'effetto finale al raddoppio a  $+1.5/+4.5^{\circ}\text{C}$  (Charney Report, 1977; IPCC AR5, 2013) con valori più probabili di  $+2/+3^{\circ}\text{C}$  (Sherwood, più volte citato da IPCC AR6, 2022).

**Il feedback più incerto è quello legato alle nubi** nel senso che il pianeta si riscalderebbe se aumenteranno le nubi alte (cirri) mentre si raffredderebbe se aumenteranno le nubi basse (cumuli, strati). Sul futuro delle nubi c'è un'enorme incertezza.

# Le nubi, tallone d'Achille dei modelli climatici globali

“Uncertainties in predicting this radiative feedback from clouds are the largest cause of spread in model predictions of future global warming” (Wang et al., 2021).



Source: NASA – Cumulus humilis and mediocris on the ocean



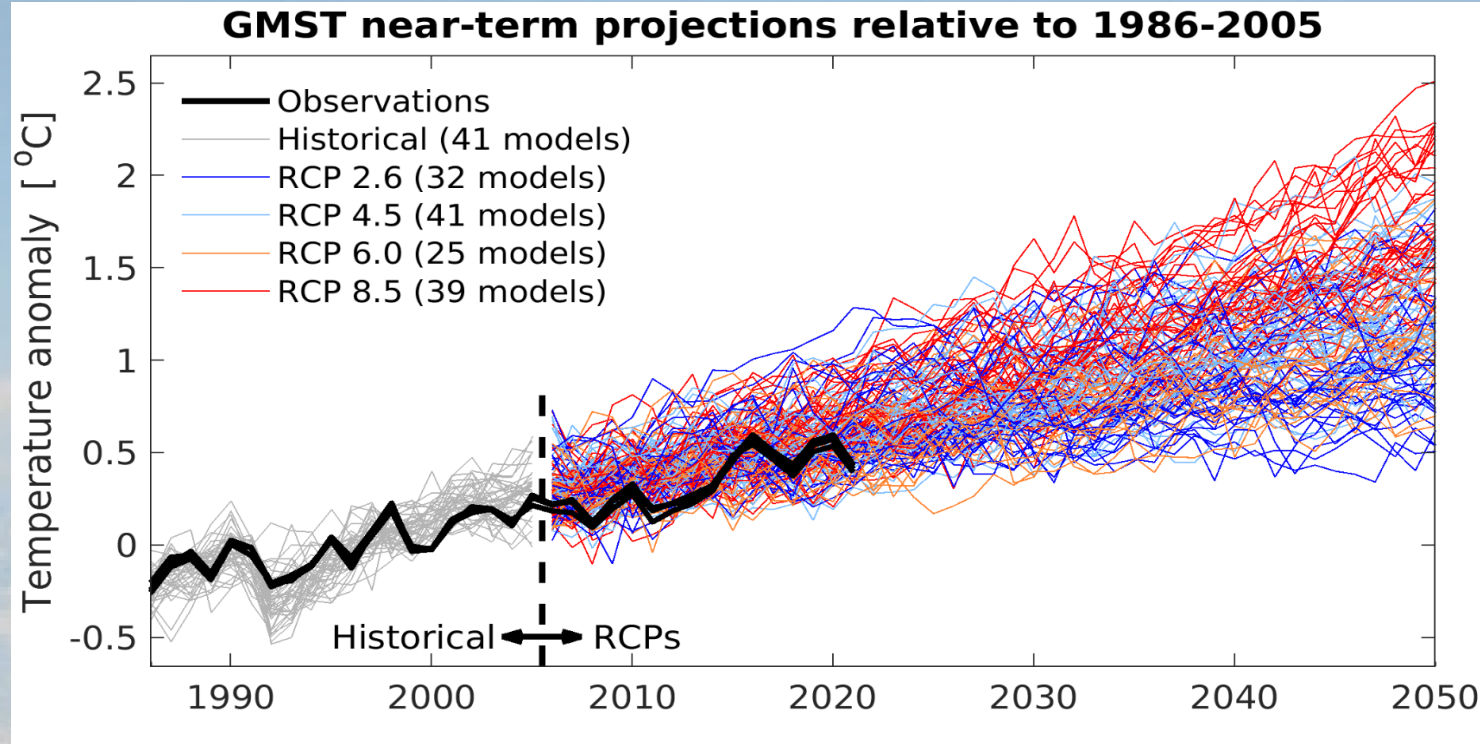
# Scenari da GCM e confronto con le misure

Nell'incertezza c'è forse lo zampino delle nubi (Wang et al., 2021)

## TEMPERATURE

138 simulazioni a confronto con 4 dataset osservativi

(Ipcc AR5, cap. 11, pag 1011 – fig 11.25). Emergono rilevanti sovrastime rispetto alle osservazioni.



Dati osservativi aggiornati al 2021

[\(https://www.climate-lab-book.ac.uk/comparing-cmip5-observations/\)](https://www.climate-lab-book.ac.uk/comparing-cmip5-observations/)

# L'approccio galileiano antidoto conto il climatismo e i suoi enormi danni

**Climatismo: secondo Mike Hulme (2023) è l'ideologia che pone il clima alla base di qualunque fenomeno negativo che accada nel mondo.** Lo stesso Hulme scrive che il climatismo ha implicazioni psicologiche profonde, nel senso che **gli slogan ispirati a scenari cupi e senza speranza non motivano all'azione, ma provocano ansia e disimpegno.**

**Jim Skea, professore all'Imperial College di Londra e attuale direttore dell'IPCC, in un'intervista del luglio 2023 ha affermato che** *“Se si comunica costantemente il messaggio che siamo condannati all'estinzione, si paralizzano le persone e si impedisce loro di intraprendere le misure necessarie per controllare il cambiamento climatico”*

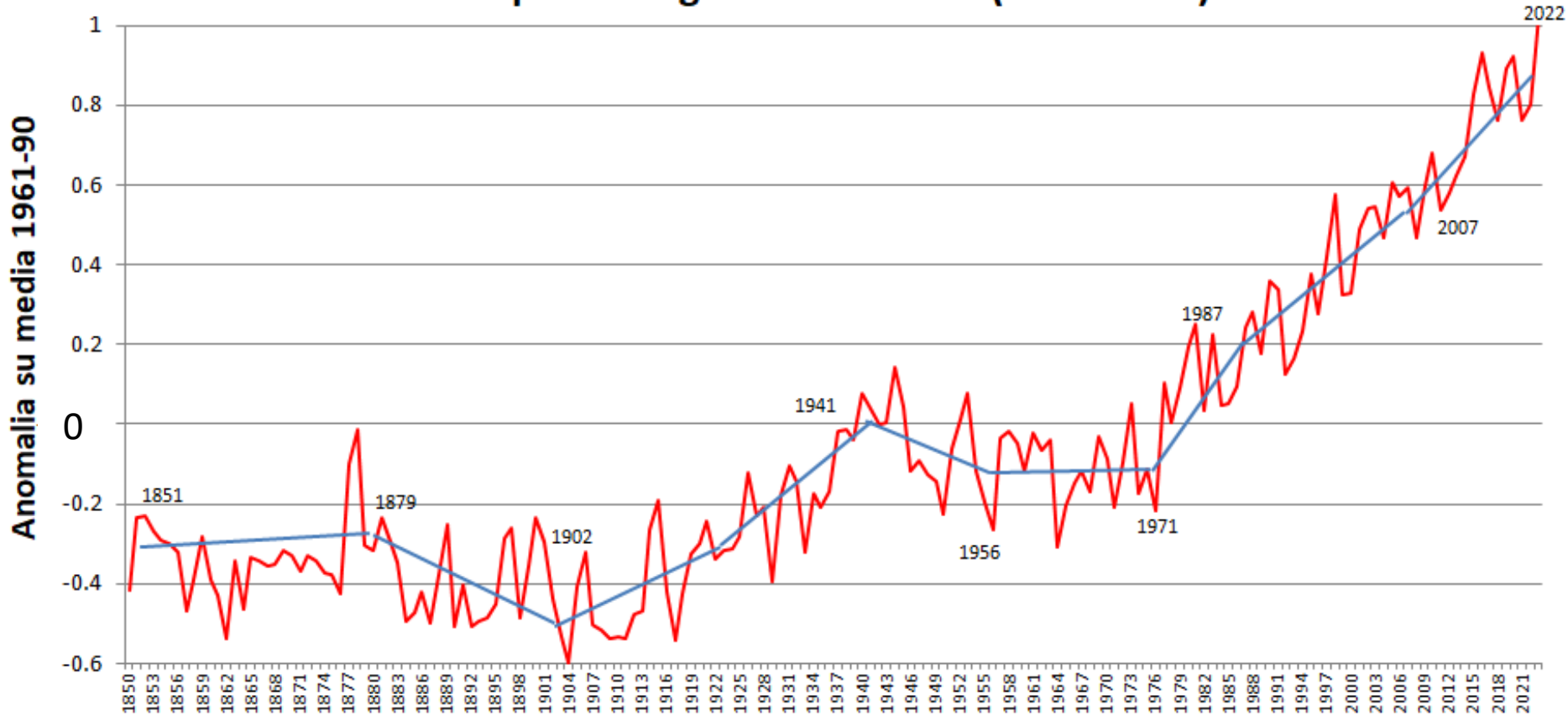
Hulme, 2023. *“Climate Change Isn't Everything: Liberating Climate Politics From Alarmism* (Polity, 2023, 208 pages). **(Mike Hulme è professore di geografia umana all'università di Cambridge).**



**Cambiamento climatico**  
**Trend termo-pluviometrici**

# Temperature GLOBALI 1850 – 2023 (CRU East Anglia University)

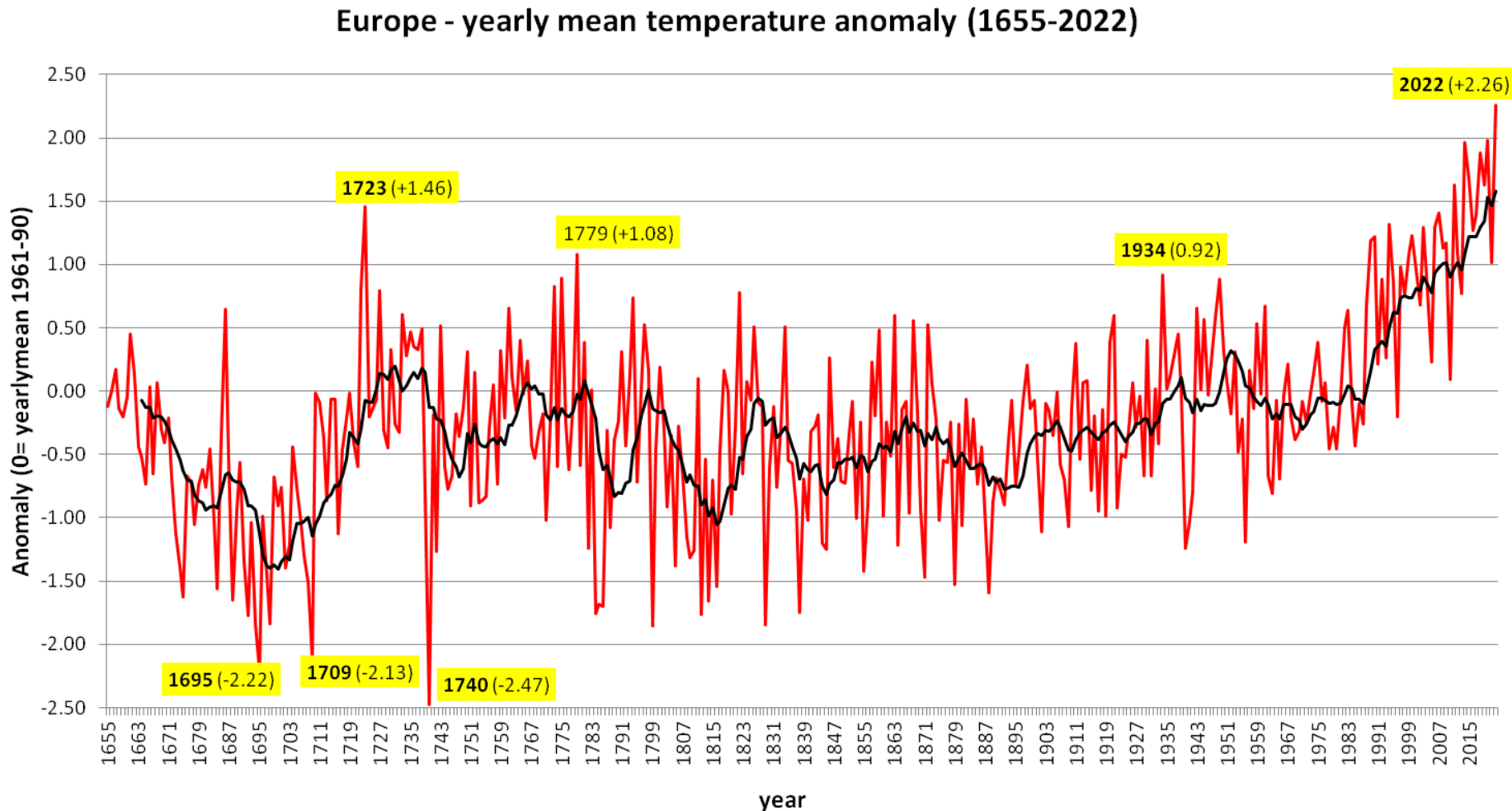
## Temperature globali Hadcrut5 (1850-2023)



La linea azzurra è un'interpolante a spezzate raccordate. Nodi della spezzata (1851,1879, 1911, ecc.) calcolati con il metodo di Tome e Miranda.

<https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/data/current/download.html>

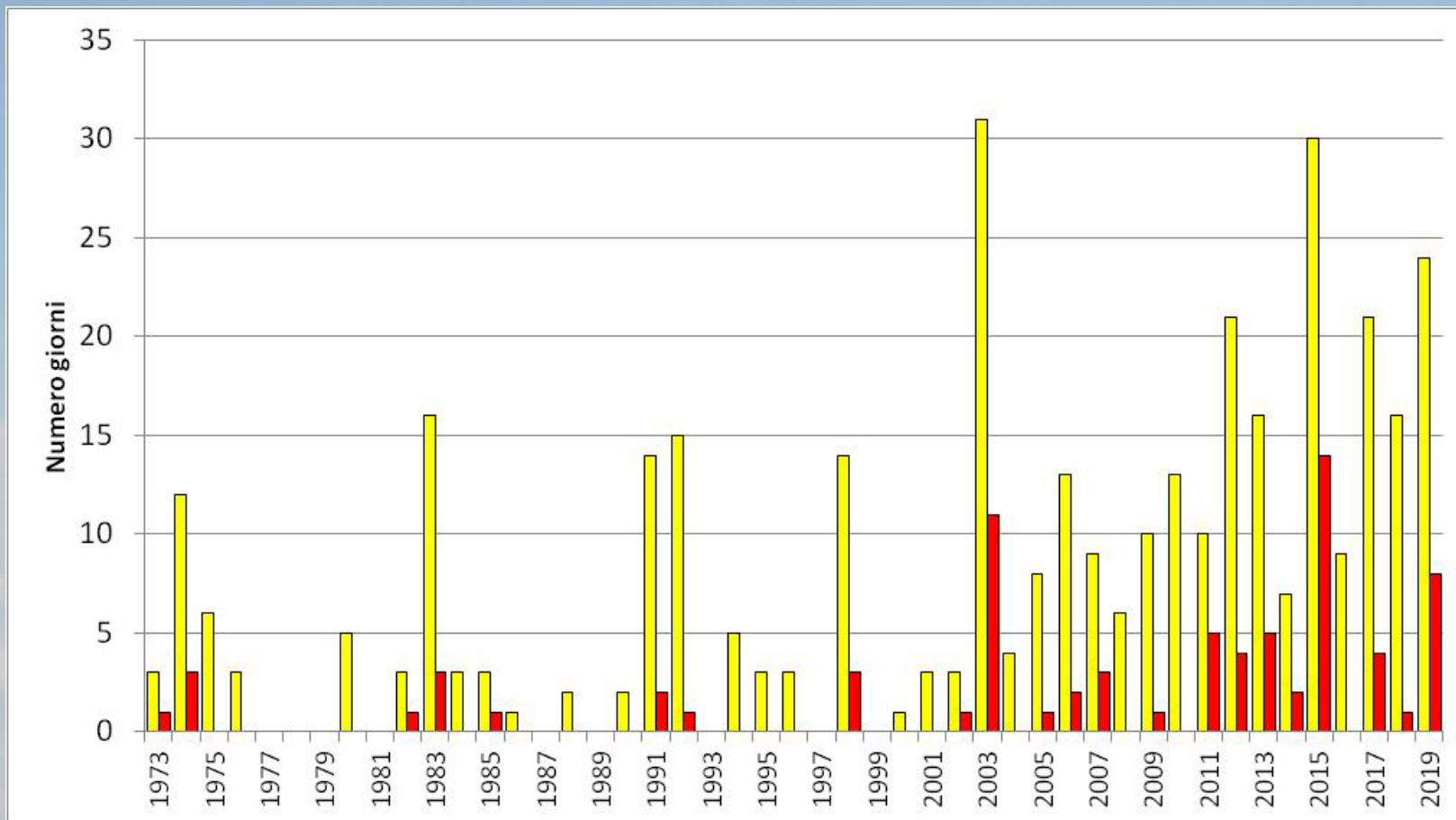
# Anomalia delle temperature europee (1655-2022)



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



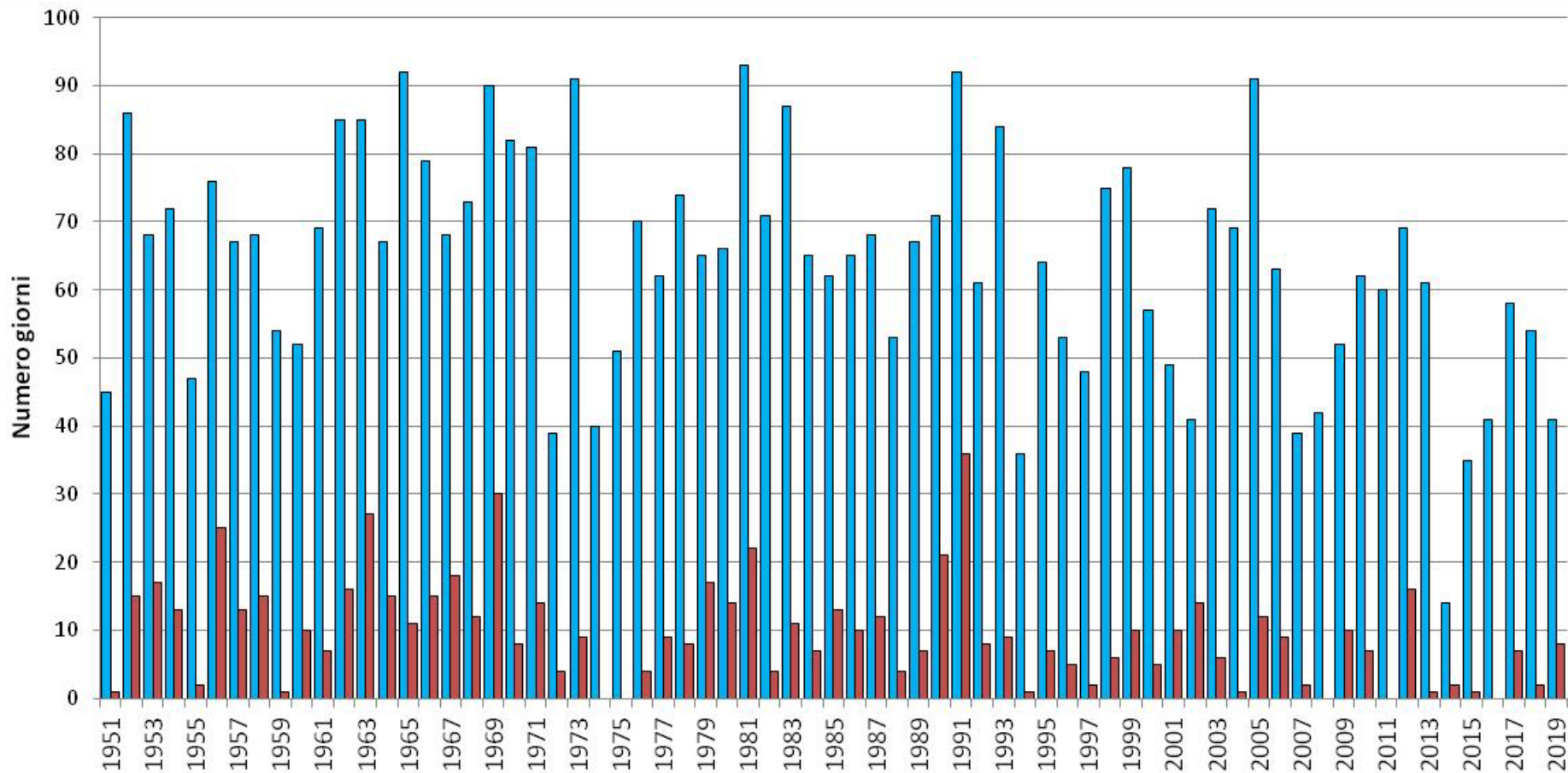
# Montanaso (LO) - ondate di calore (Tx>33 e >35°C) [Dati A.M. e Crea]



	<u>ndd con Tx&gt;=33</u>	<u>ndd con Tx&gt;=35</u>
<u>media 1973-87 (ini)</u>	3.3	0.4
<u>media 1988-2000</u>	4.5	0.5
<u>media 2001-2018 (fin)</u>	13.4	3.3
<u>delta fin-ini</u>	10.1	2.8
<u>delta fin-ini (%)</u>	308.8	654.6

**Dati aggiornati  
al 5 ottobre  
2019**

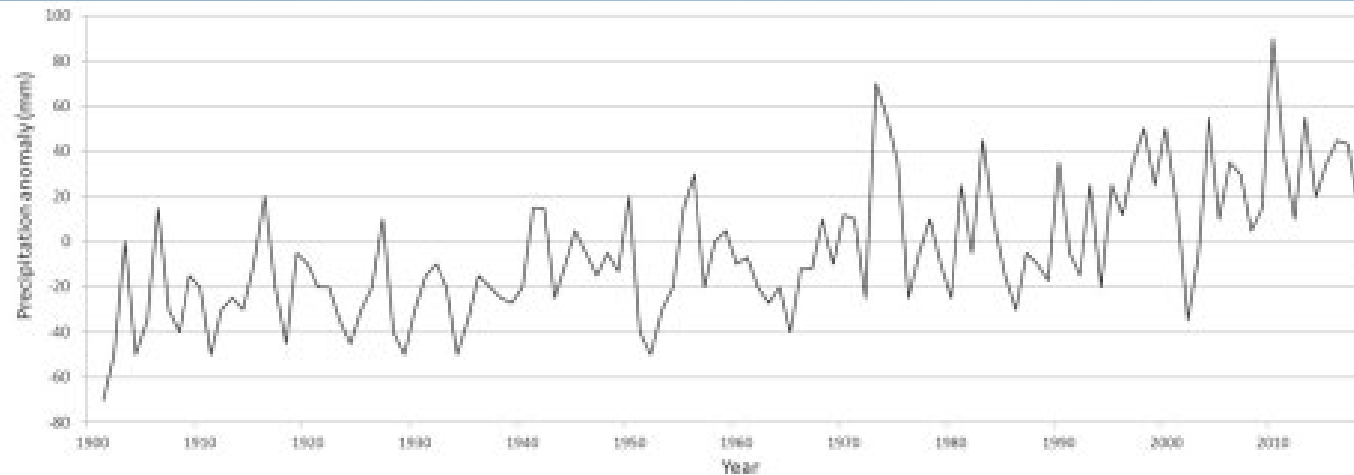
# Montanaso (LO) - Giorni con gelo ( $T < 0$ e $T < -5^{\circ}\text{C}$ ) [dati A.M. e Crea]



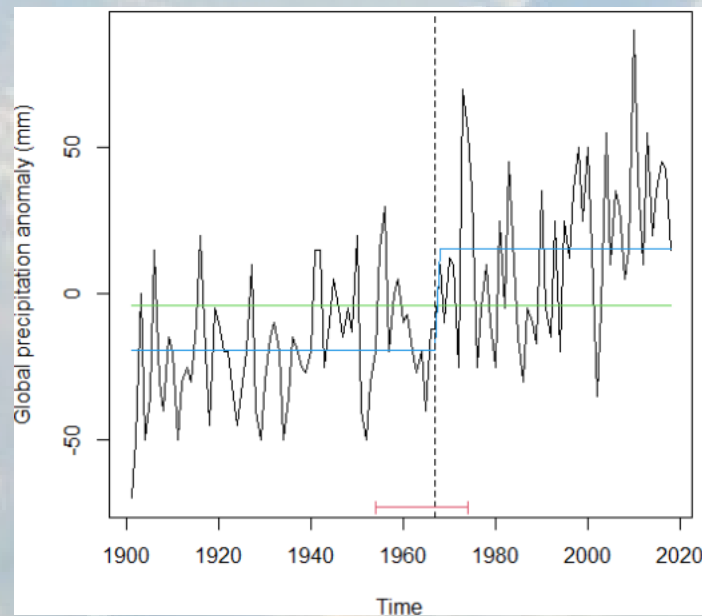
	<u>ndd con <math>T_n \leq 0</math></u>	<u>ndd con <math>T_n \leq -5</math></u>
<u>media 1951-87 (ini)</u>	70	12
<u>media 1988-2000</u>	65	9
<u>media 2001-2019 (fin)</u>	53	6
<u>delta fin-ini</u>	-16.3	-5.9
<u>delta fin-ini (%)</u>	-23.4	-51.0

**Dati aggiornati  
al 24 luglio 2019**

# Precipitazione media GLOBALE 1850 – 2023 (Hadex3)



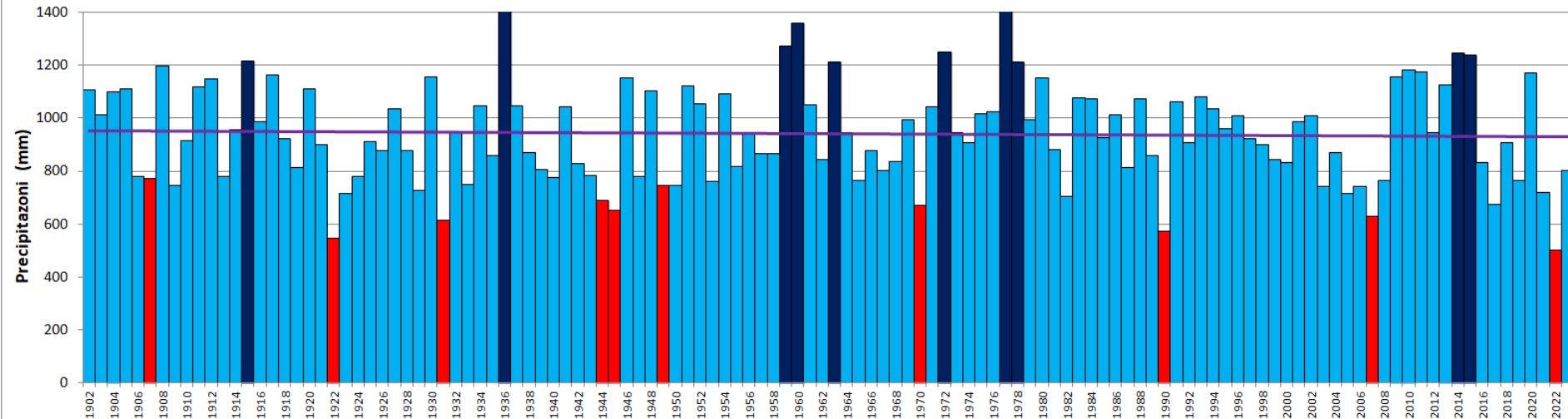
**Fig. 4** Global yearly precipitation anomaly (difference in mm from the 1961–1990 average). Processing carried out on data from Hadex3 dataset [29]—figure S27 of supplementary materials



Alimonti e Mariani, 2023 – dati non pubblicati

# Siccità idrologica - Nordovest

Nordovest - precipitazioni nell'anno idrologico per il periodo 1902-2023 - media di 8 stazioni\*  
(in rosso i 10 anni meno piovosi, in blu i 10 più piovosi)



(\*) Media per l'anno idrologico per 5 stazioni (Torino, Milano, Genova, Cuneo e Casale Monferrato)



Occhi nella fronte e nel cervello...



o se preferite  
...fa balà l'oeucc