

Seconda parte

Clima e riscaldamento globale... con dati locali

Situazioni sinottiche caratteristiche su zone alpine

Previsioni meteo

Riscaldamento globale

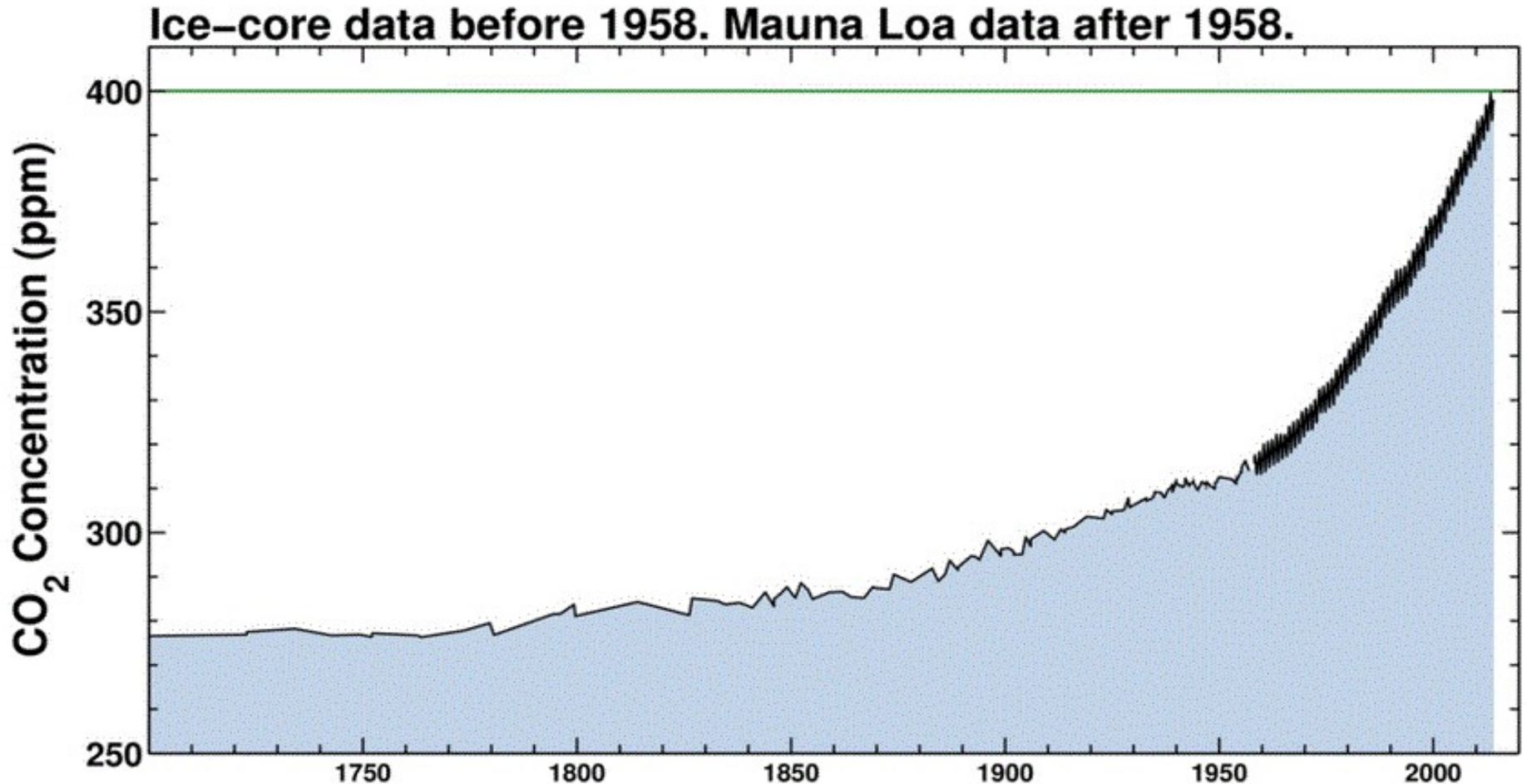


Riscaldamento globale

CO₂ a 400 ppm nel 2013, prima volta da 3 milioni d'anni

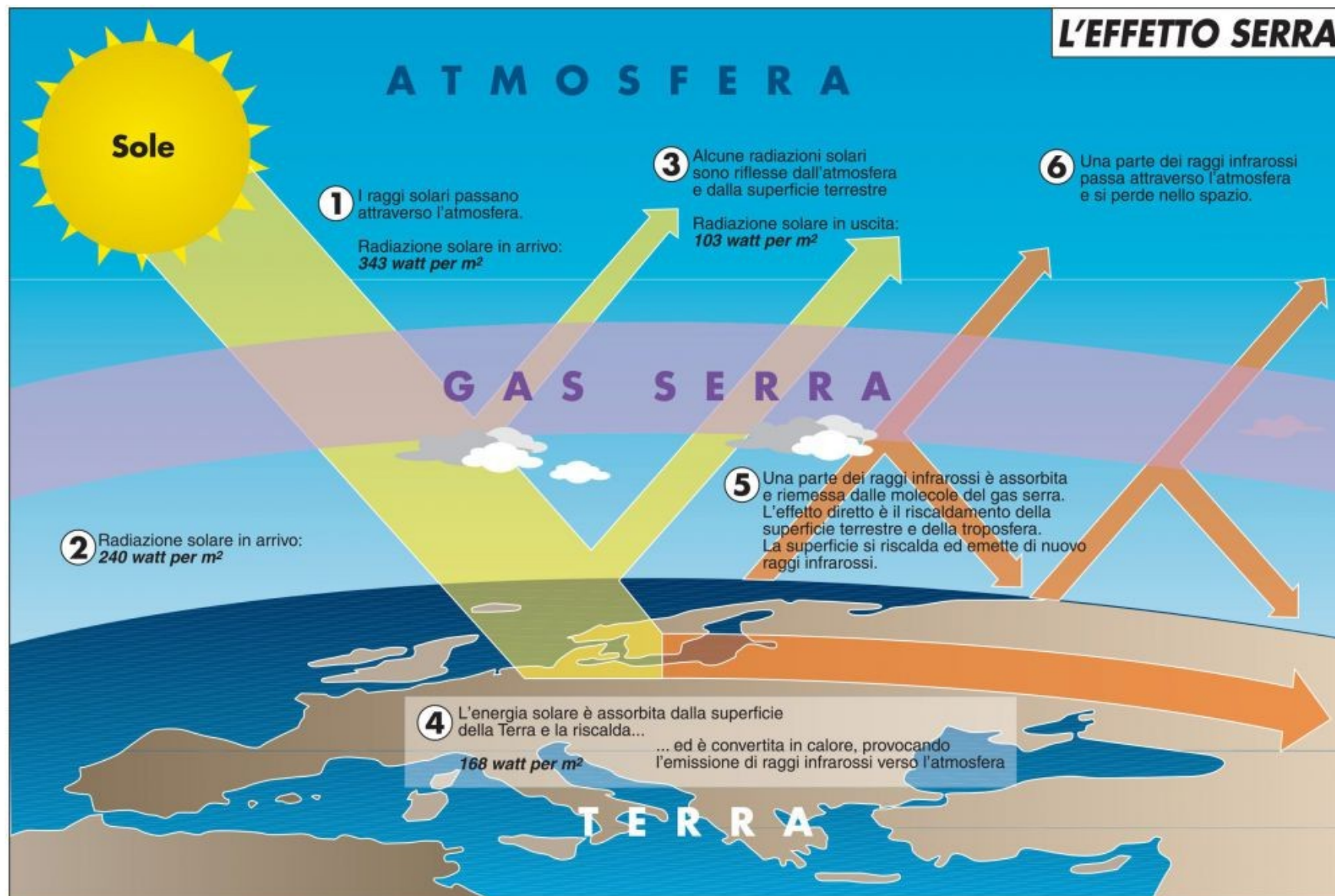
Attività umane → cambiamenti epocali composizione atmosferica

<https://www.lenntech.it/effetto-serra/storia-riscaldamento-globale.htm>



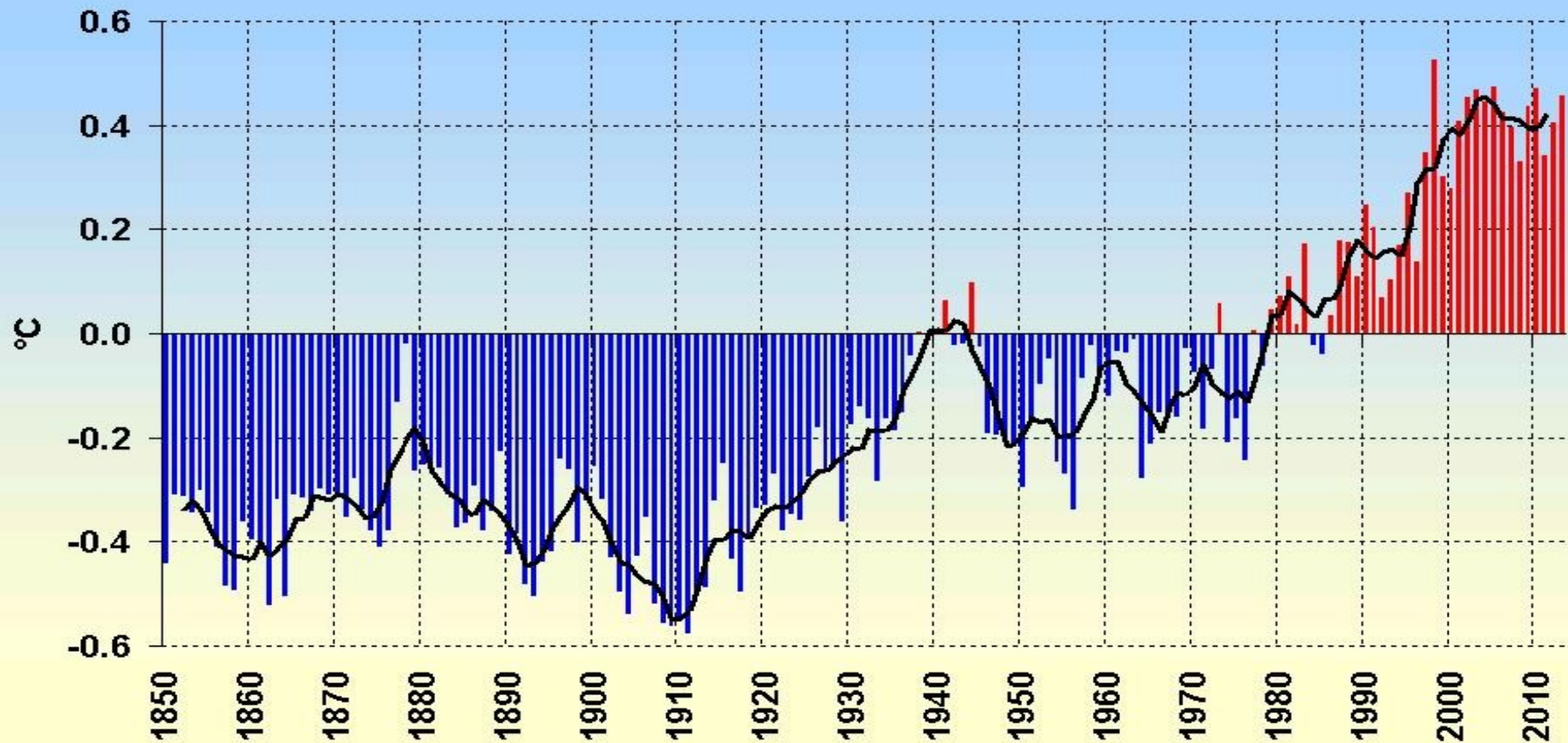
<http://keelingcurve.ucsd.edu/>

Effetto serra



Anomalie termiche globali dal 1850 al 2013

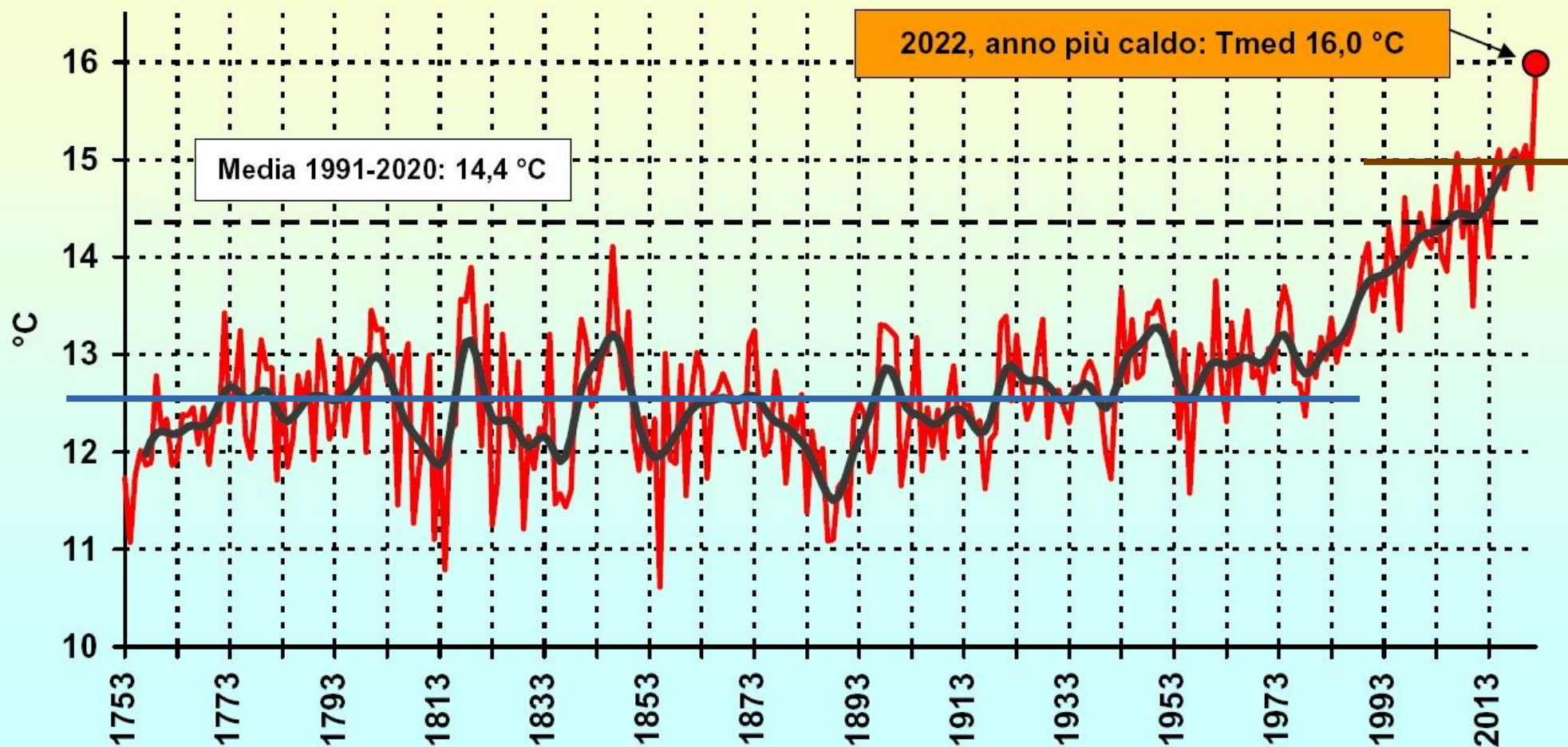
(rispetto a media 1961-90; Fonte: CRU - Univ. East Anglia, UK)



Media globale: +0.8 °C nell'ultimo secolo, +1°C da era preindustriale

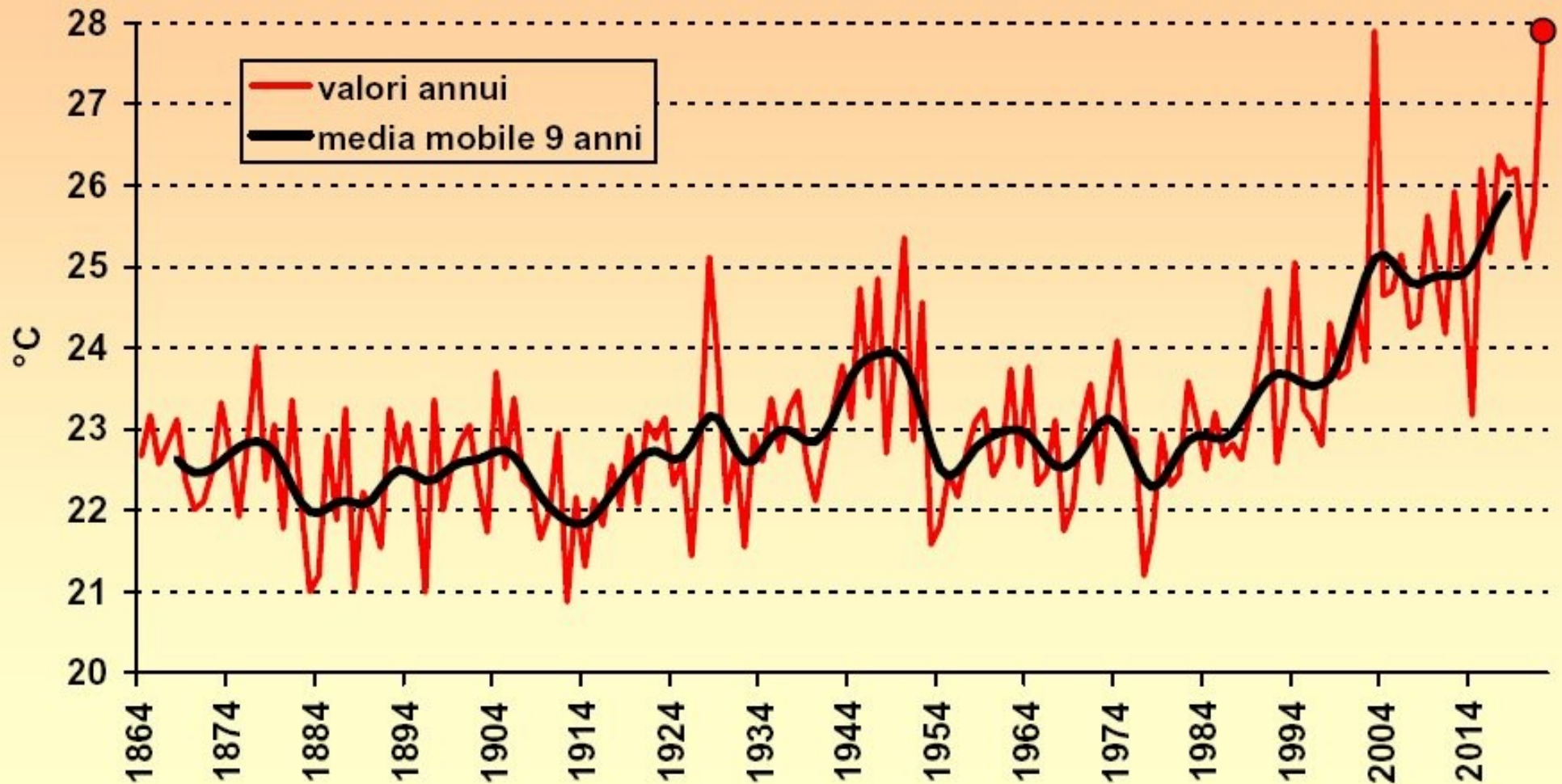
Torino centro - Temperature medie annue (°C) dal 1753 al 2022

(dati attuali: Arpa Piemonte; analisi storica: SMI / Nimbus)



2022: l'anno più caldo (e il più secco) dal 1753, ma i precedenti più caldi (media 15°C circa contro 12,5 fino a 1990) sono tutti dopo il 2000!

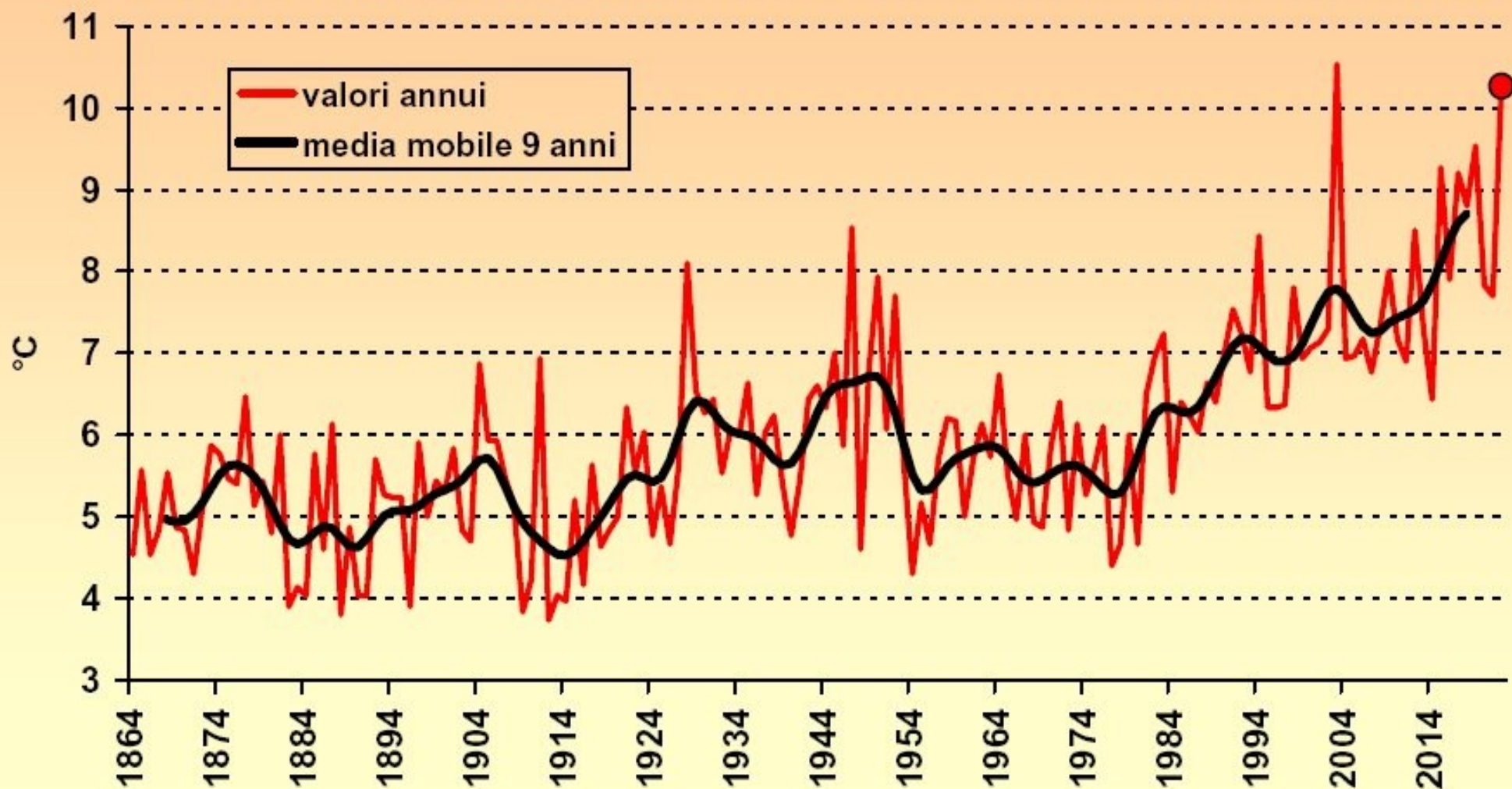
**Moncalieri - Collegio Carlo Alberto, temperature medie
trimestre giugno-agosto (1864 - 2022; fonte: SMI)**



Media mesi estivi Calcutta: 30°C (min. 25°, max. 36°)

Media storica Torino (1864-1994): 22,5°C (min. 17°, max. 28°)

Gran San Bernardo, temperature medie
trimestre giugno-agosto (1864 - 2022; fonte: MeteoSvizzera)



Qualche confronto su ΔT media annua

Torino: **+2,5°C** rispetto a media 1750-1990 (da 12,5 a 15°C)
Analogo incremento +2-3°C su tutta l'area alpina in generale

Esempi di confronto 1979-2021 (fonte meteoblue.com)

Torino: +2,3°C (11,6-13,9) Bagni Vinadio: +2,4 Zermatt: +2,4 Parigi e Lyon +2
Munchen: +1,8 Bern: +1,7 Londra: +1,5

Roma: +1,8 (14,6-16,4) – Torino 2021 quasi come Roma 1980

Palermo: +1,6 Tunisi: +1,6 Atene: +1,0 Istanbul: +1,6 Bari: +1,3

Tromso: **+2,7** Oslo: **+2,6** Kiruna: +1,9 Anchorage: +2

Mosca: +2,1 Tbilisi: +1,7 Ulan Bator: +2,3 Tokyo: +0,6 Sapporo: +1,1 Pekin: +1,1

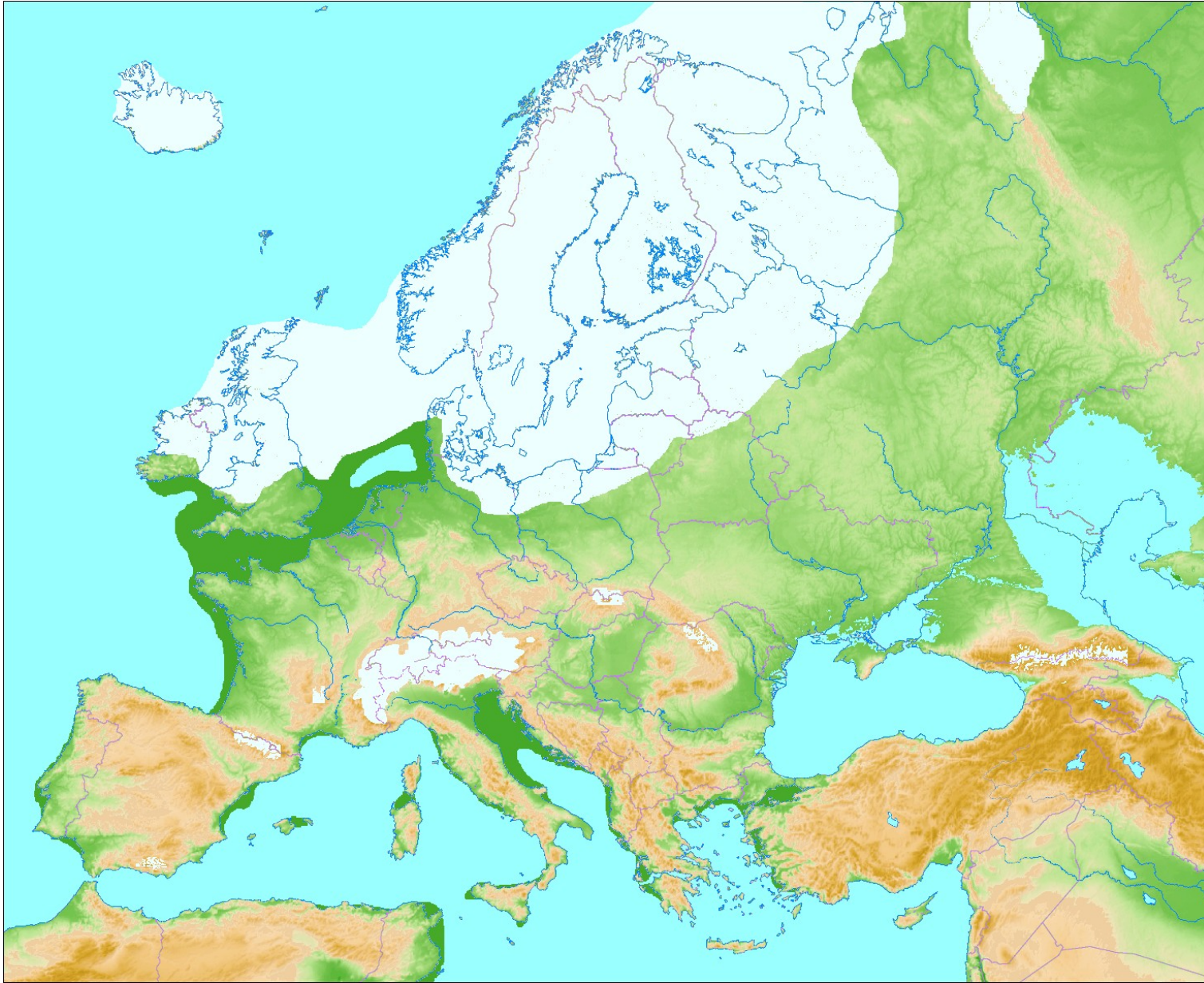
Delhi: +0,2 Gerusalemme: +2,2 Teheran: **+3,5** Riad: +1,8 Nairobi: +1,3

New York: +1,5 Los Angeles: +0,8 Brasilia: +1,3 Lima: **-0,3**

Christchurch: +0,3 Buenos Aires: +0,9 Cape Town: +0,6 Adelaide: +0,2 Sidney: +0,8
Capo Horn: +0,1 El Chalten: +0,7 Ushuaia: **+1,7**

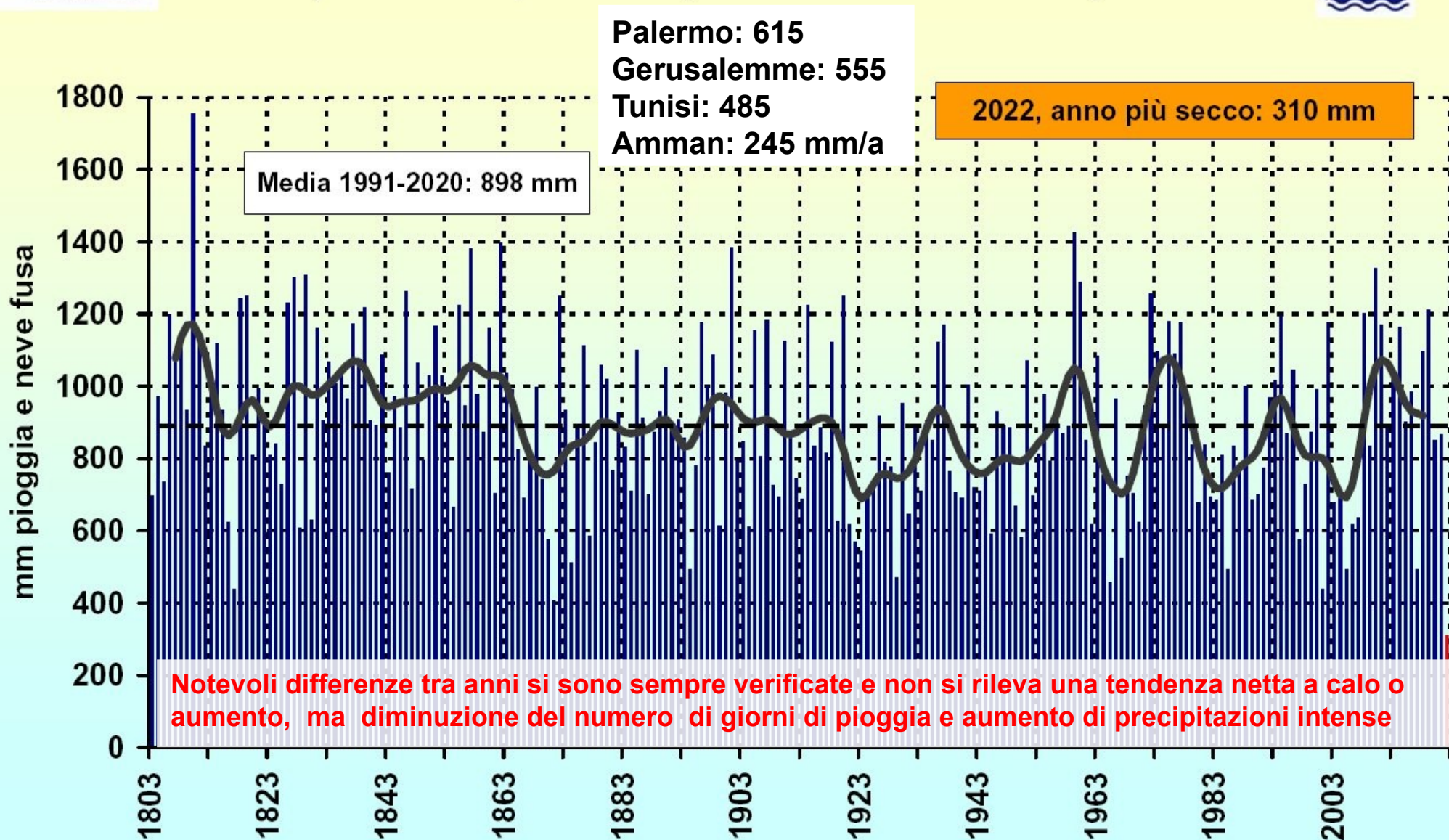
Glaciazione di Wurm - culmine 24–10.000 anni fa

Si stima $-5/6^{\circ}\text{C}$ media globale (probabilmente $-14/15^{\circ}\text{C}$ in zone artiche)



Torino centro - Precipitazioni totali annue (mm) dal 1803 al 2022

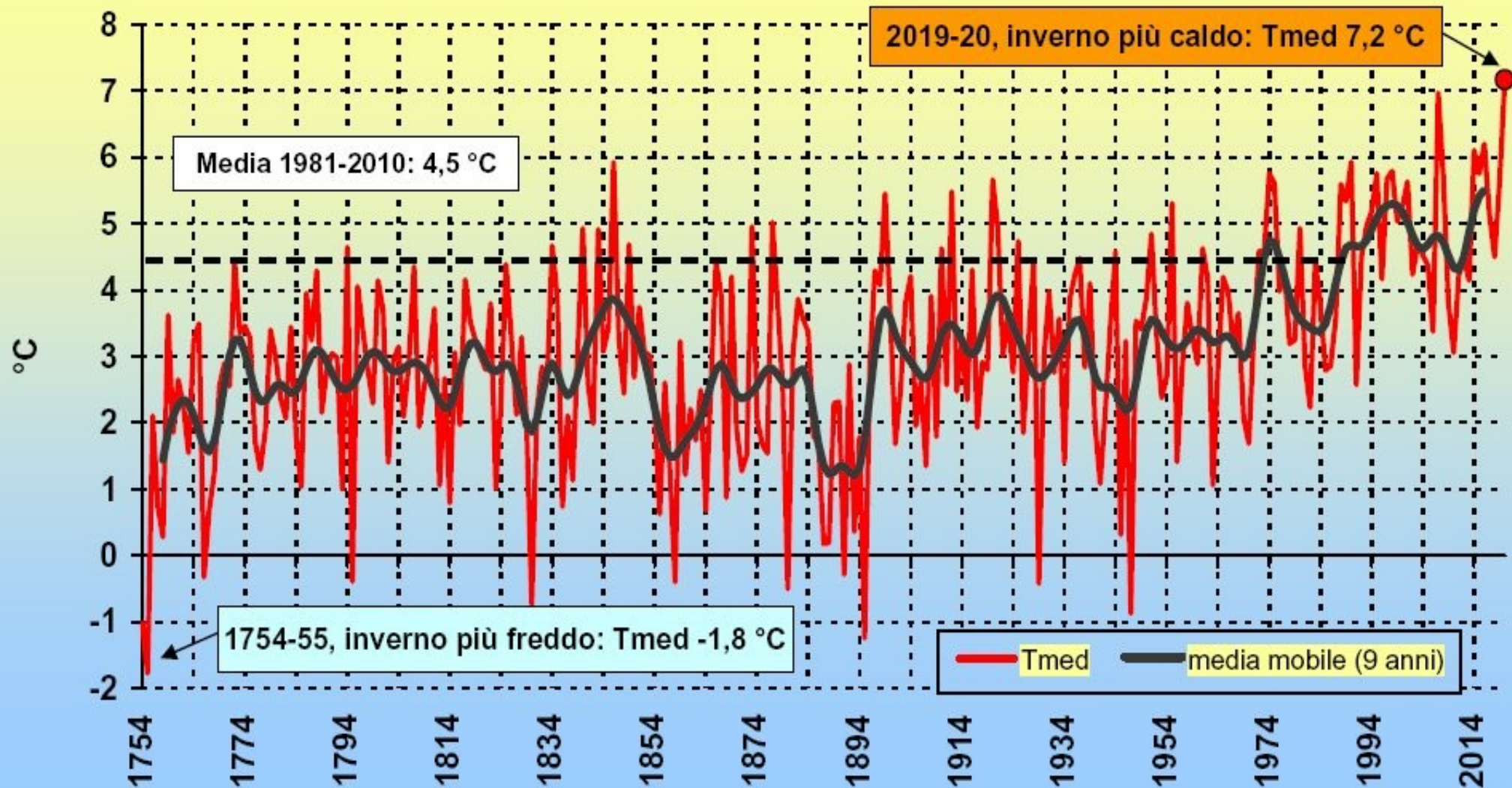
(dati attuali: Arpa Piemonte; analisi storica: SMI / Nimbus)



Torino – temperature medie invernali

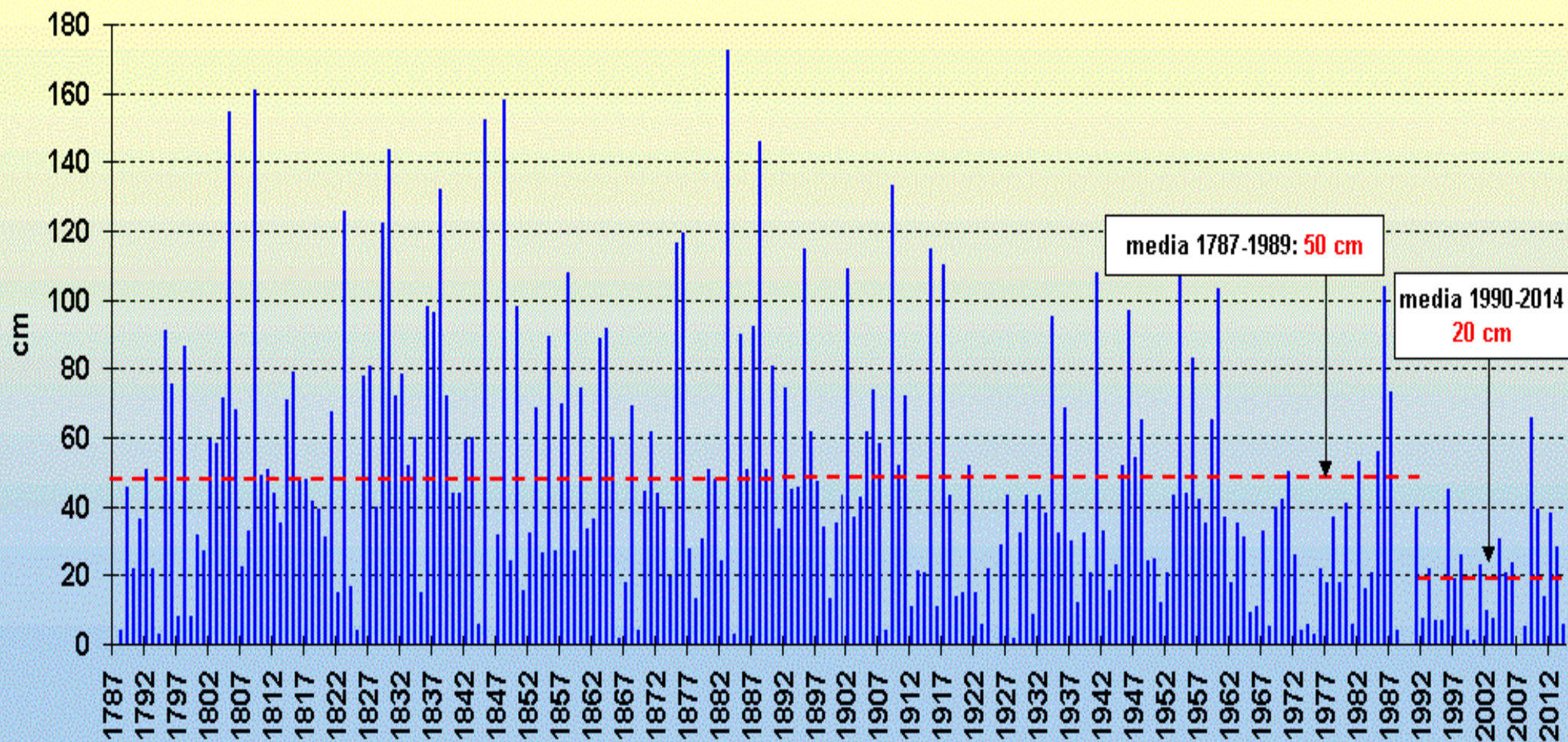
Torino - Temperature medie invernali (°C) dal 1753-54 al 2019-20

(elaborazione dati: SMI - www.nimbus.it)



Sotto i 1000 metri nevica molto meno

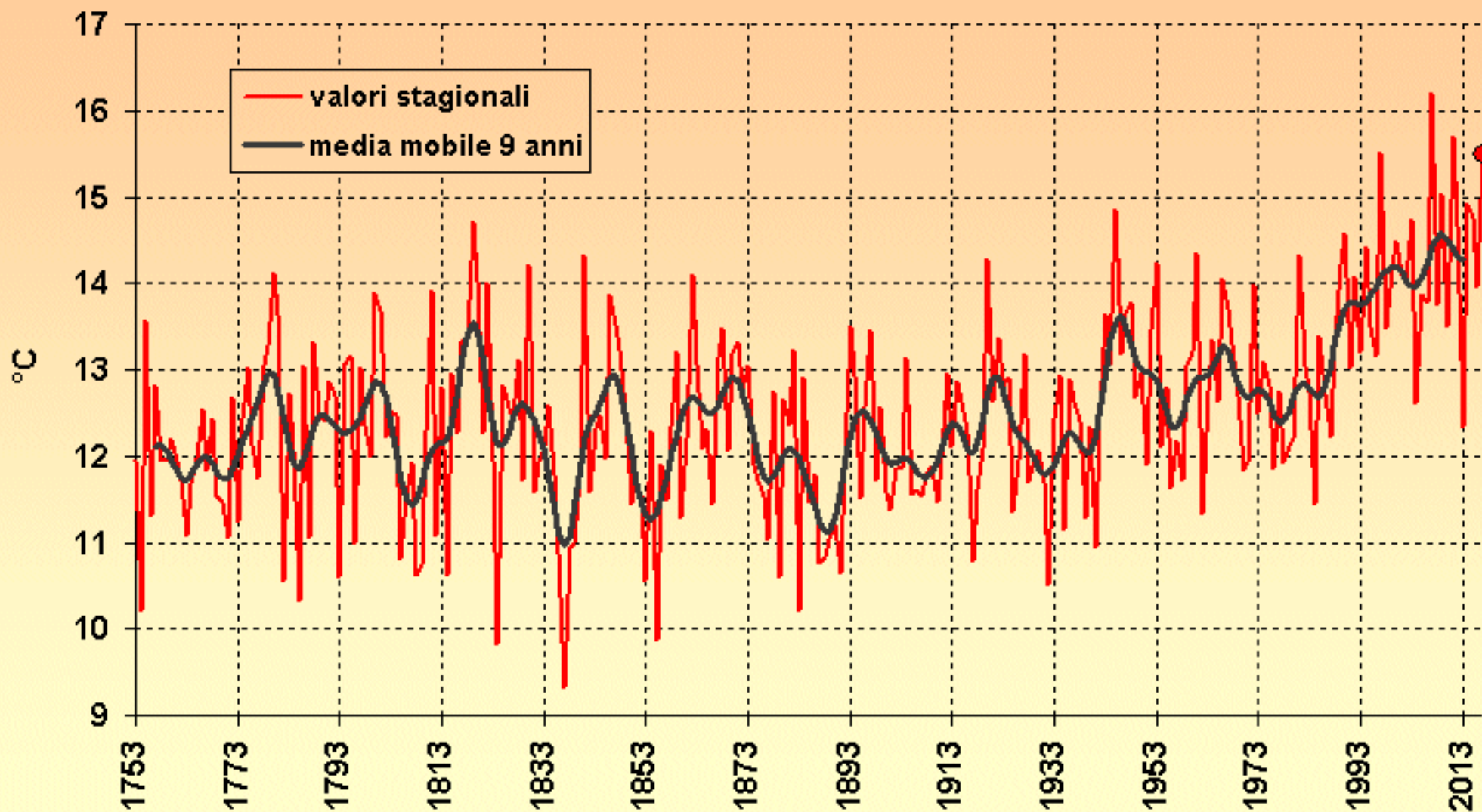
Torino, quantità stagionale di neve fresca (anno idrologico)
dal 1787-88 al 2013-14



Torino – temperature medie primaverili

Torino - Temperature medie primaverili (°C) dal 1753 al 2017

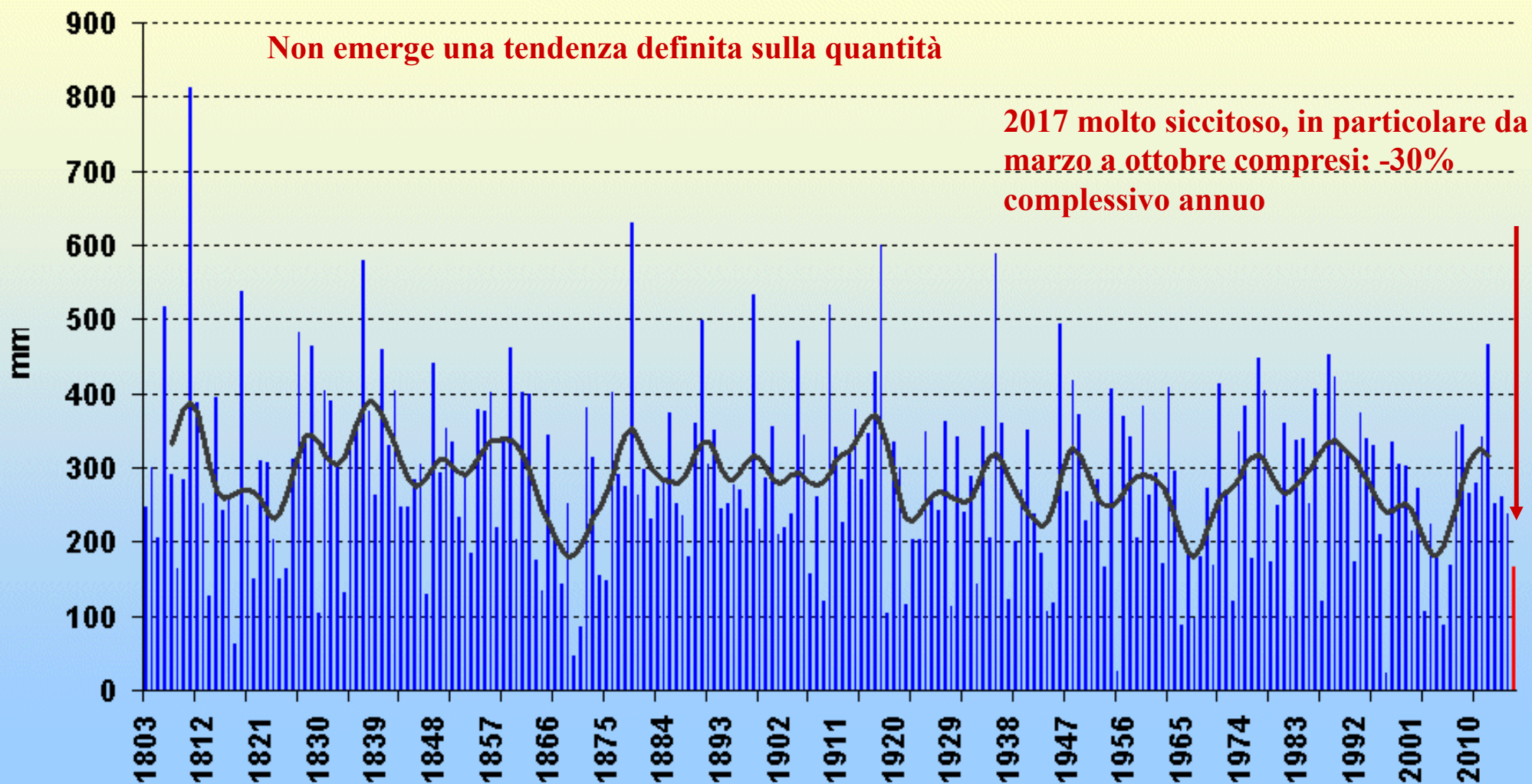
(elaborazione dati: SMI - www.nimbus.it)



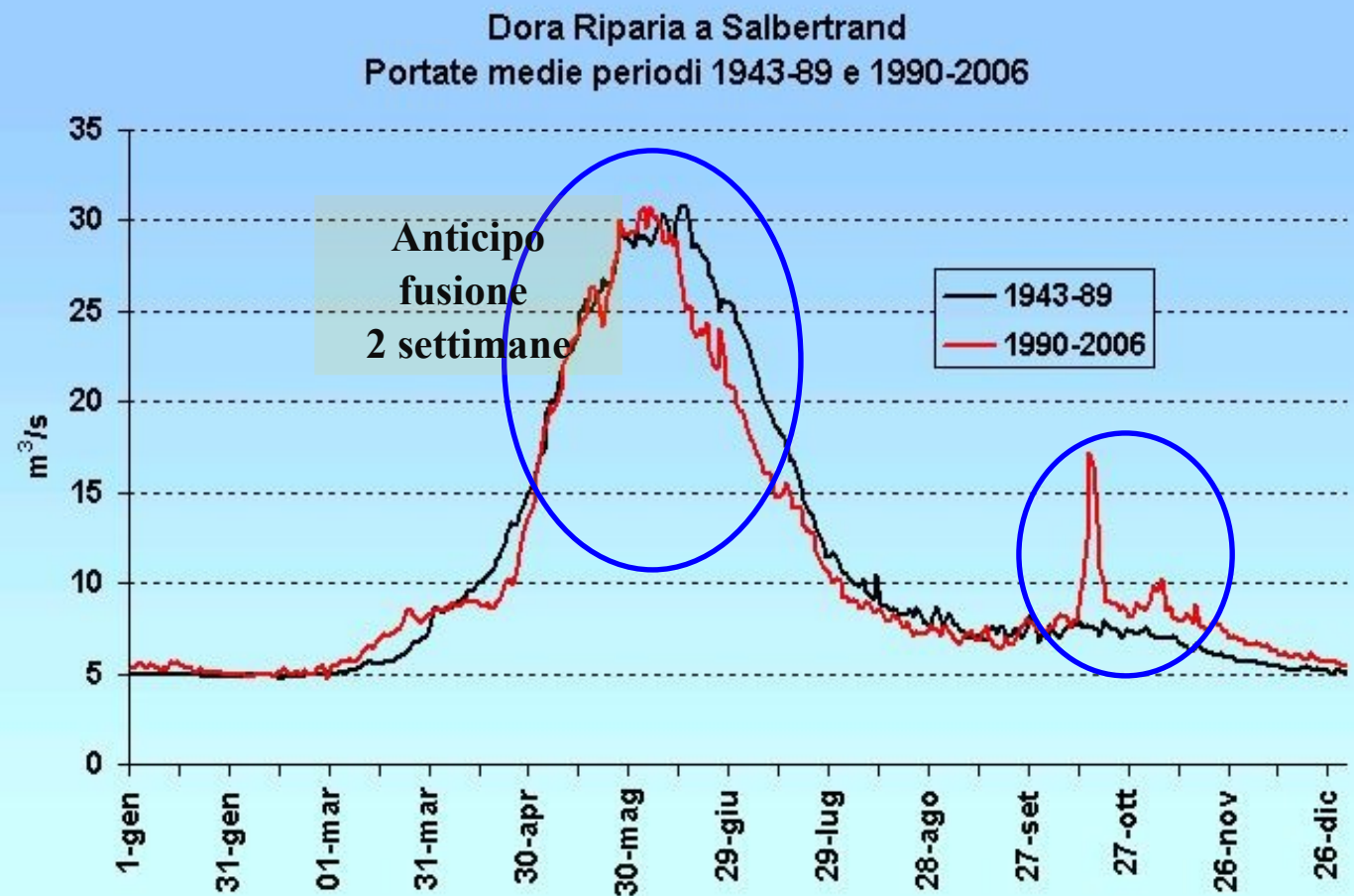
Torino – precipitazioni medie primaverili

Torino - Precipitazioni primaverili dal 1803 al 2017 (mm di pioggia e neve fusa)

(elaborazione dati: SMI - www.nimbus.it)



Variazioni nei regimi idrologici: più acqua in inverno-primavera (precipitazioni liquide in quota, fusione nivale precoce),
meno acqua in estate (minor contributo di fusione glaciale)





1897
(f. Druetti)



2005
(f. L. Mercalli)



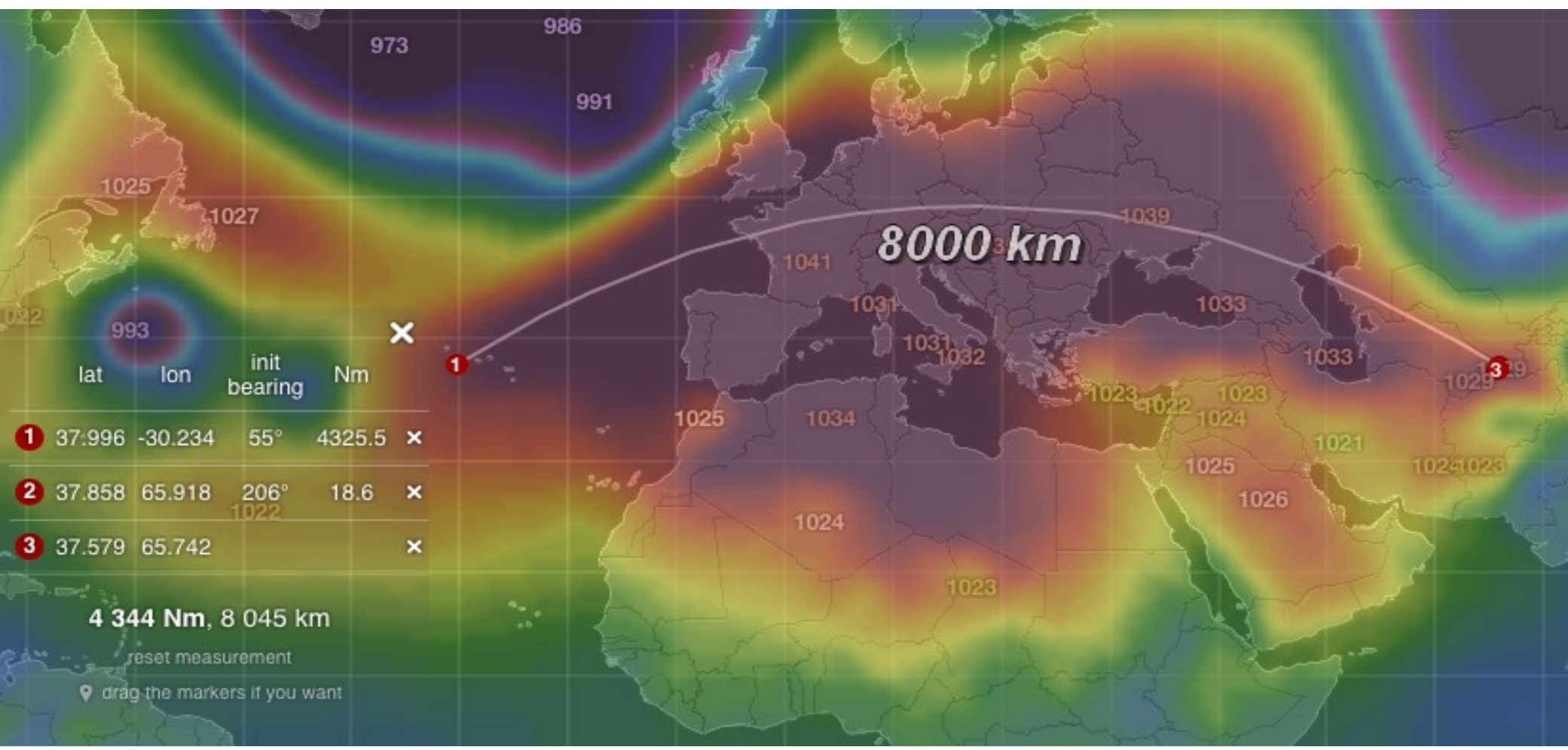
2012
(f. L. Mercalli)

Ghiacciaio Pré de Bar (Monte Bianco):
ritiro della fronte di circa 800 m dal 1897 al 2013

Situazioni frequenti in Europa in ultimi anni: ANTICICLONI PROTAGONISTI!

Non solo “bel tempo” ma anche siccità, caldo anomalo, nebbie e inversioni termiche in pianura, cattiva qualità dell’aria, depauperamento delle riserve idriche....

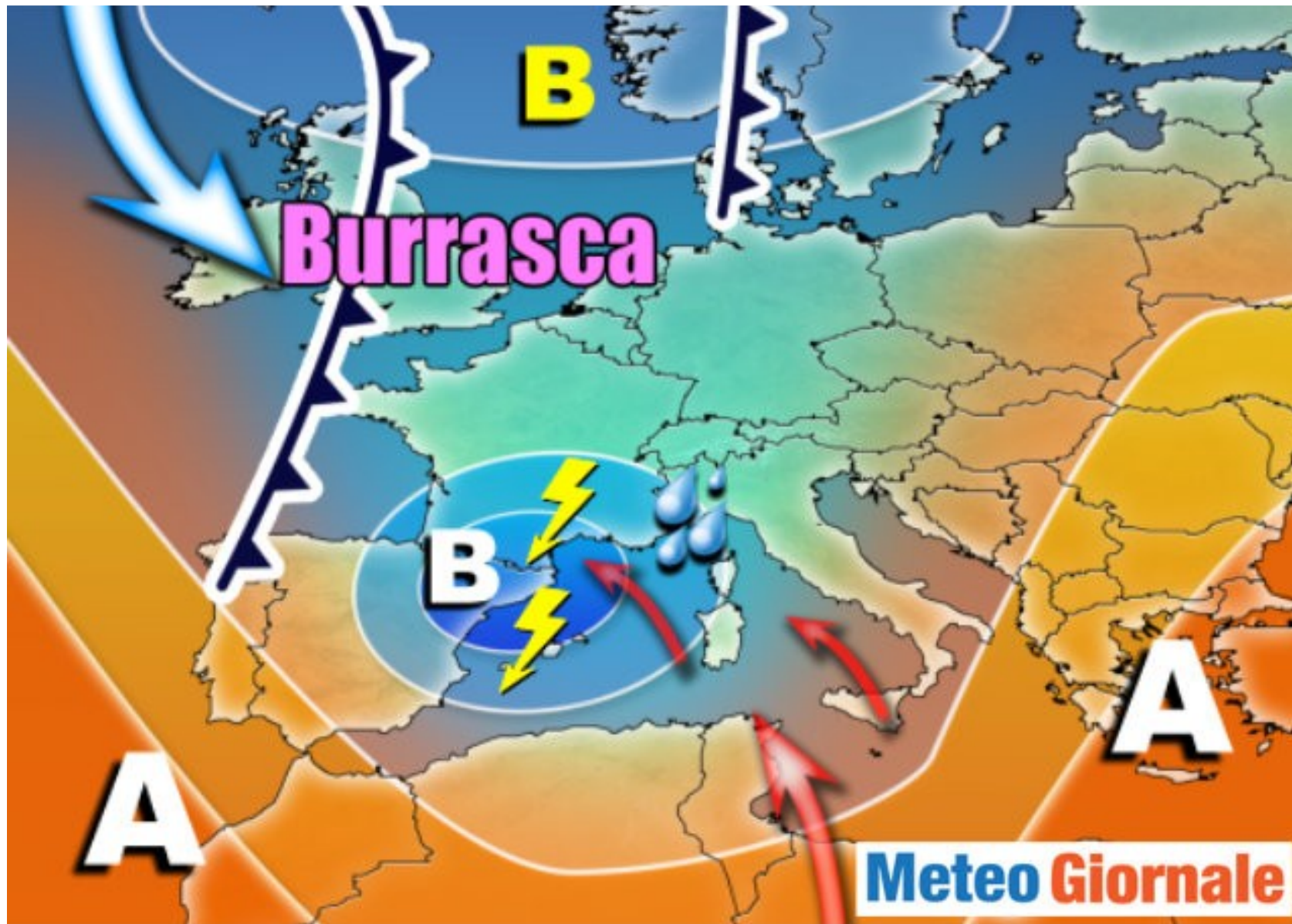
Da fine ottobre 2015 a inizio gennaio 2016: primule a Natale!!!



Settembre 2018: continua l'estate più calda di sempre sull'Europa centro settentrionale: fino a 39°C a Parigi e Berlino, oltre i 30° in Scandinavia, fresco e piovoso in Sud Italia



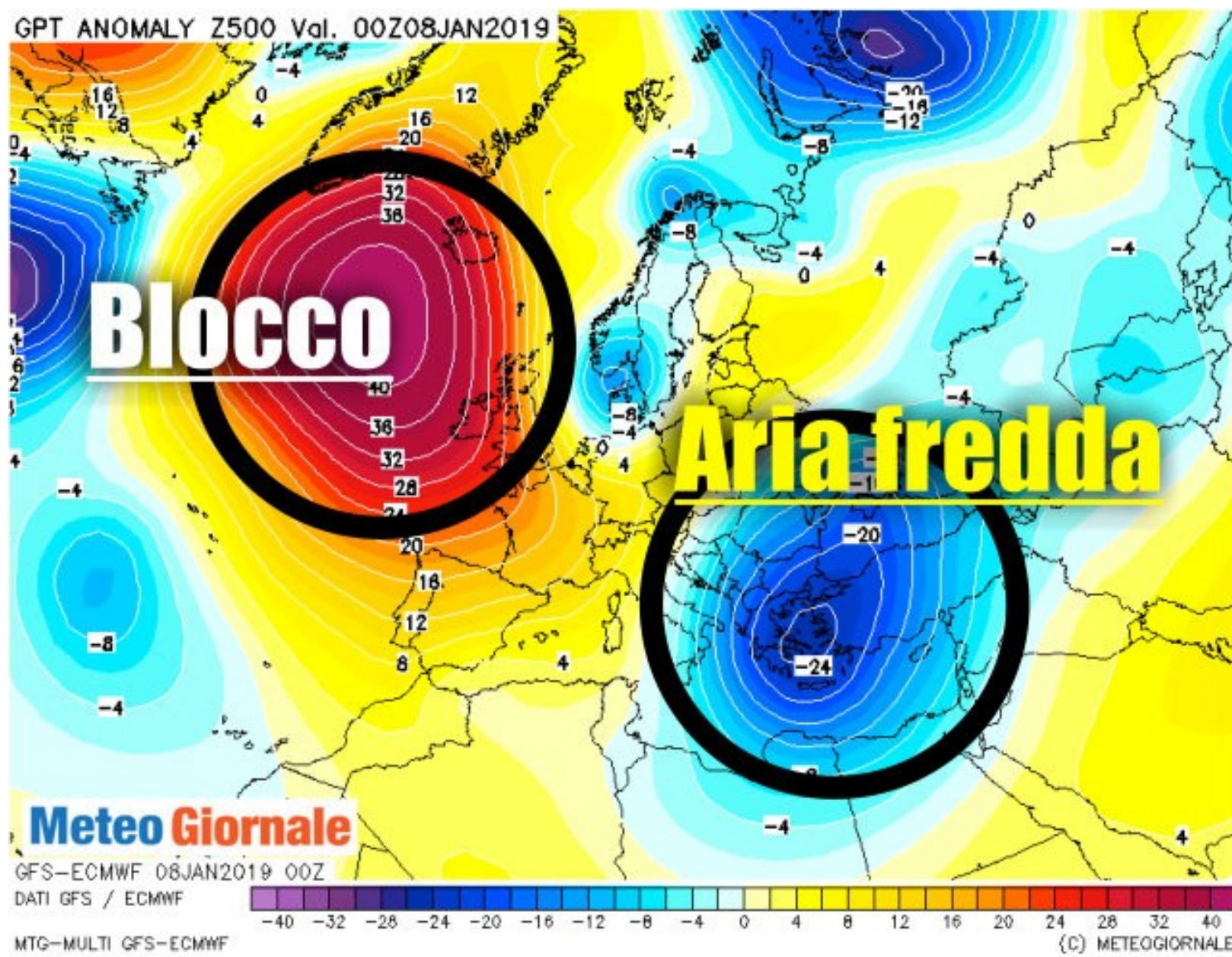
Fine ottobre 2018: ancora anticicloni di blocco ma con profonda saccatura sull'Italia: forti piogge, tempesta di scirocco (Veneto) e mareggiate devastanti (Portofino...) - T mare +2°C oltre la norma del periodo



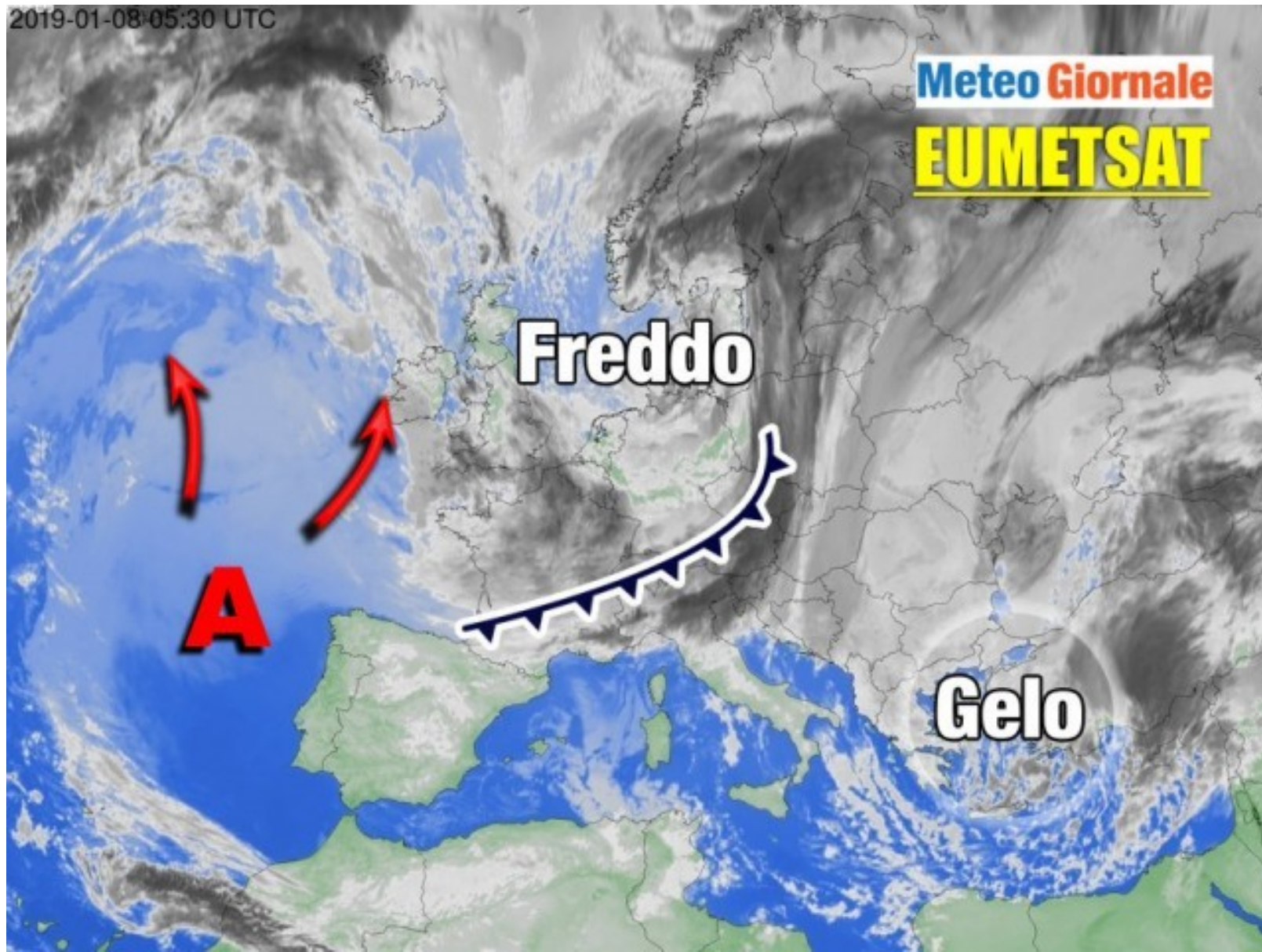
Da inizio dicembre 2018 a ?



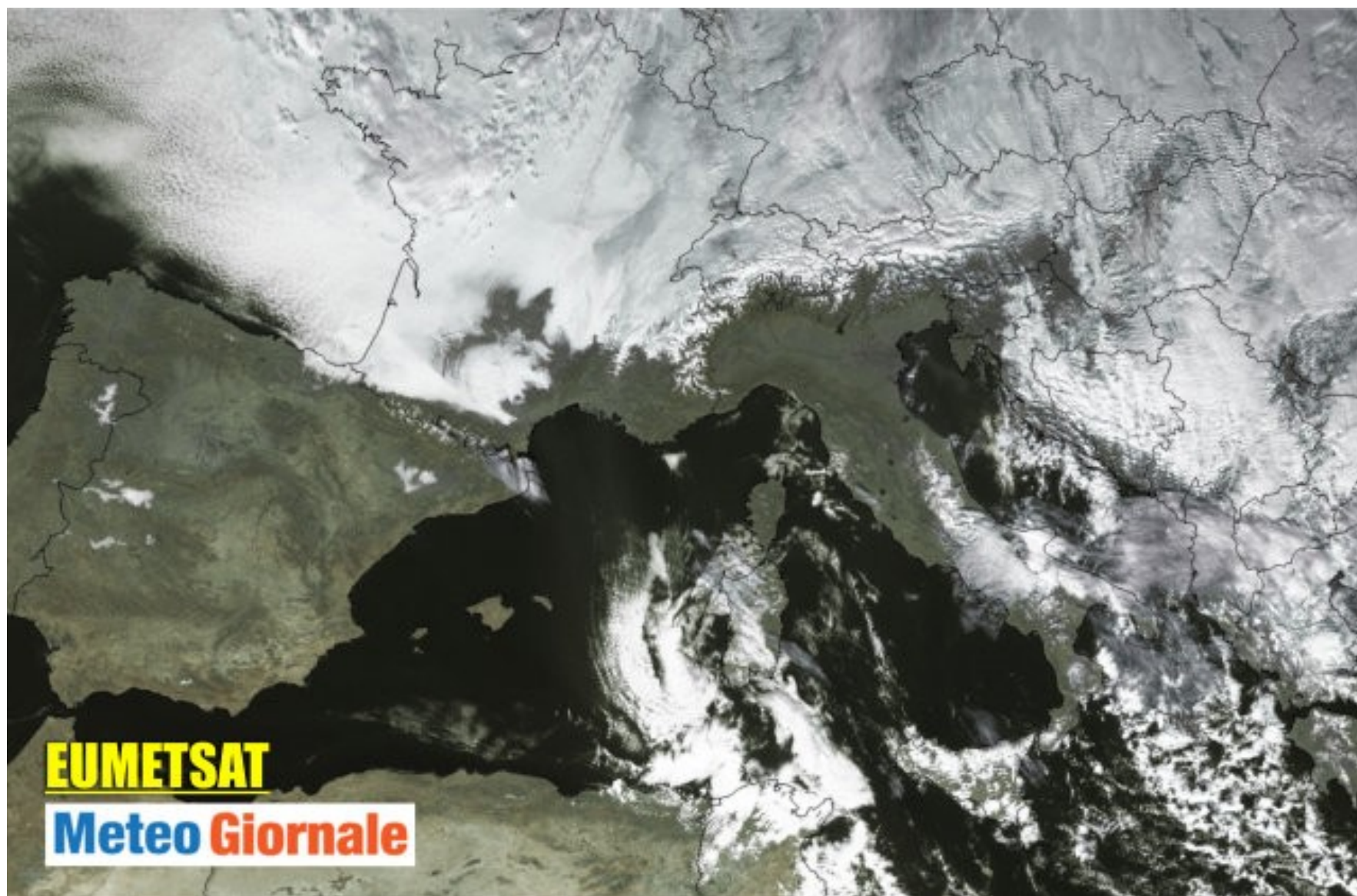
8 gennaio 2019: Isobare....



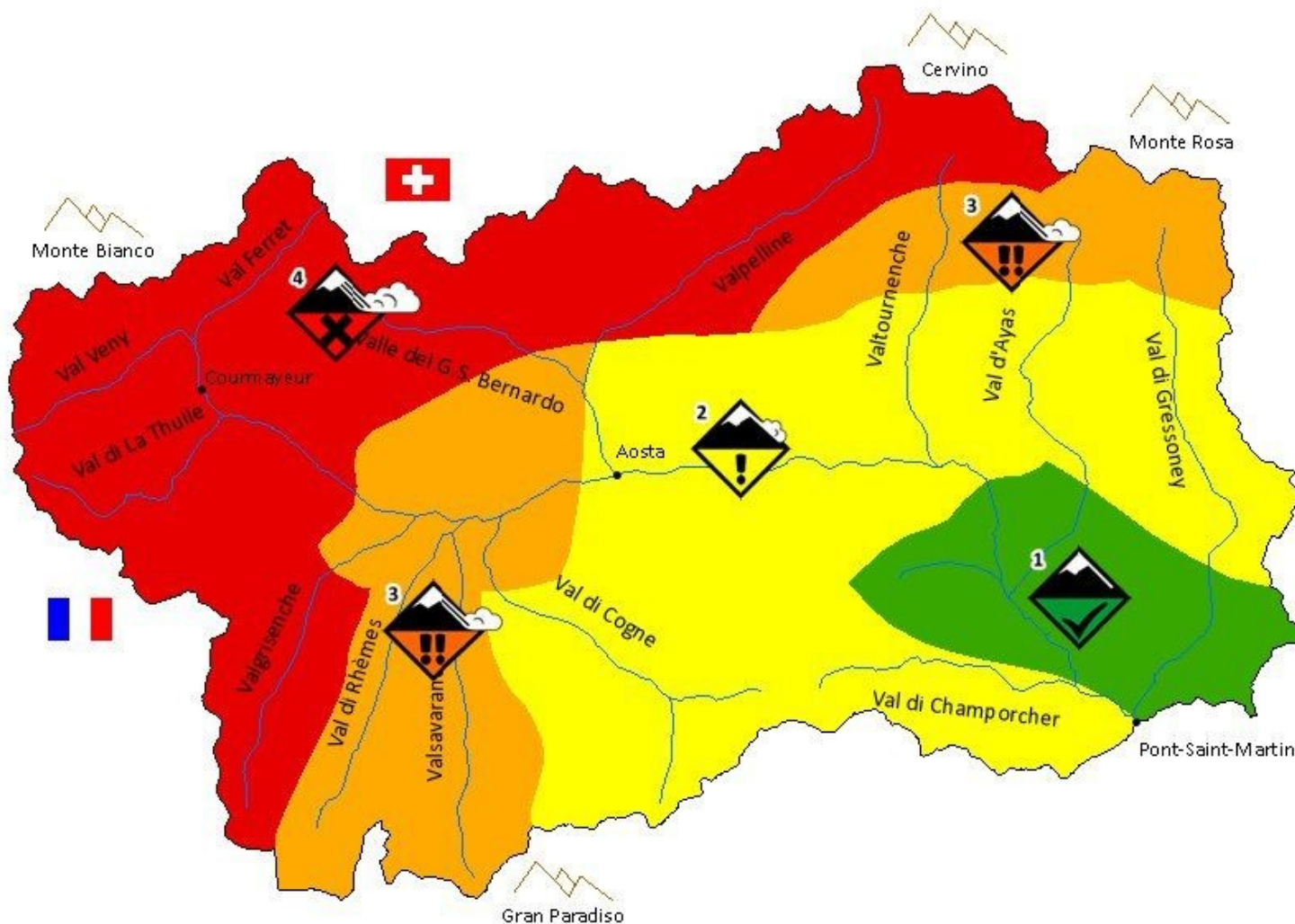
Inizio gennaio 2019: depressione fredda su Europa orientale, anticiclone su Spagna e Atlantico orientale: foehn a Sud delle Alpi e stau a Nord con nevicate eccezionali in Austria



8 gennaio 2019: Copertura nuvolosa.... Chi troppo e chi niente!



Possibili effetti di perturbazione con foehn in Valle d'Aosta

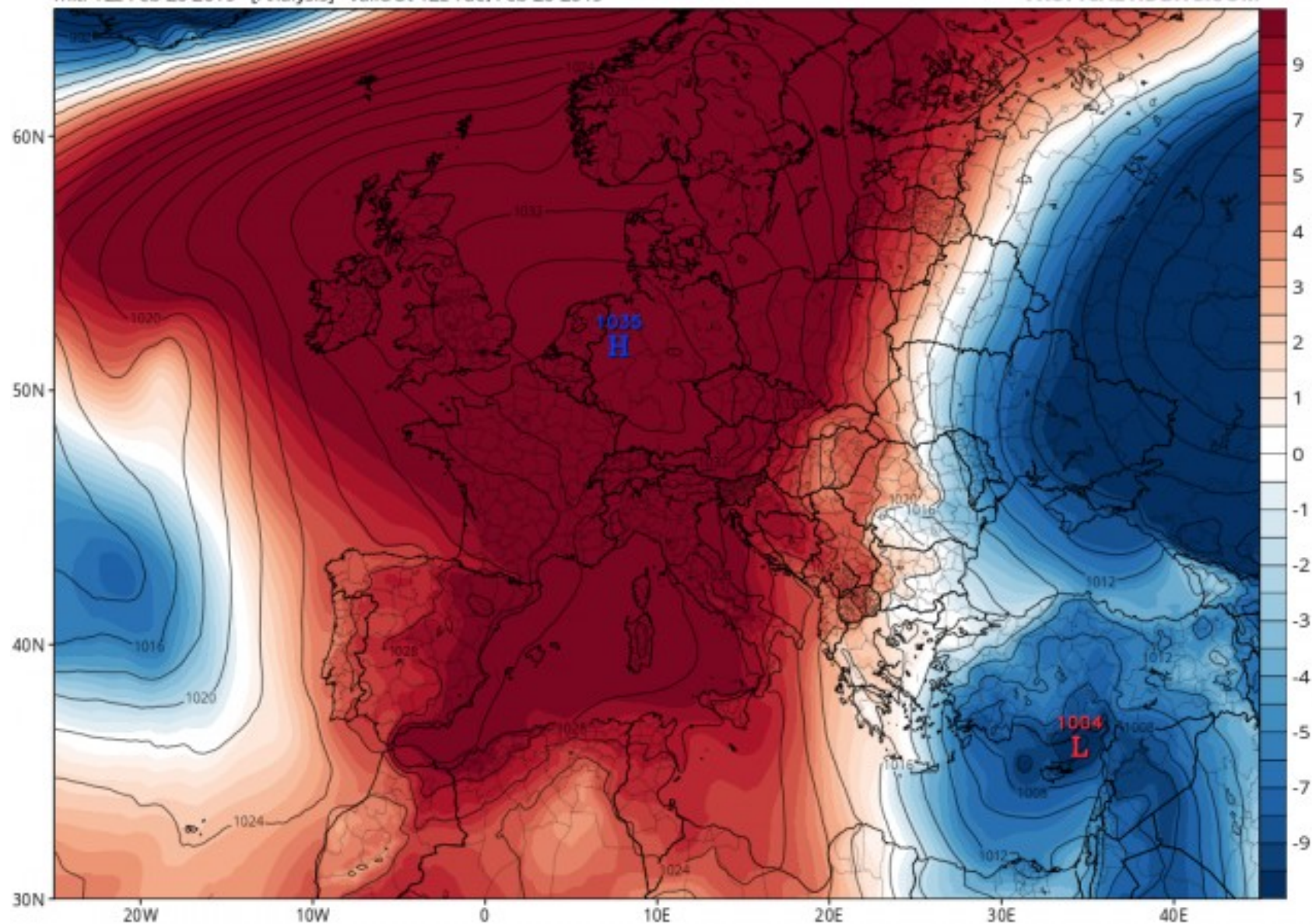


12 febbraio 2019: anticiclone in centro all'Europa - anomalie termiche record: +20°C anche in Germania e Gran Bretagna.... Ancora freddo in Russia

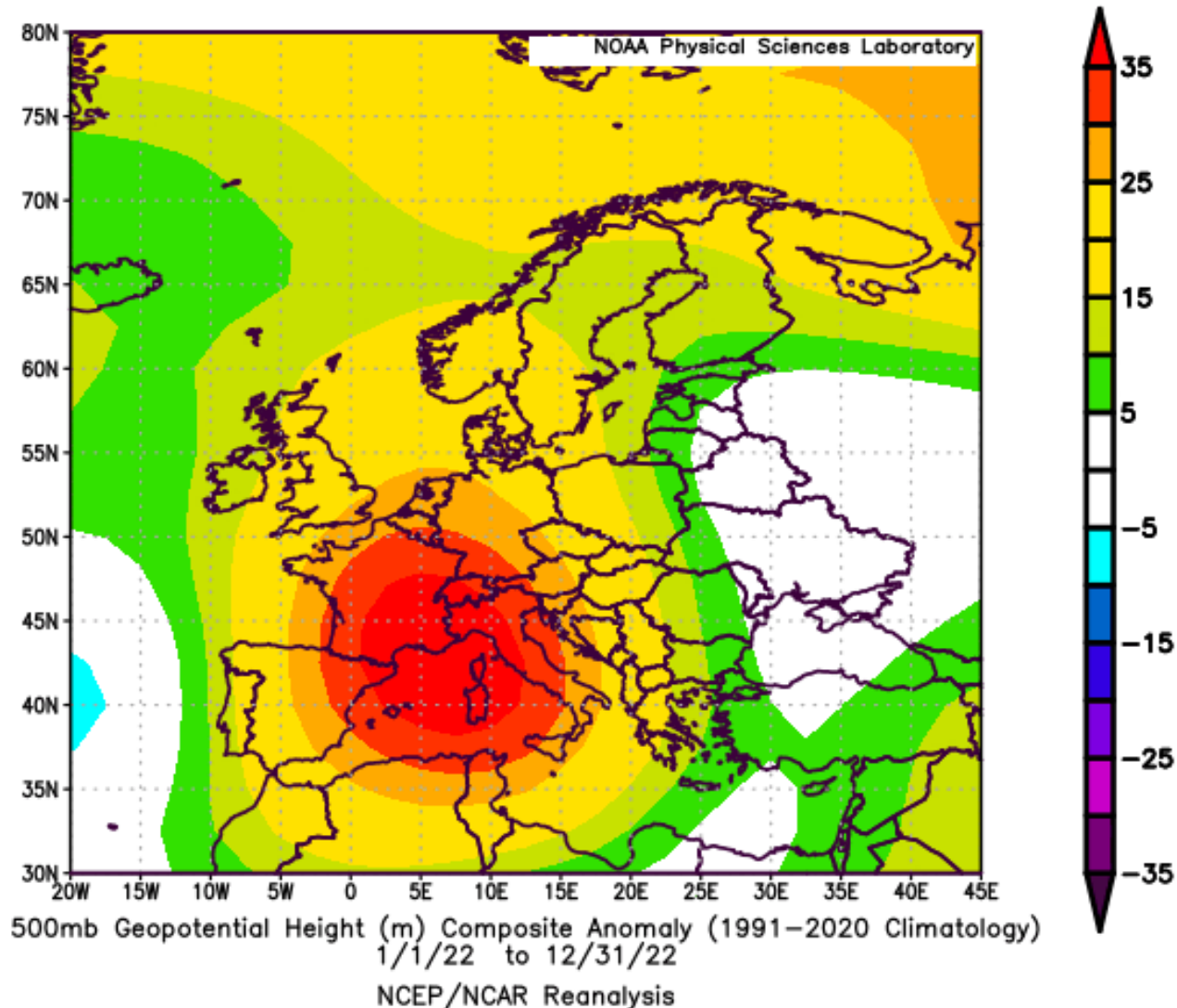
GFS MSLP and Anomaly (hPa) (based on CFSR 1981-2010 Climatology)

Init: 12z Feb 26 2019 [Analysis] valid at 12z Tue, Feb 26 2019

TROPICALTIDBITS.COM

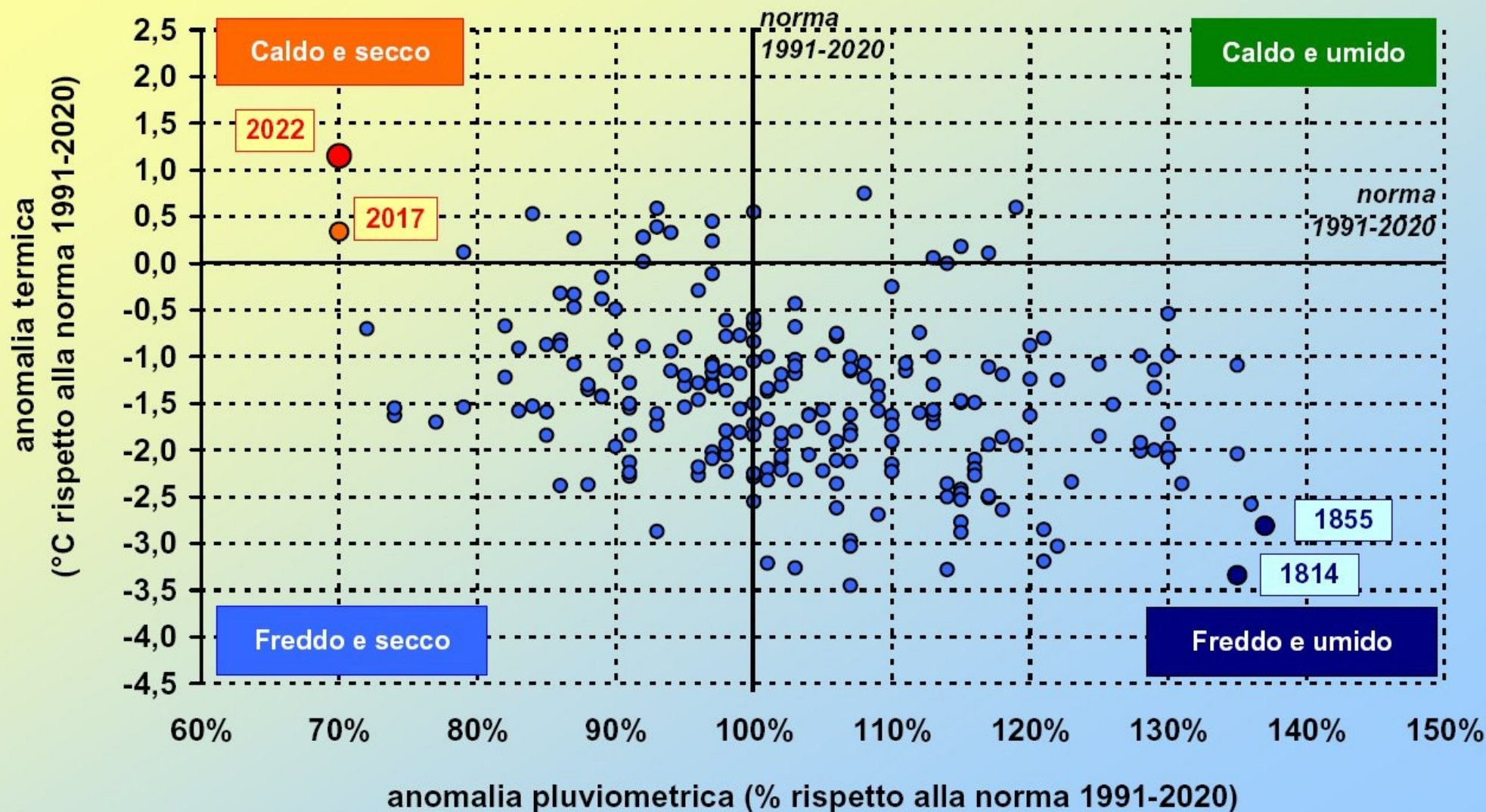


Anomalie bariche Europa 2022- La zona rossa è la più colpita da caldo e siccità, con l'aggravio del frequente effetto favonico per il Piemonte



Distribuzione delle anomalie annue di temperatura media e precipitazioni totali in Italia dal 1800 al 2022

(dati CNR-ISAC, elaborazione grafico SMI / Nimbus)

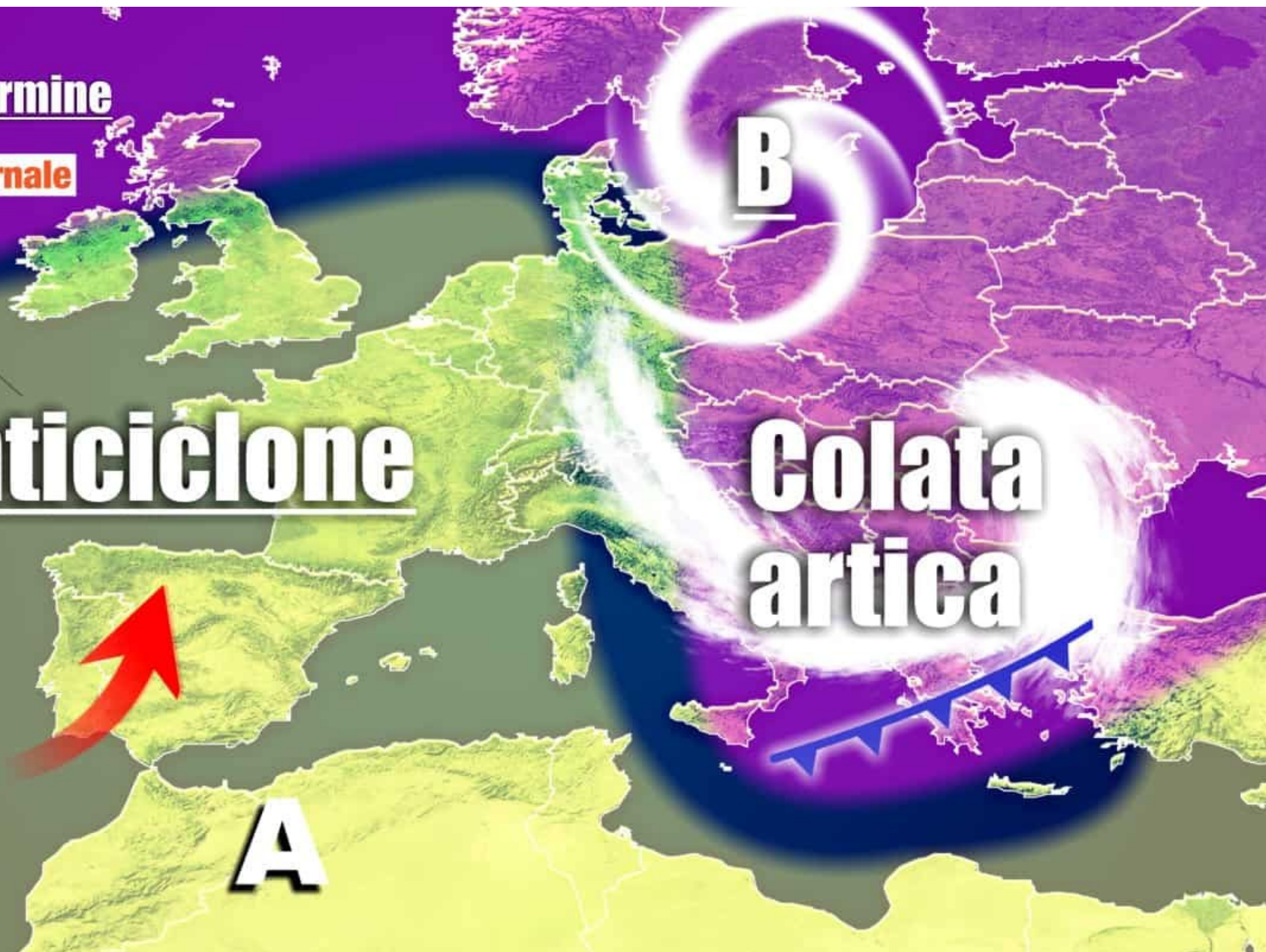


Fine gennaio 2022: anticiclone da incubo su Europa occidentale, freddo e nevicate da incubo su Grecia e Turchia!

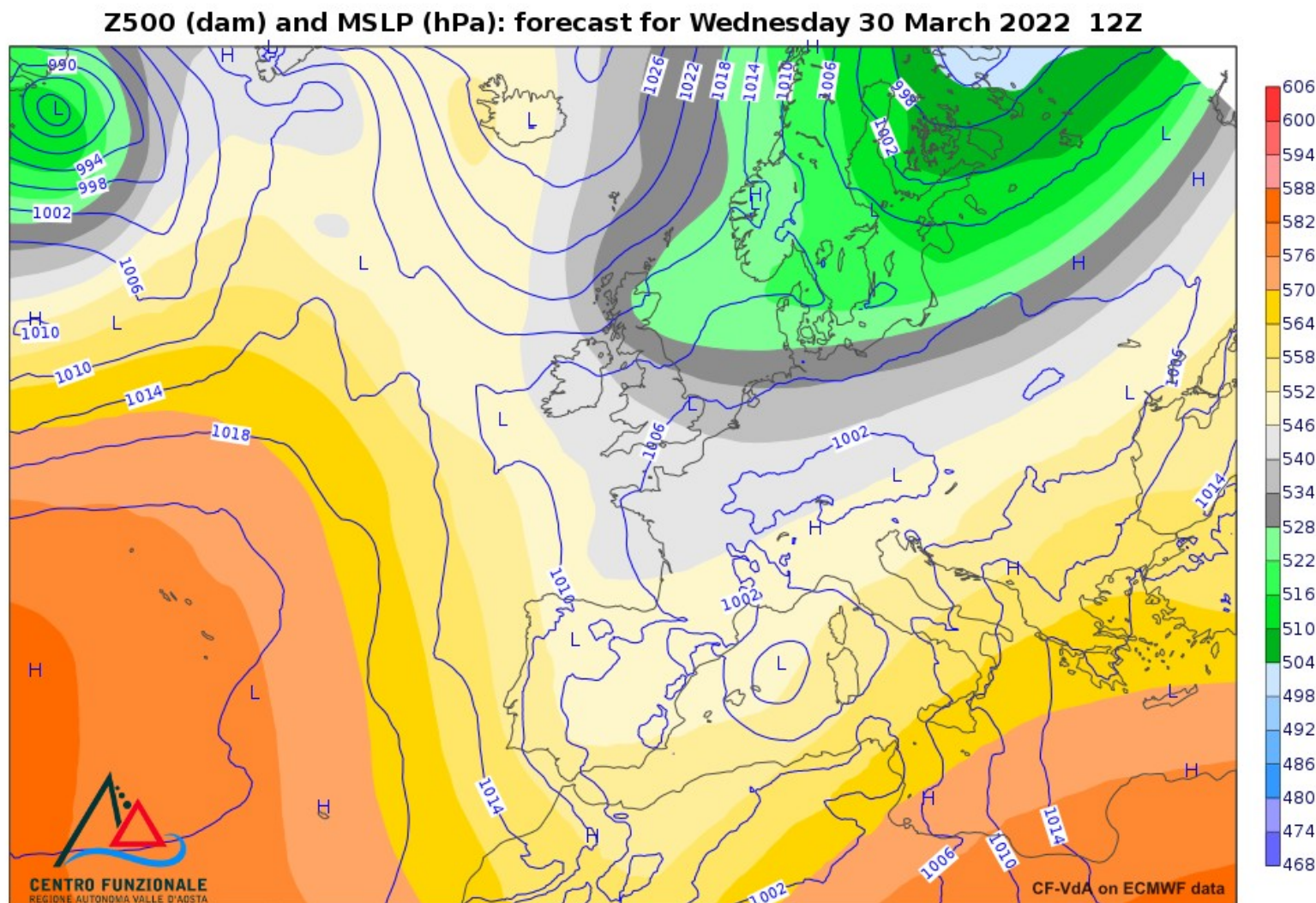
Lungo termine
da confermare
Meteo Giornale

Anticiclone

**Colata
artica**

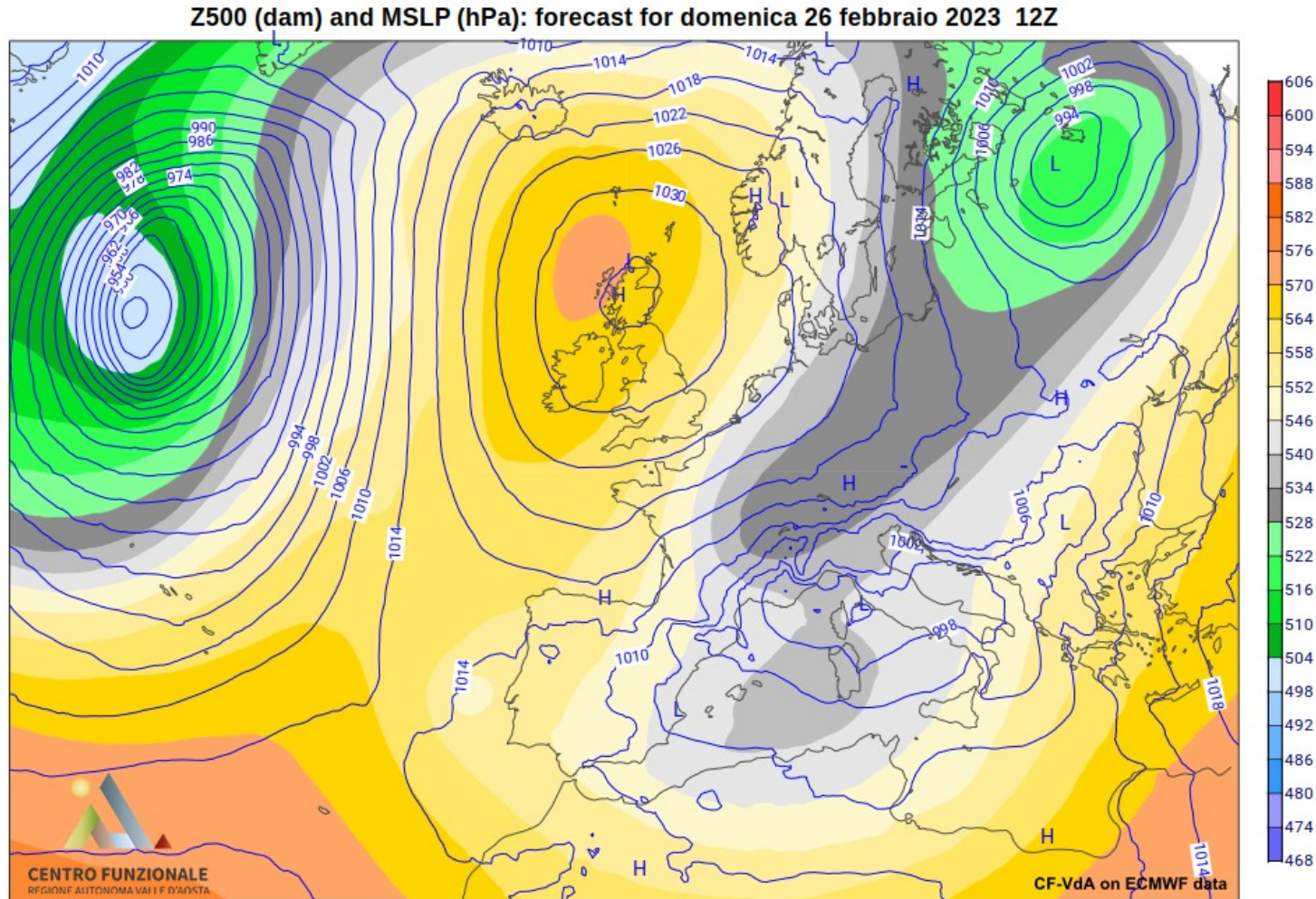


Fine marzo 2022: depressione su Mar Ligure e Golfo del Leone induce aria più fredda da Est e interrompe il lungo periodo siccitoso dovuta alla persistenza di anticicloni tropicali / correnti da O-NO su Italia nord-occidentale, ma con effetti modesti sulle precipitazioni: piccola tregua alla siccità, che di fatto prosegue per oltre un anno, fino a maggio 2023.



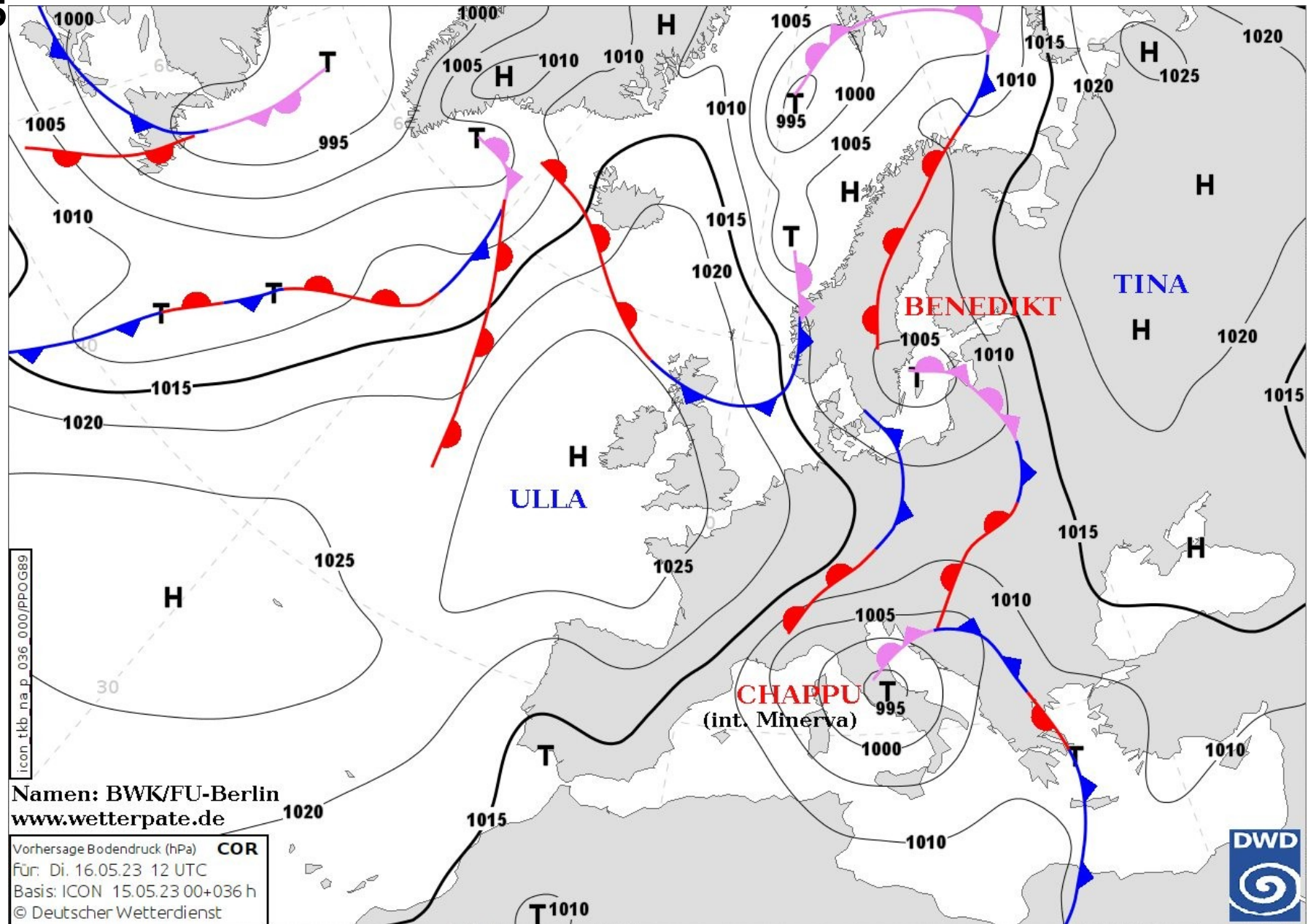
Fine febbraio 2023

Una depressione fredda da NE pone una temporanea pausa al regime dominante di anticicloni tropicali / correnti do O-NO sulle Alpi e porta consistenti nevicate a S della Val Chisone, in particolare su Cuneese e Alpi Liguri e Marittime orientali

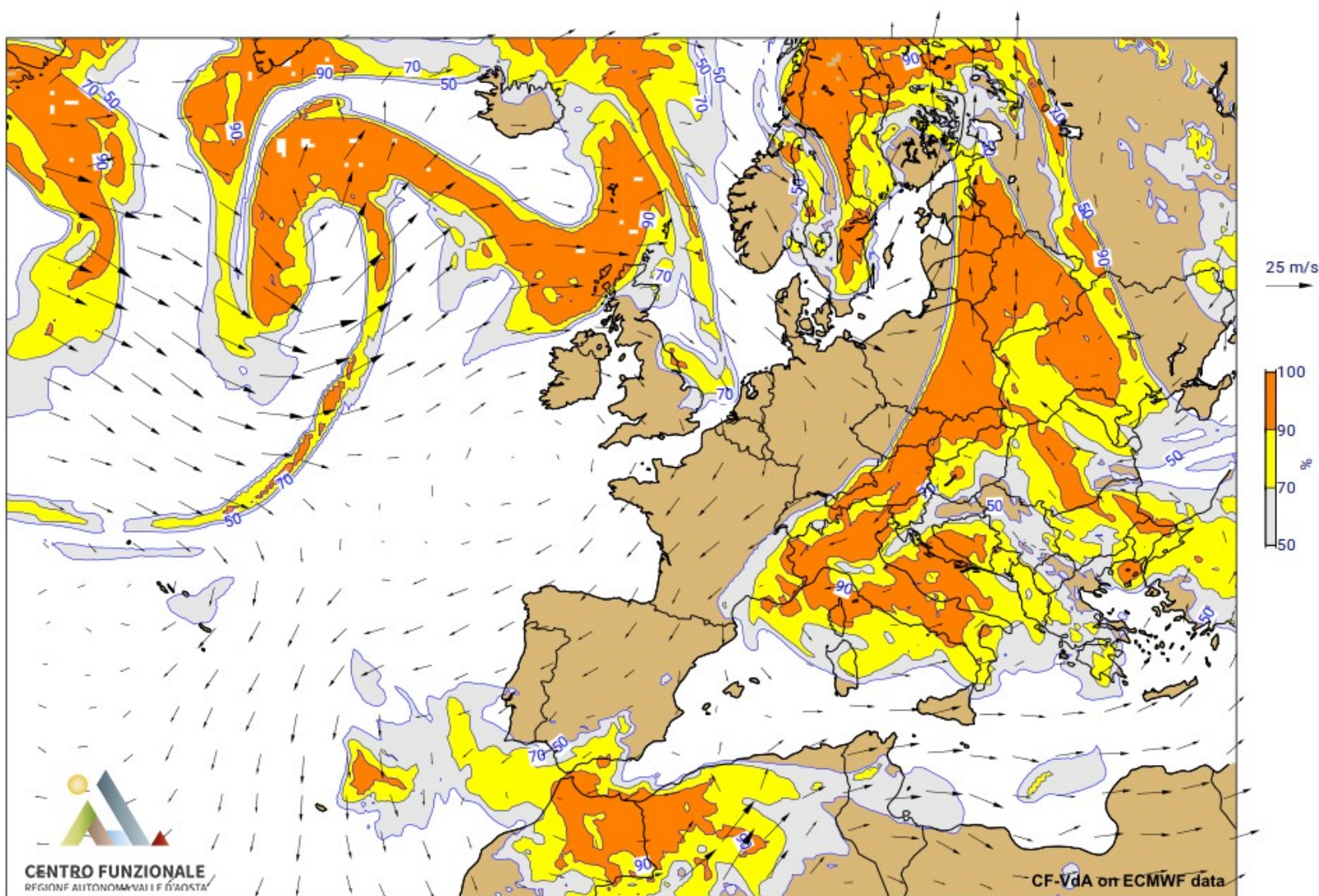


Maggio 2023 la situazione si inverte: tanta pioggia dopo 18 mesi di siccità...

16/5



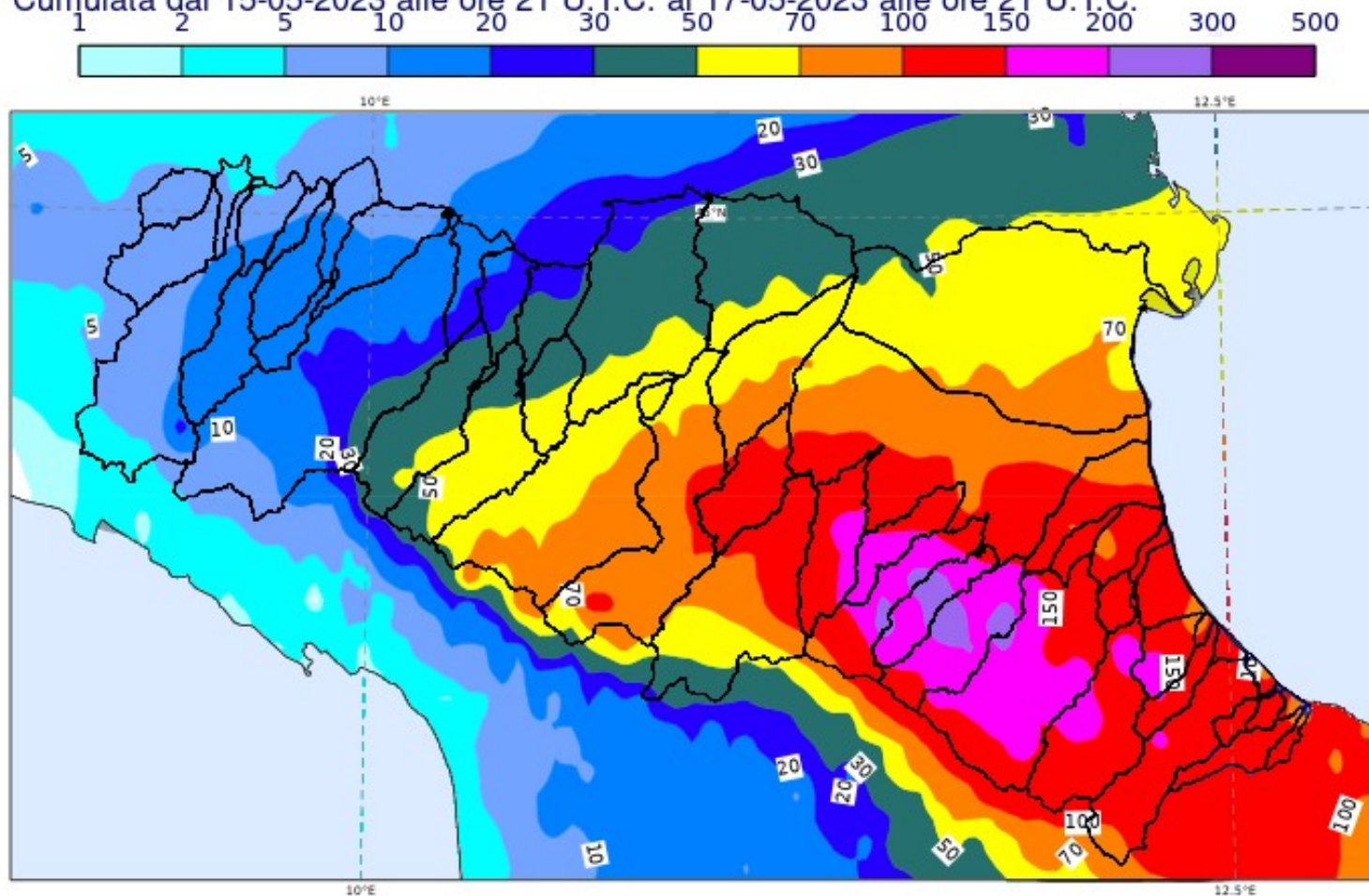
Bassa pressione persistente su centro Italia correnti da Est con effetto stau a diverse riprese sulle Alpi occidentali (21/5 la neve supera 1,70 m al Rifugio Gastaldi)...



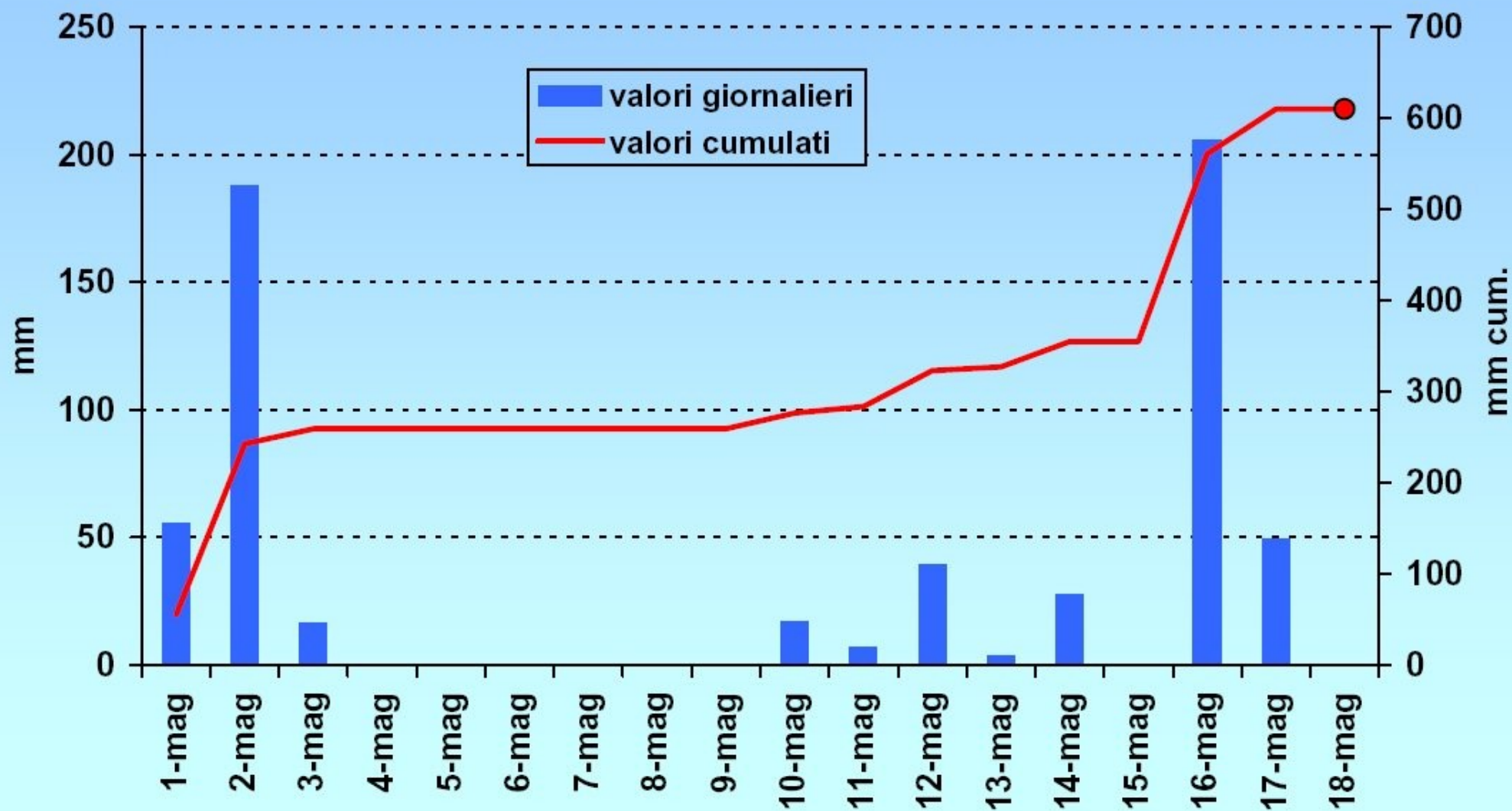
.... ed effetto stau anche su Appennino Romagnolo, ove capita di peggio....

pioggia cumulata [mm] in 48 ore

Cumulata dal 15-05-2023 alle ore 21 U.T.C. al 17-05-2023 alle ore 21 U.T.C.



Trebbio (570 m, Forlì-Cesena) - Precipitazioni giornaliere e cumulate
1-18 maggio 2023 (fonte dati: ARPAE)

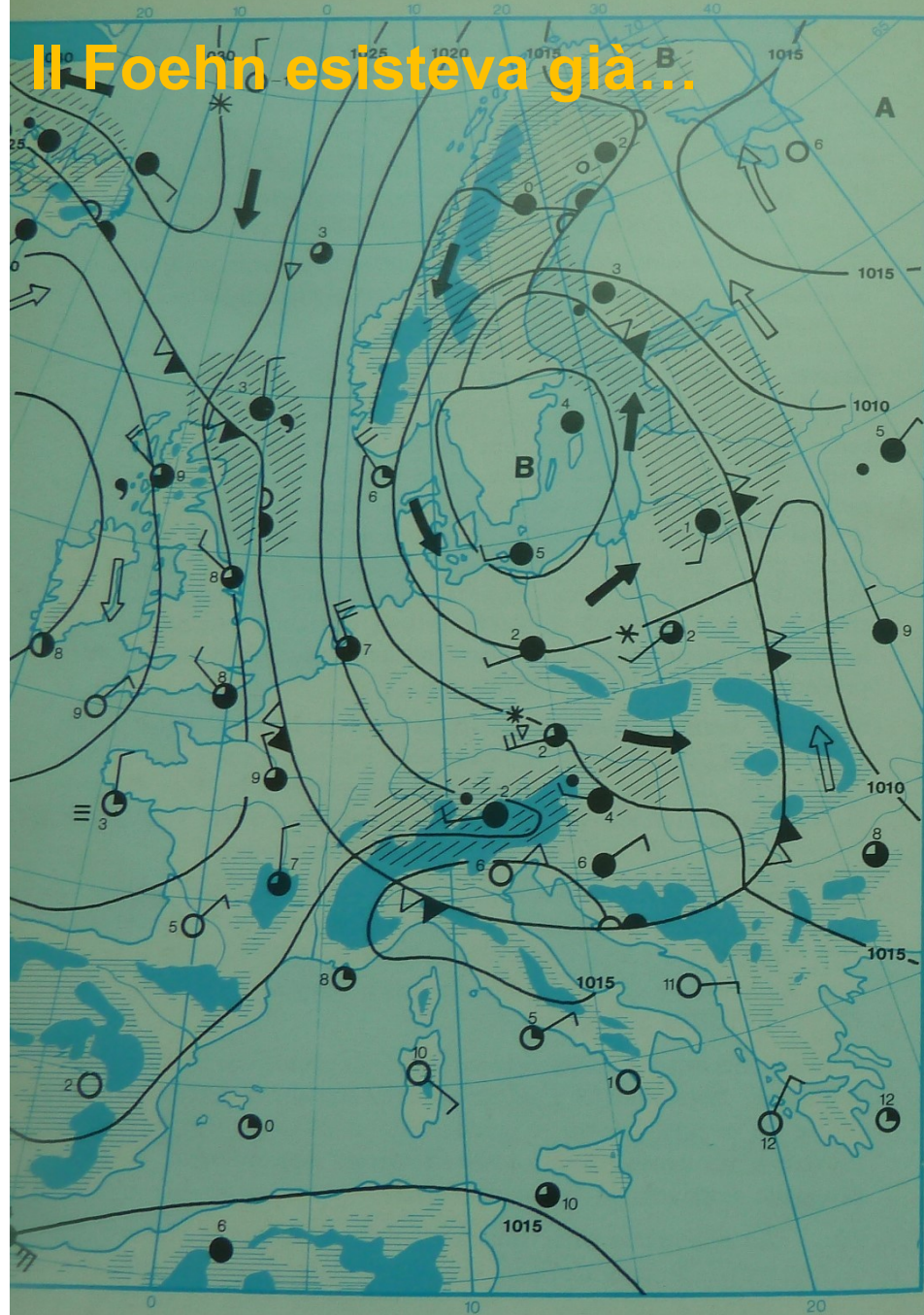


C'era una volta...

Situazioni meteorologiche tipiche delle Alpi

**Da: A. Schneider – Guida al tempo in montagna
(Wetter und Bergsteigen – München, 1976)**

Il Foehn esisteva già...



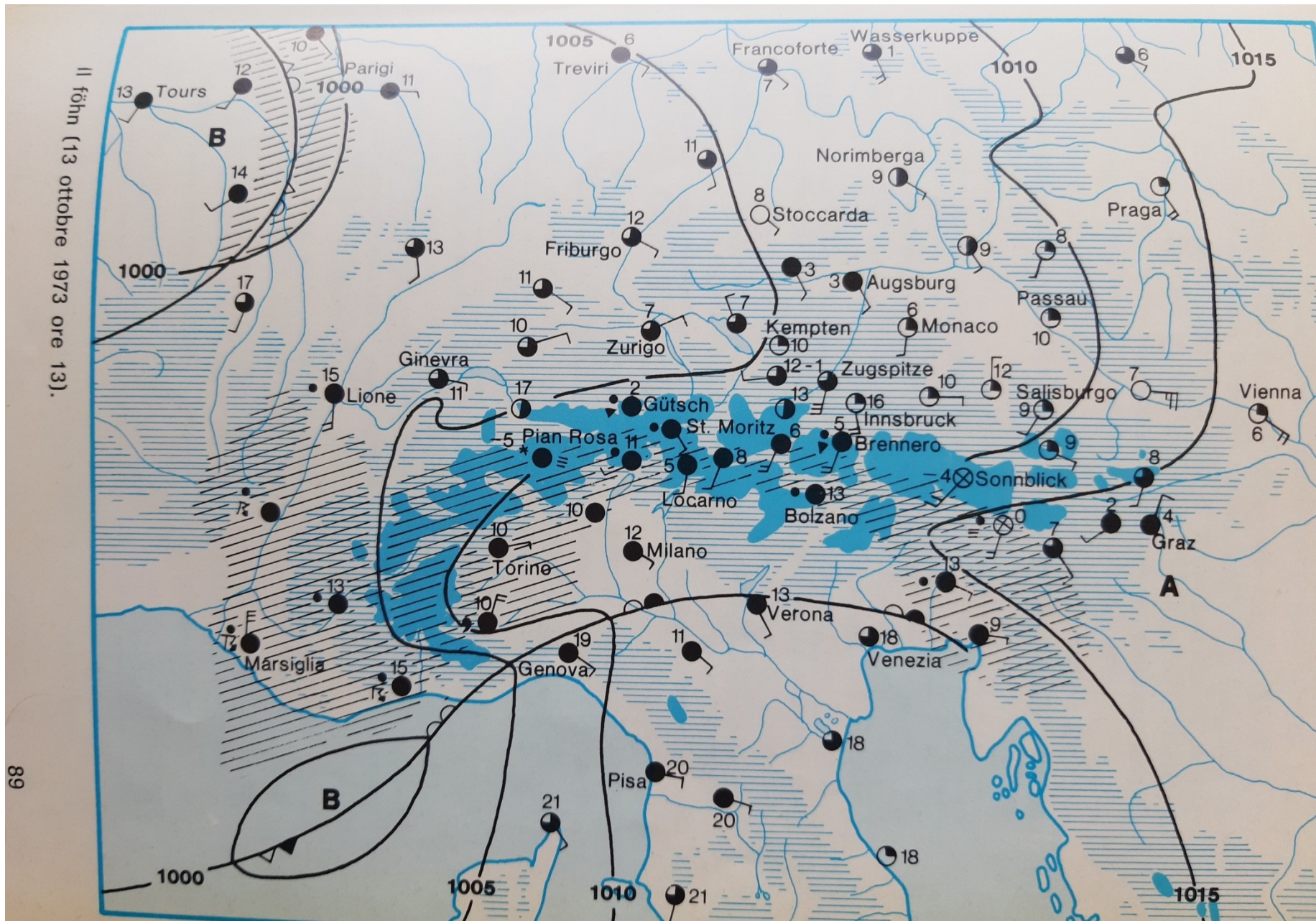
Lo stau.

... ma non solo Foehn!

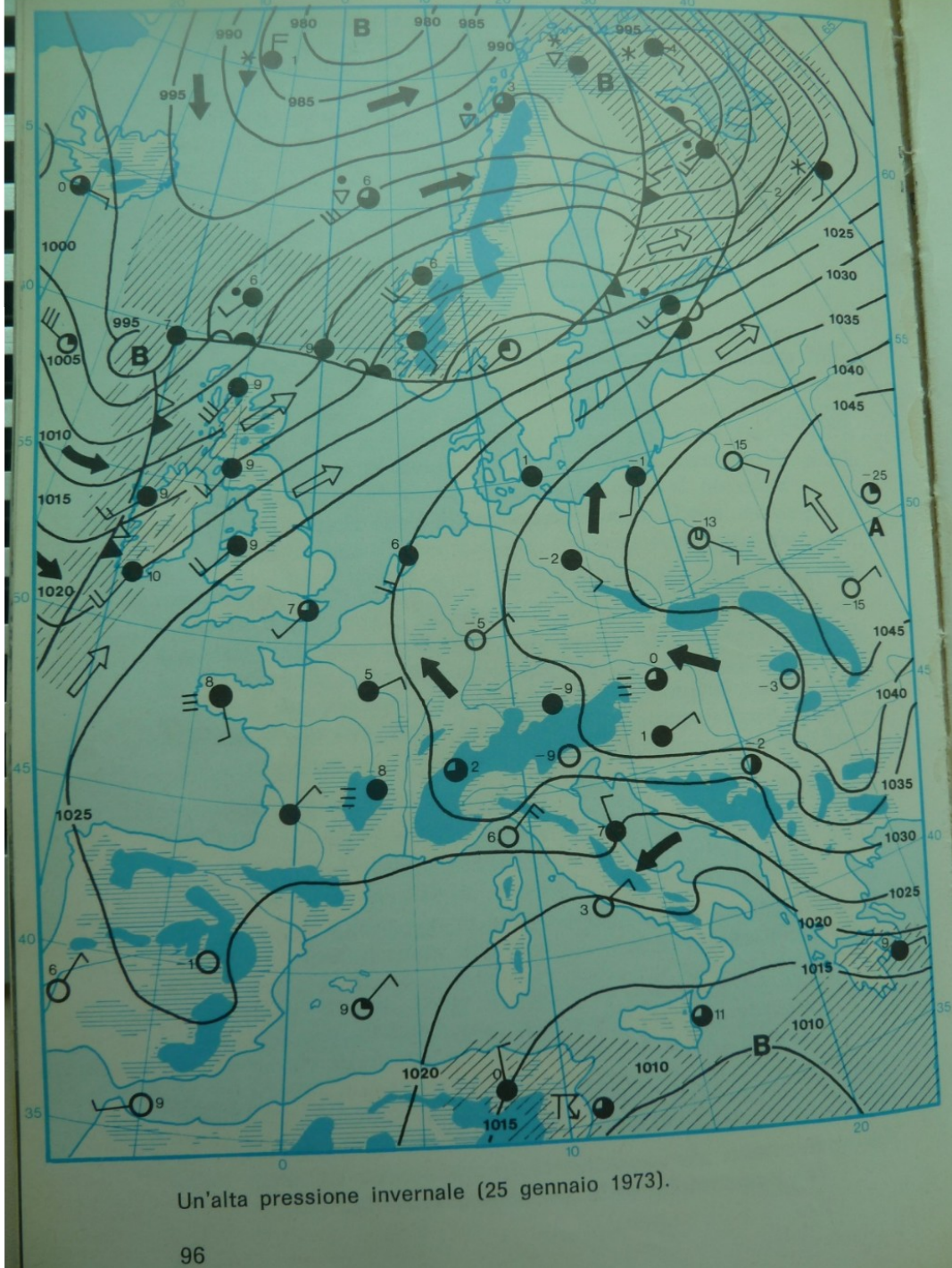


Una depressione alpina.

Stau a sud delle Alpi, Foehn a nord....



**C'era anche
l'anticiclone russo in
inverno oltre a quello
delle Azzorre in
estate....**



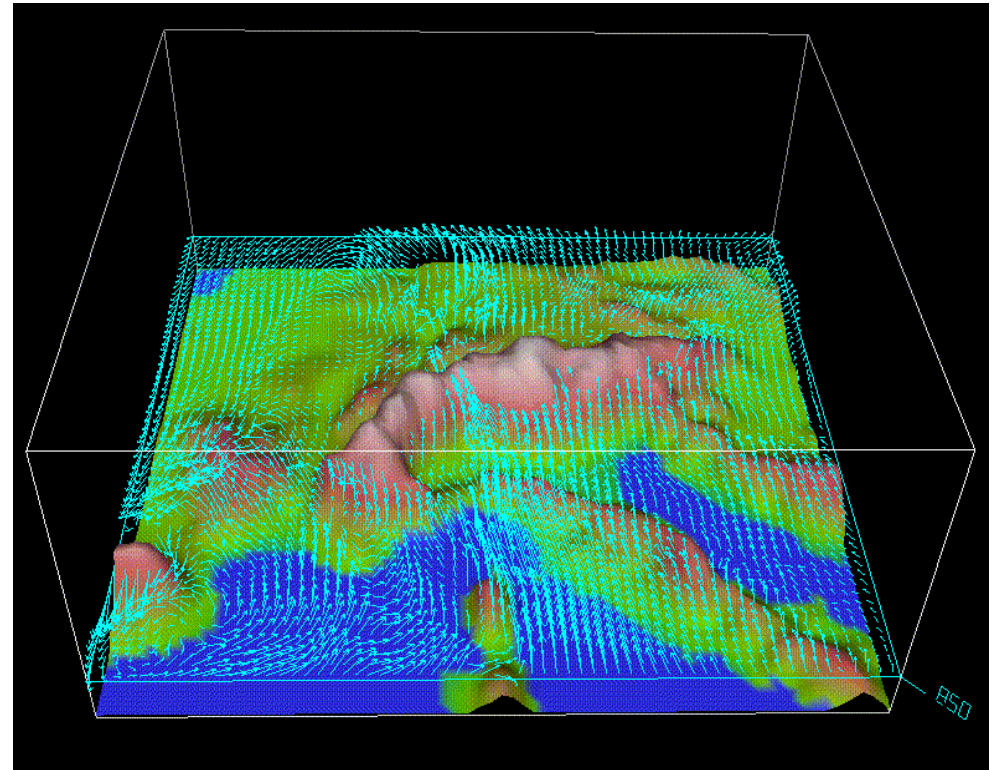
**... e così era
l'inverno a
Balme...**

**(Nessun riferimento ad una
nevicata eccezionale)**



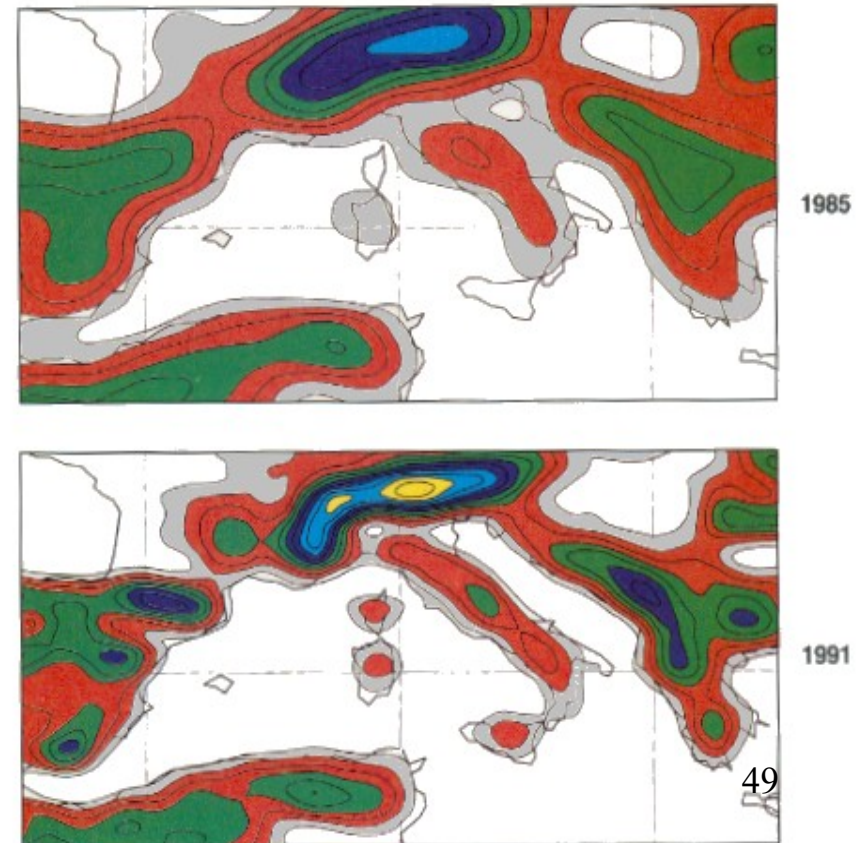
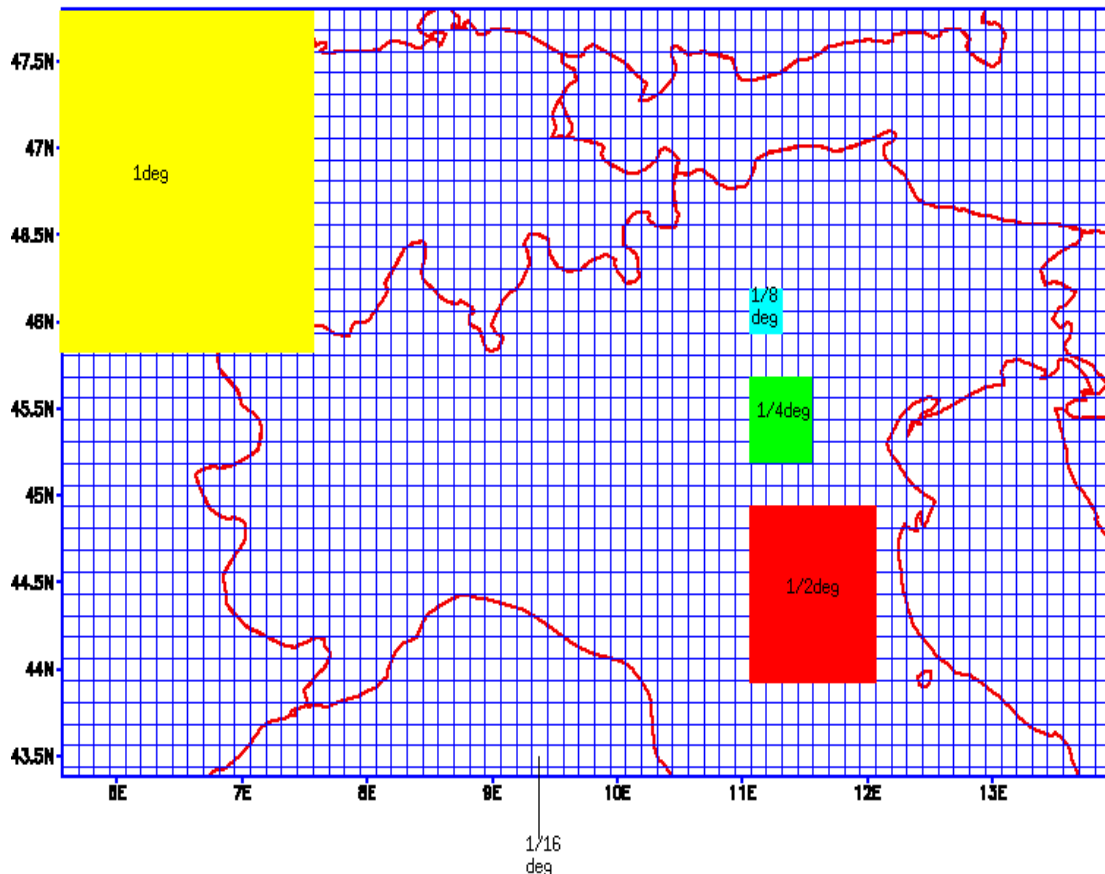
La previsione meteorologica

Viene effettuata sulla base di risorse quasi infinite, che riescono solo in parte ad essere adeguate ad uno dei sistemi più complicati con cui l'uomo abbia mai avuto modo di interagire. La previsione meteorologica viene fatta integrando numericamente le equazioni che regolano l'atmosfera su calcolatori molto potenti.



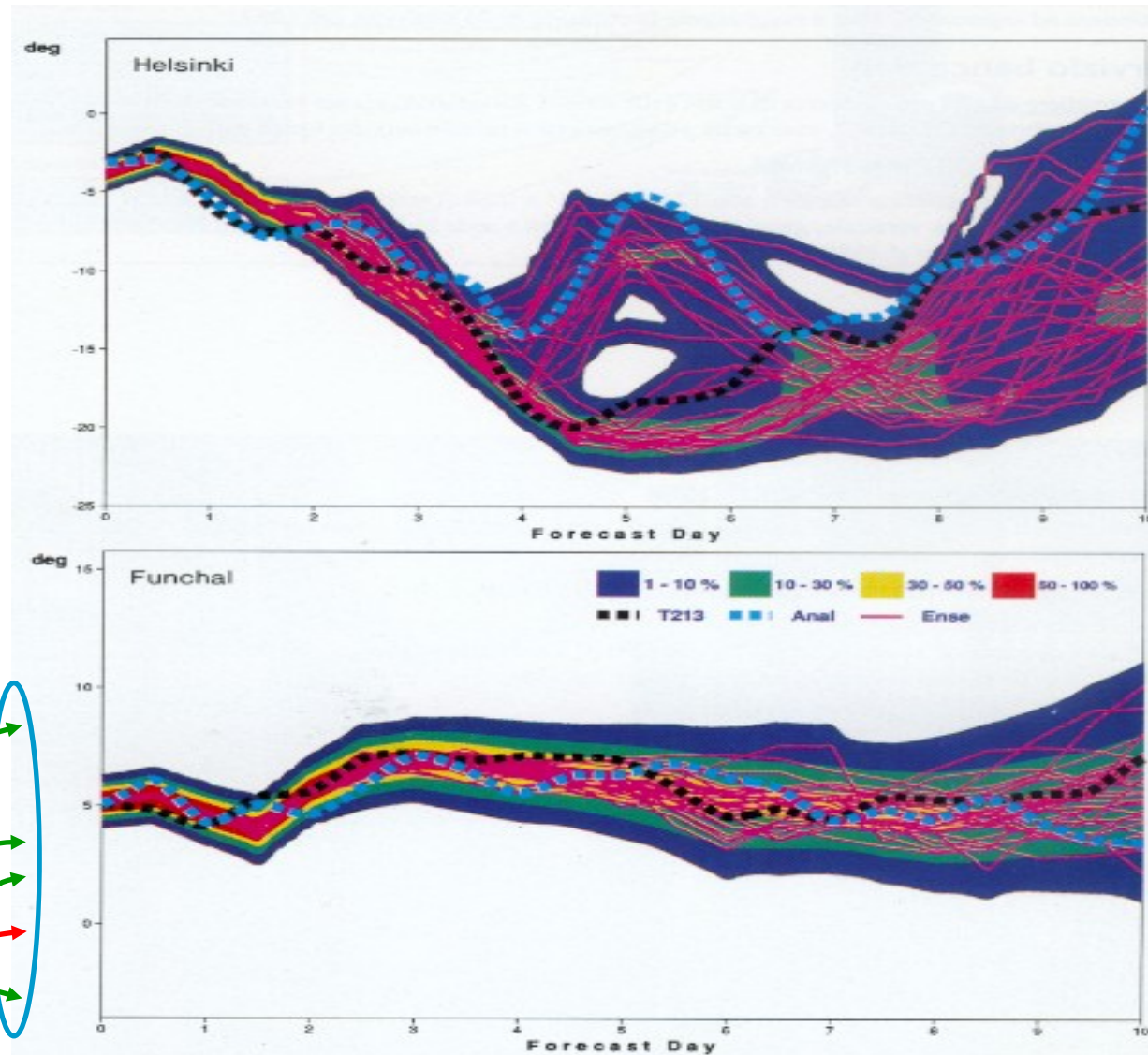
La risoluzione spaziale del modello di ECMWF

Nel corso degli anni, grazie all'accresciuta potenza di calcolo degli elaboratori, anche il grigliato utilizzato dal GCM dell'ECMWF si è via via infittito in modo tale che la rappresentazione orografica è diventata via via più vicina alla realtà (nel 1979 Torino risultava inglobata in un “blocco” orografico di circa 2000 m, mentre nella rappresentazione orografica del 1991 si riescono a distinguere i più grossi massicci orografici delle Alpi ed anche degli Appennini)



L'atmosfera è un sistema caotico

In media, la perdita di attendibilità dei risultati delle previsioni è molto rapida per cui **dopo due settimane si può dire che lo stato del sistema atmosferico è completamente casuale** e la previsione deterministica perde ogni significato: in altre parole **l'atmosfera è un sistema caotico**



Un Esempio di Previsione di Pioggia Intensa:

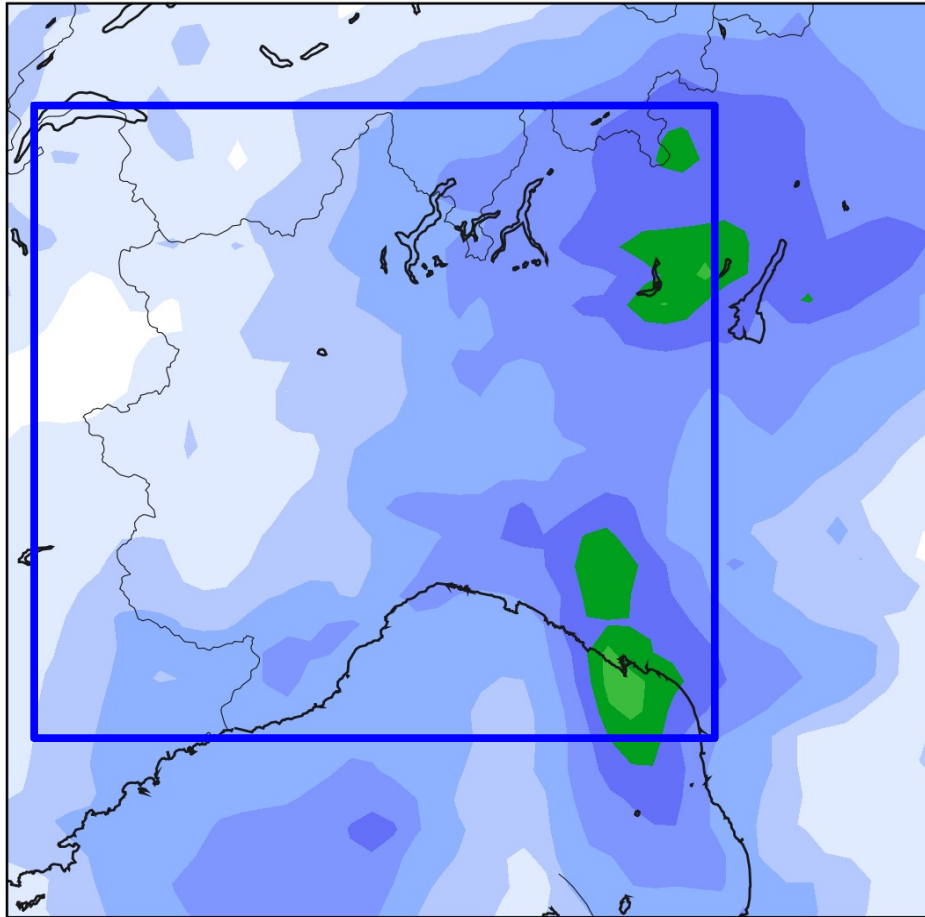
L'alluvione delle 5 terre (25 oct 2011)

ECMWF 16km

ARPAL (Genoa, Italy) – ISAC-CNR (Bologna, Italy)

12h total precipitation [mm (12h)⁻¹]

00Z Wed 26 OCT $\tau = 42h$

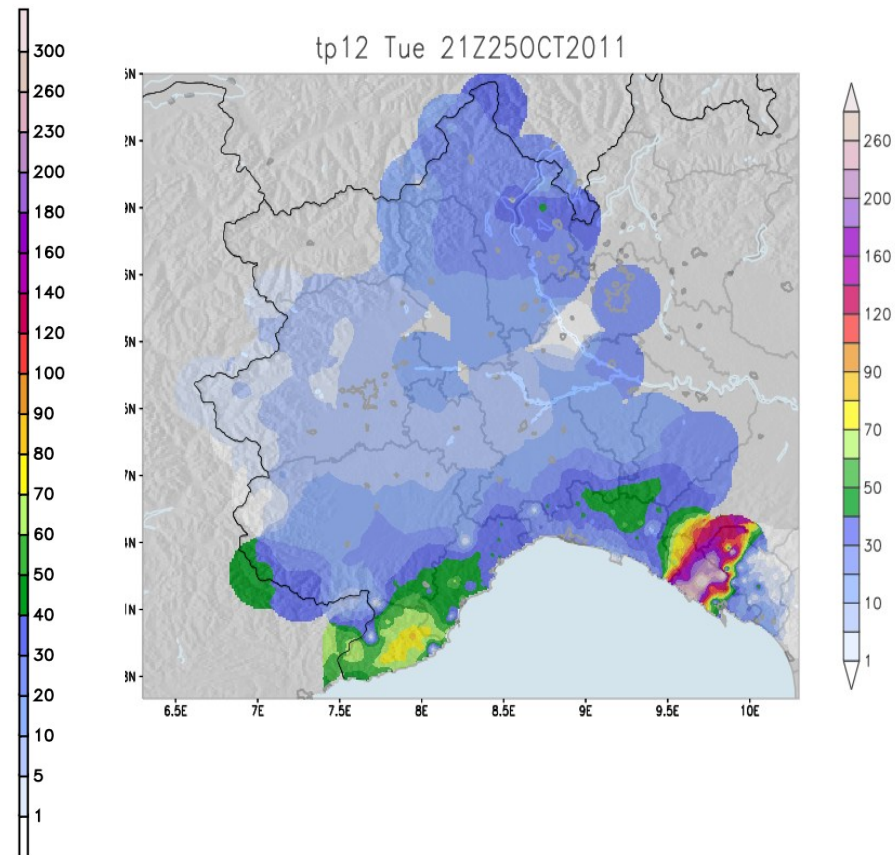


Model: **ECMWF**

Resolution: 0.125°x0.125°

Analysis: 06Z24OCT2011

OBS

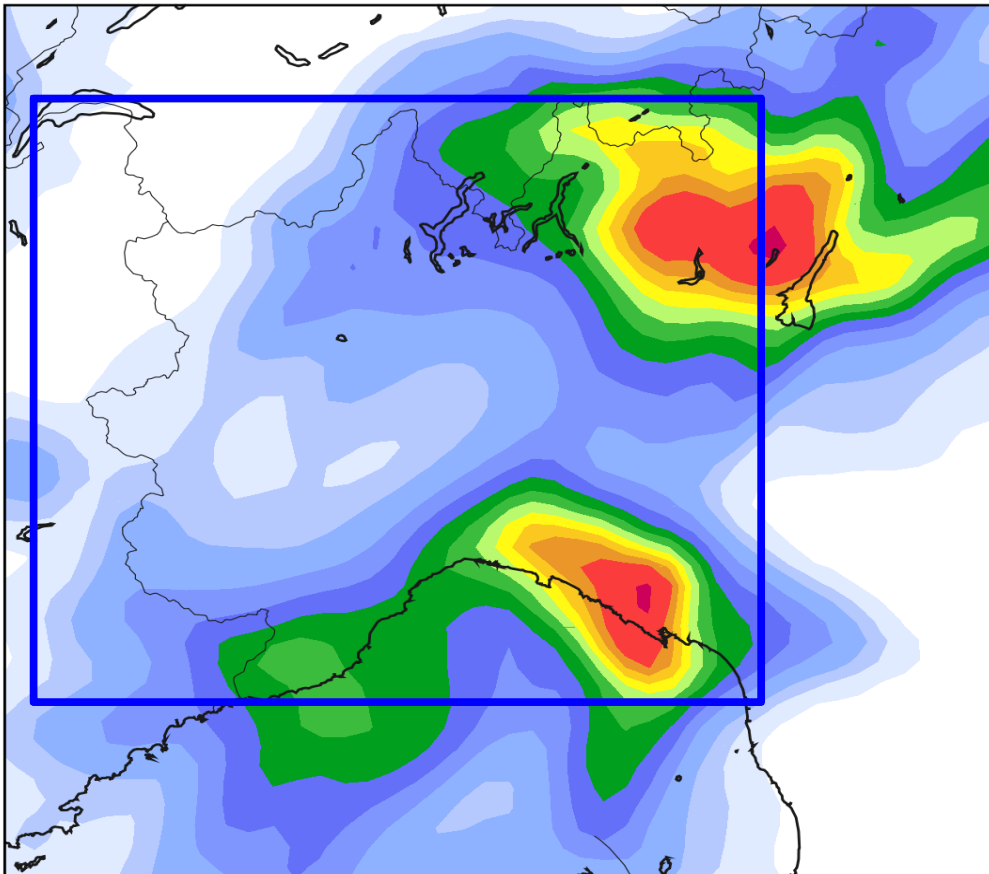


Un Esempio di Previsione di Pioggia Intensa:

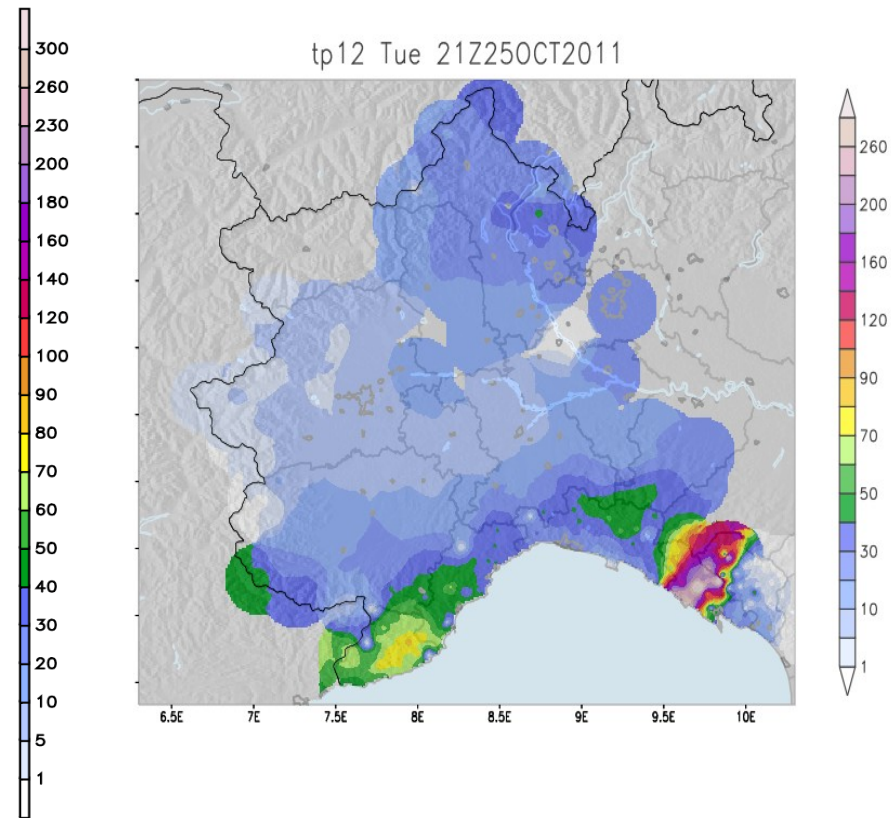
L'alluvione delle 5 terre (25 oct 2011)

BOLAM 10km

ARPAL (Genoa, Italy) — ISAC-CNR (Bologna, Italy)
12h total precipitation [mm (12h)⁻¹]
21Z Tue 25 OCT $\tau = 45h$



OBS

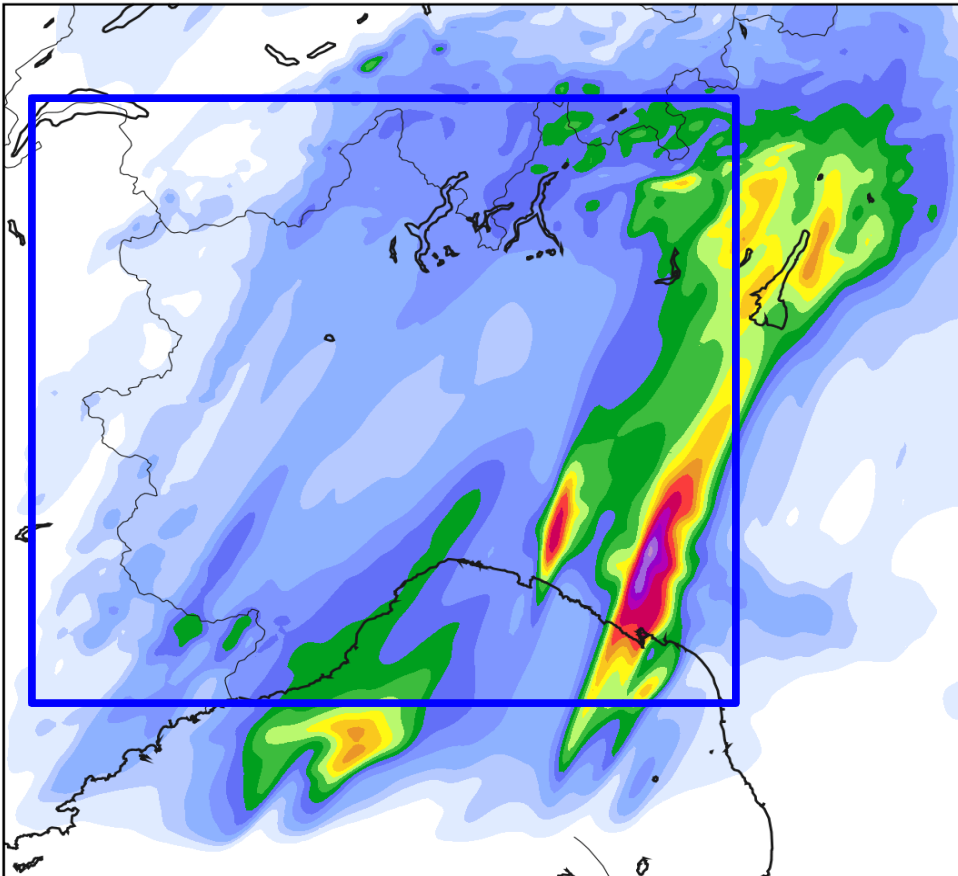


Un Esempio di Previsione di Pioggia Intensa:

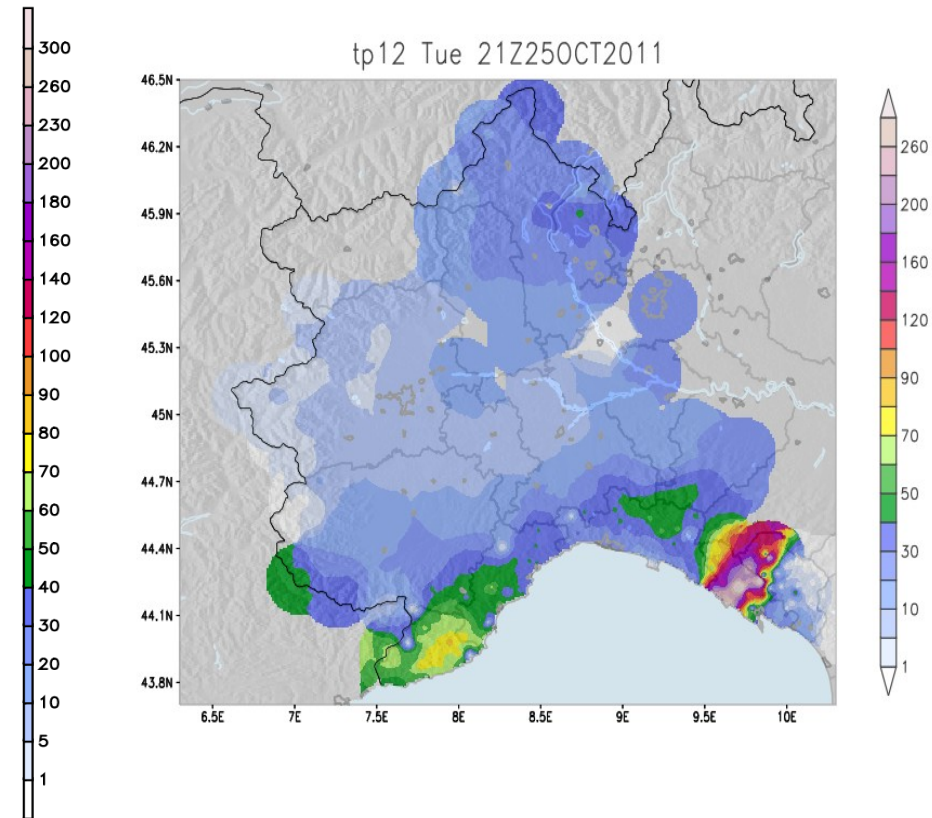
L'alluvione delle 5 terre (25 oct 2011)

MOLOCH 2.3km

ARPAL (Genoa, Italy) – ISAC-CNR (Bologna, Italy)
12h total precipitation [mm (12h)⁻¹]
21Z Tue 25 OCT $\tau = 45h$

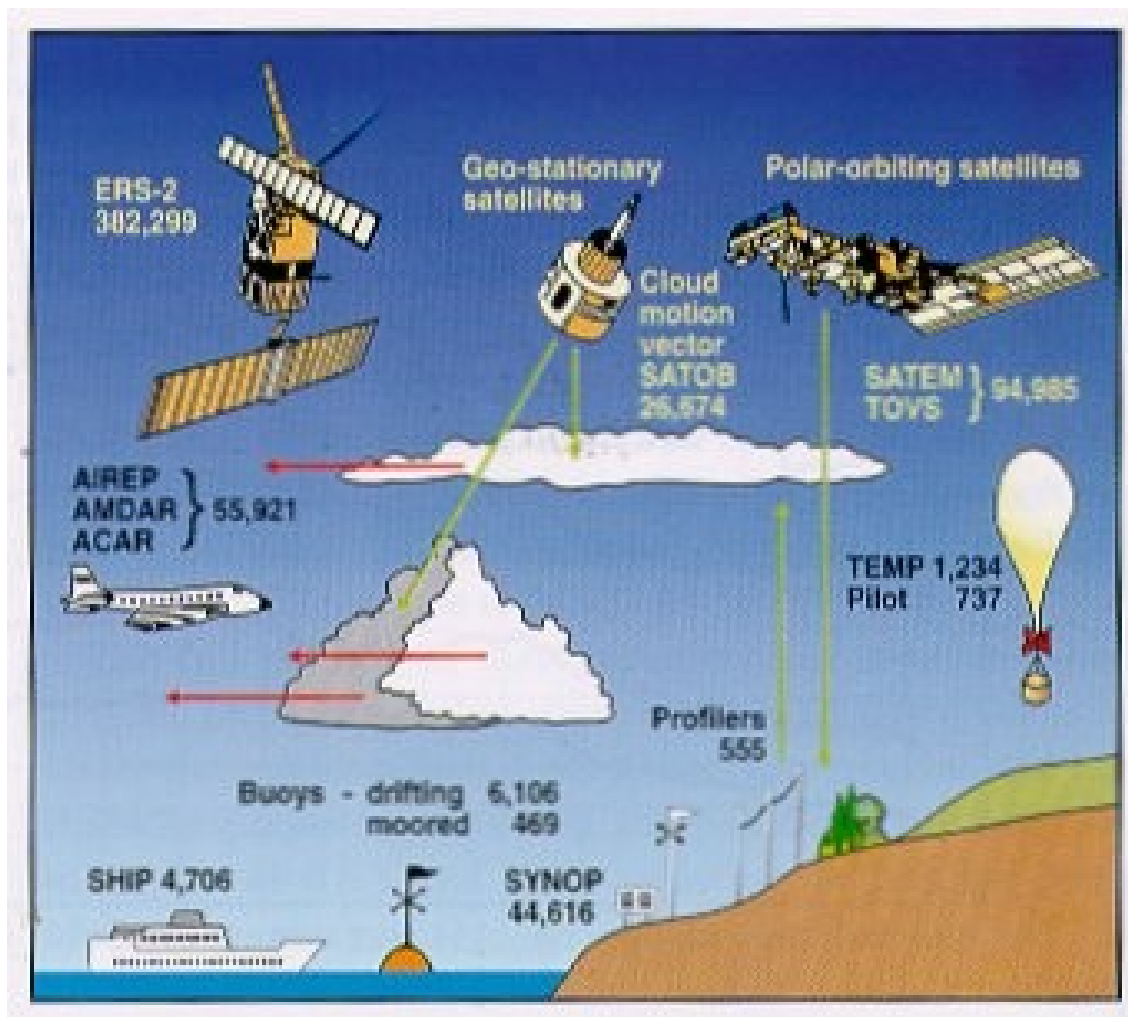


OBS



Model: **moloch** Resolution: 0.028°x0.020° Analysis: 00Z24OCT2011

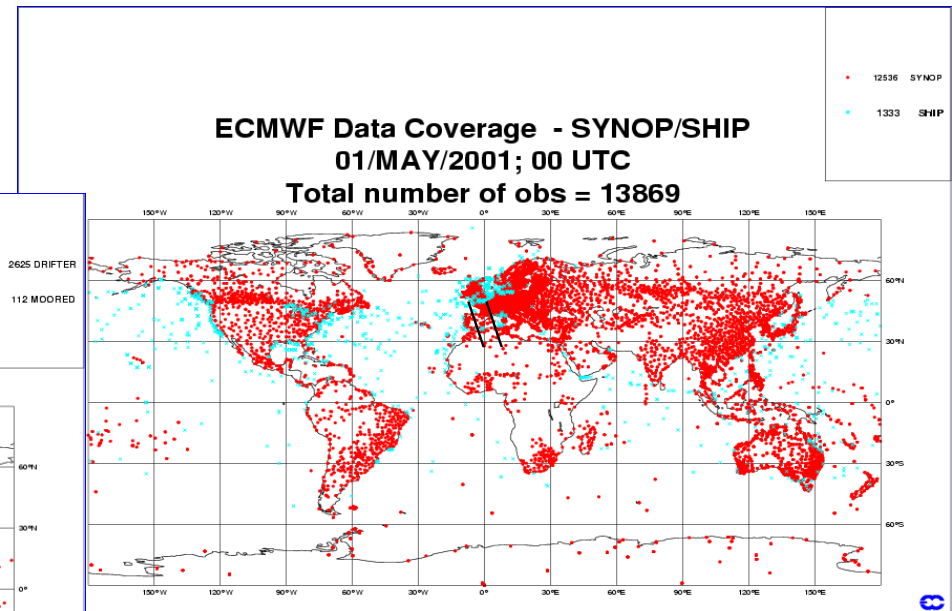
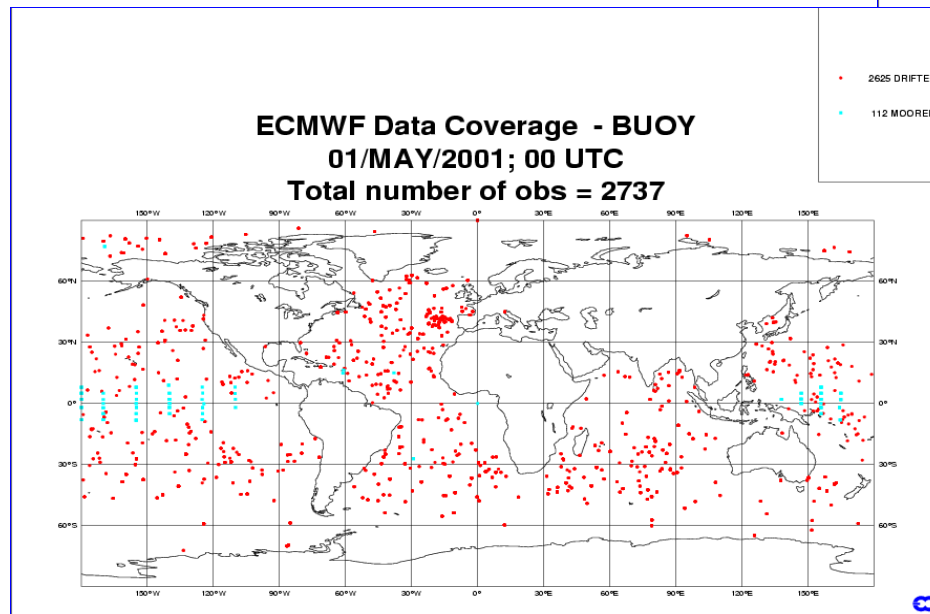
La rete osservativa



Reti osservative

Osservazioni a scala sinottica: ogni ora, alle ore sinottiche principali (00, 06, 12, 18 UTC) eccetto piogge (9, 21 LT) compongono il WWW (World Weather Watch)

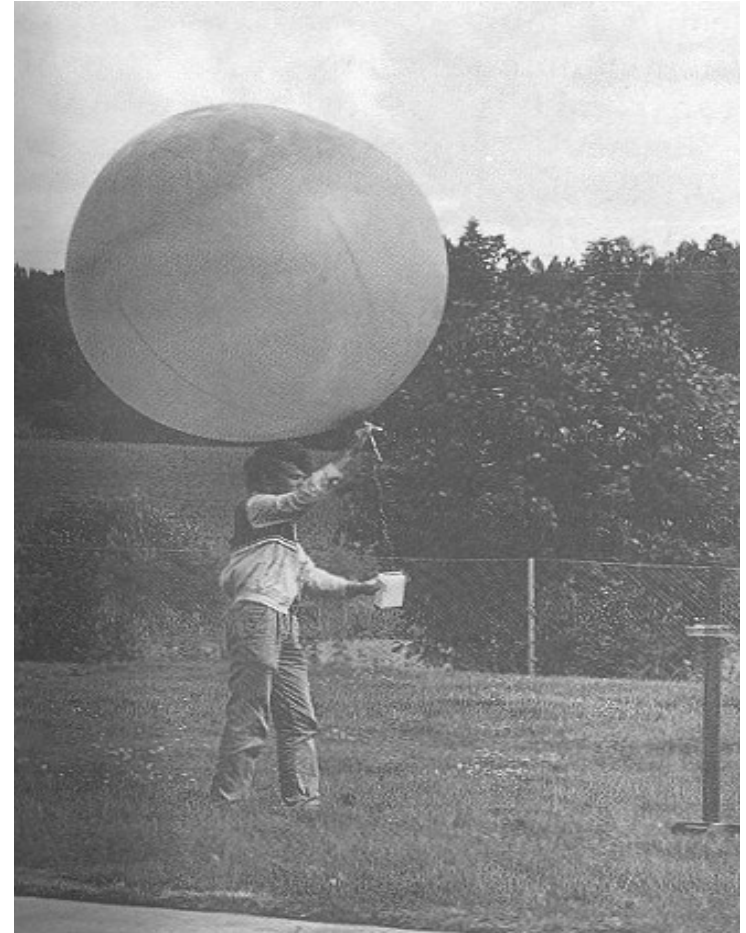
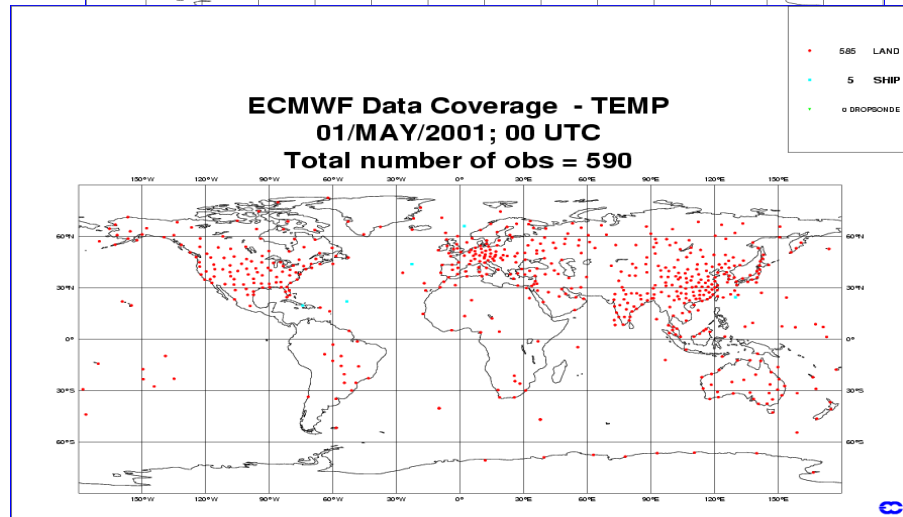
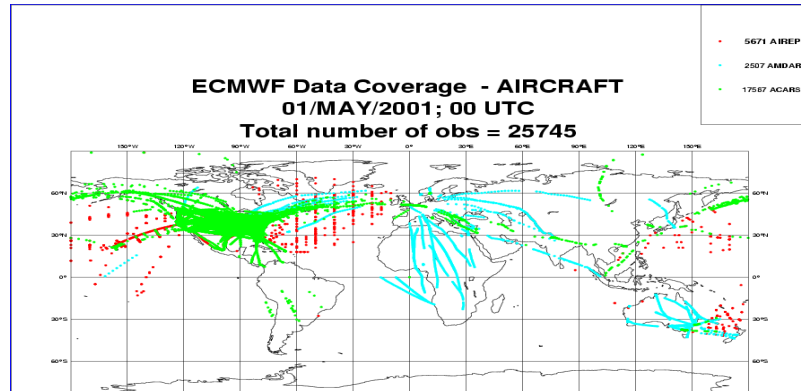
Su Terra: pressioni ridotte a livello del mare (< 500m)



Su mare: ship (poche)

Altri dati

Misure da aerei lungo le principali rotte



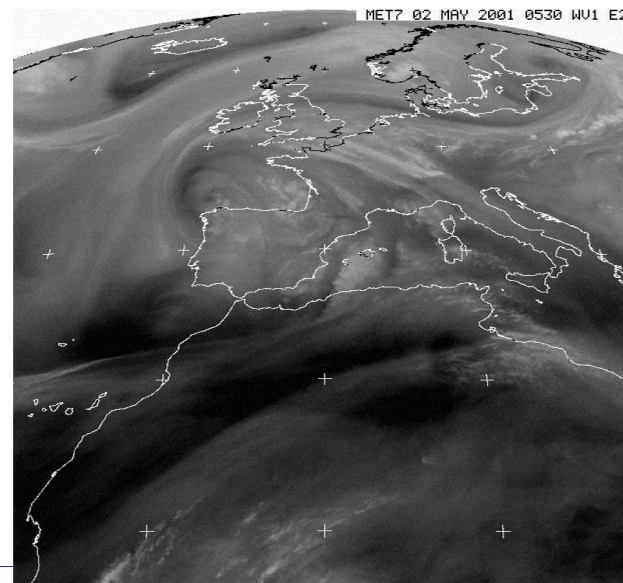
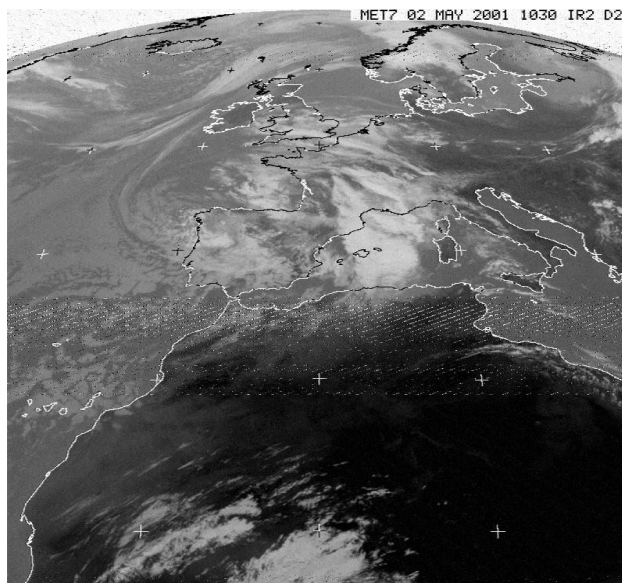
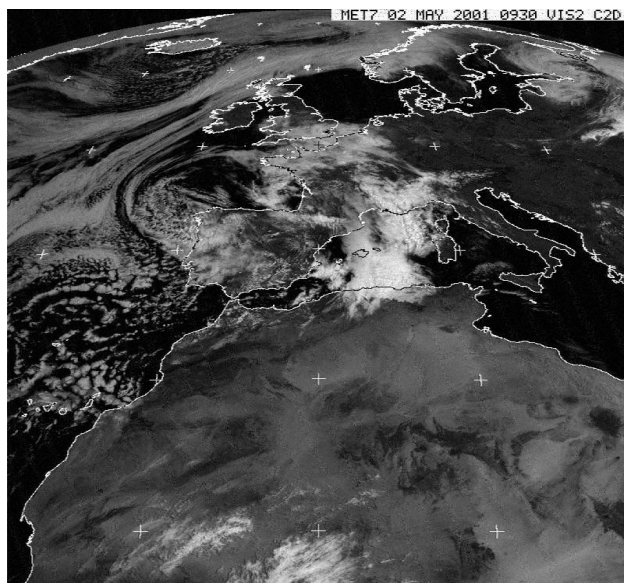
Profili: radiosonde a pallone: misurano T, RH, p, u, v, w

Circa 5.000 al giorno nel mondo!

Satelliti meteorologici

Possiedono radiometri (NB: un radiometro “vede” T) spettrali a varie bande:

visibile (400-700 nm), infrarosso ($>3 \mu\text{m}$), vapore acqueo ($5\text{-}8 \mu\text{m}$)

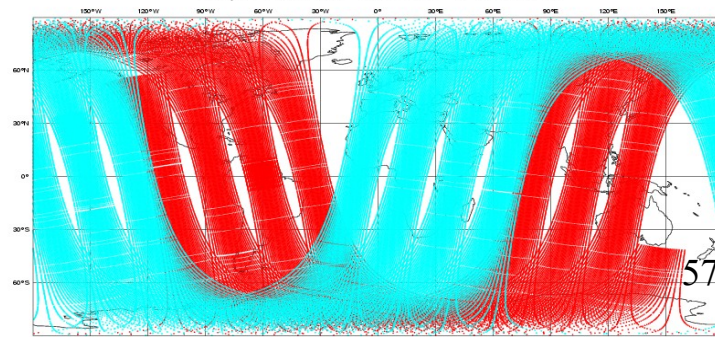


Ne esistono 2 tipologie:

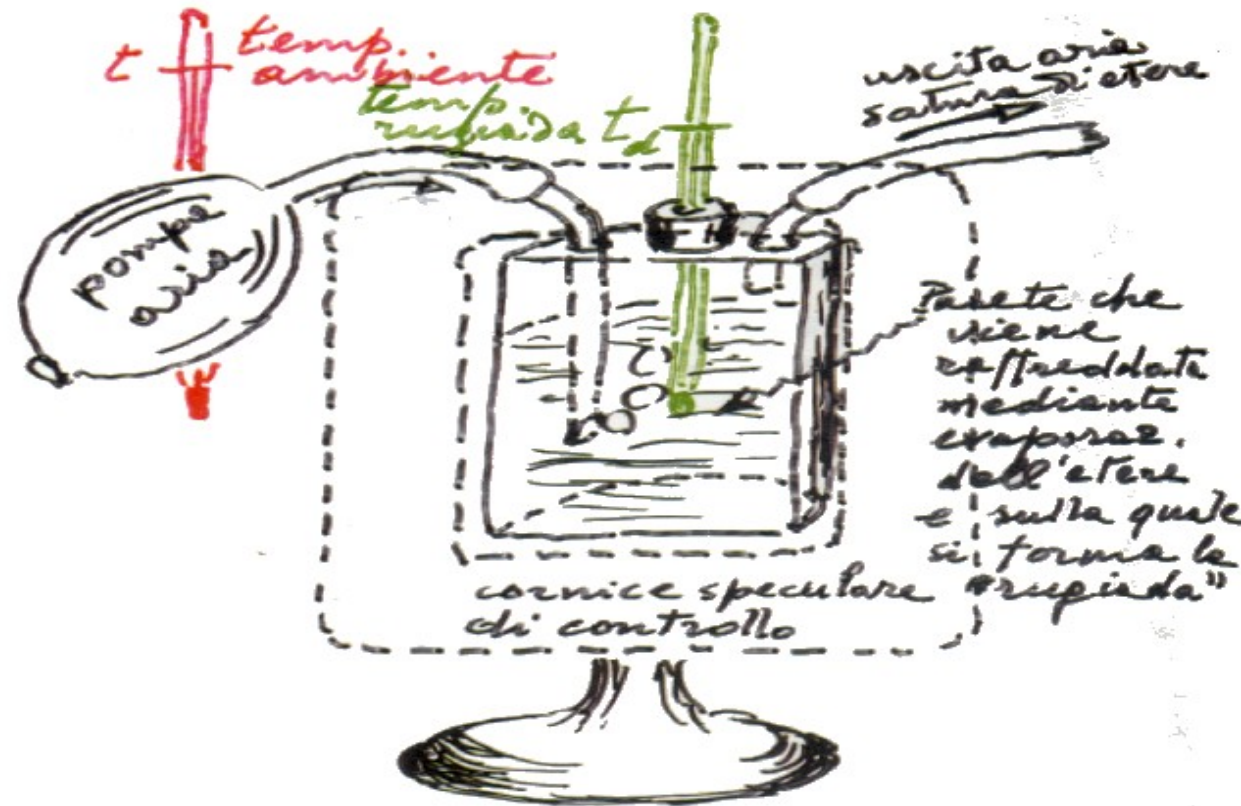
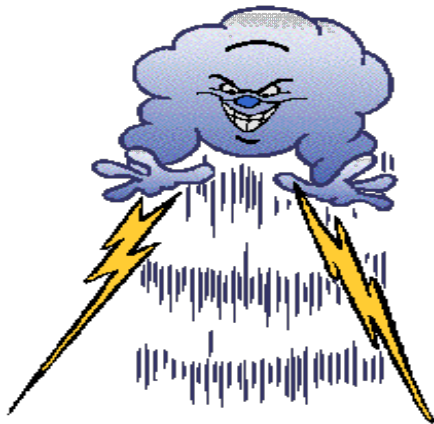
Geostazionari o geosincroni (a 36000 Km il periodo orbitale è pari al giorno siderale): ce ne sono 5 disposti intorno all'equatore

Polari o eliosincroni (a 860 Km) rilevano fasce terrestri da Polo a Polo

ECMWF Data Coverage - ATOVS
01/MAY/2001; 00 UTC
Total number of obs = 158213



Grazie per l'attenzione ...



... Buona notte a tutti