

Che clima fa?

Modena, 5 giugno 2007



Salvatore Quattrocchi
Dip. Ing. dei Mat. e Ambiente
Osservatorio Geofisico
Università di Modena e Reggio E.

L'Osservatorio di Modena: 1896



Adesso





Perché osservare, misurare, registrare per tanti anni?

Lunghe serie di misure **continue** e **omogenee** sono importanti per studiare l'andamento dei parametri meteorologici nel tempo.

Specialmente in un periodo come quello attuale, in cui occorre un confronto col passato per valutare l'entità dei cambiamenti climatici.

Serie storiche di questo tipo consentono di capire il **clima** di una zona e interpretarne i **cambiamenti**.

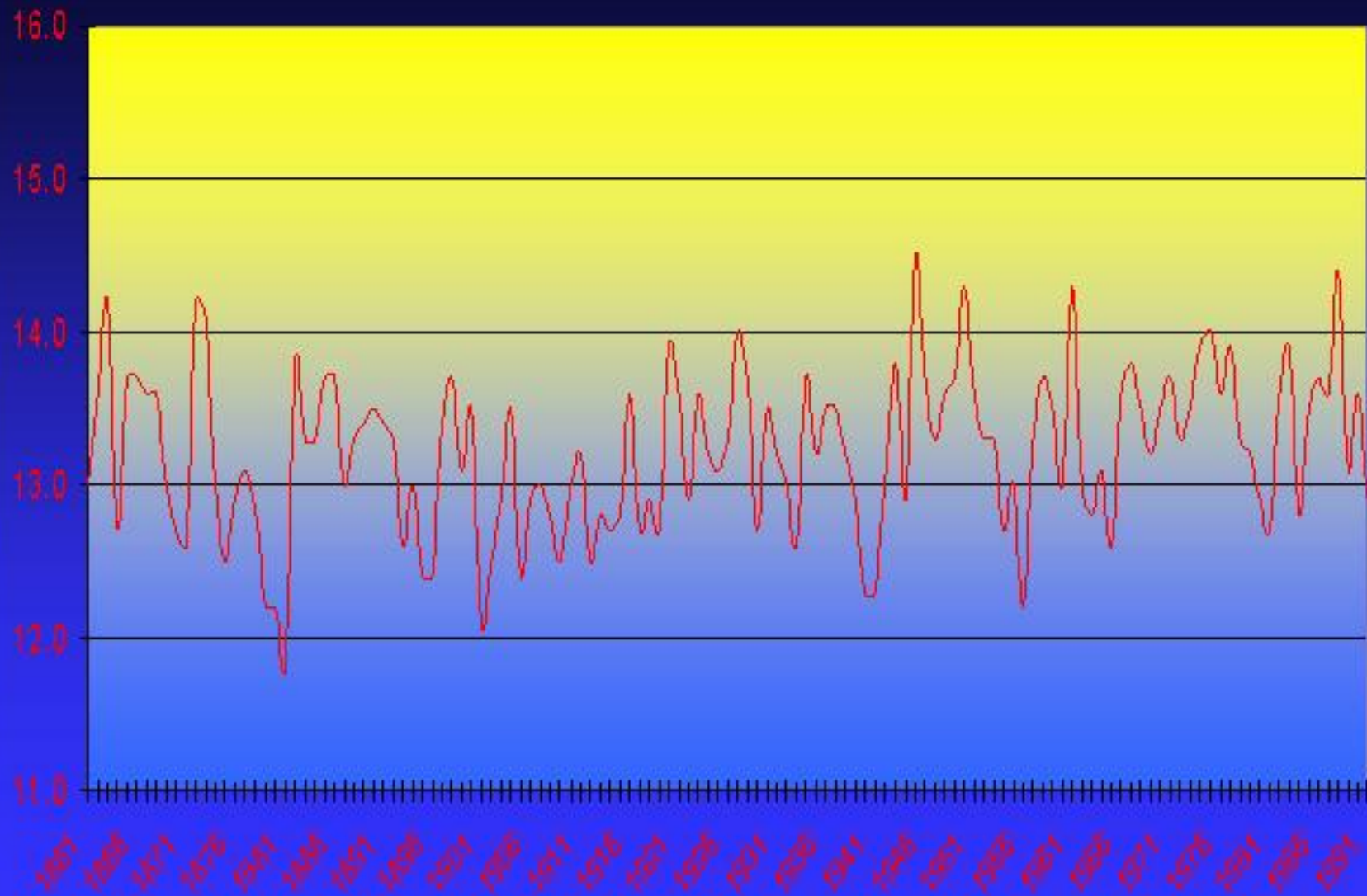
Che differenza c'è tra tempo e clima?



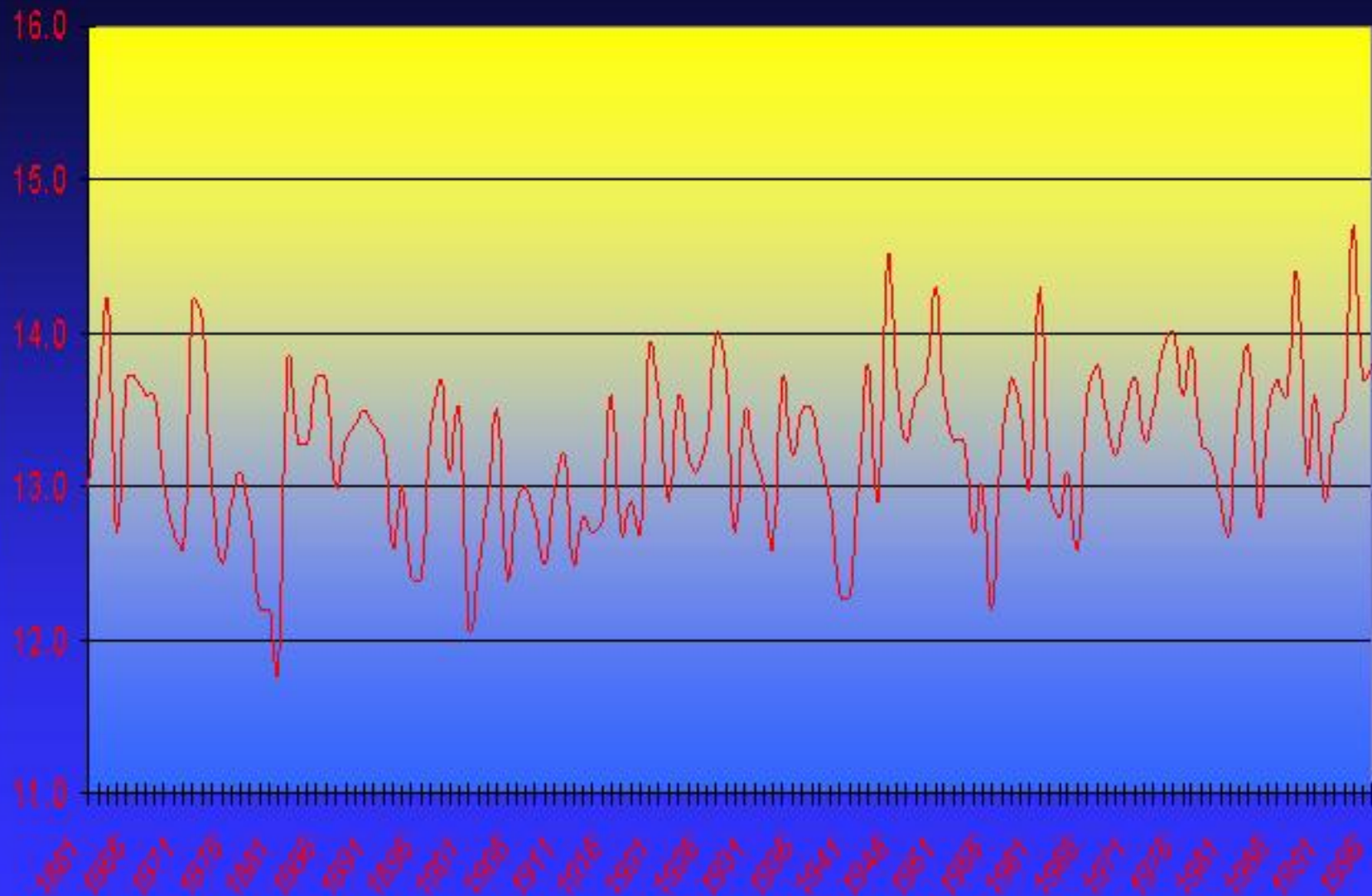
La nostra serie storica

Temperature

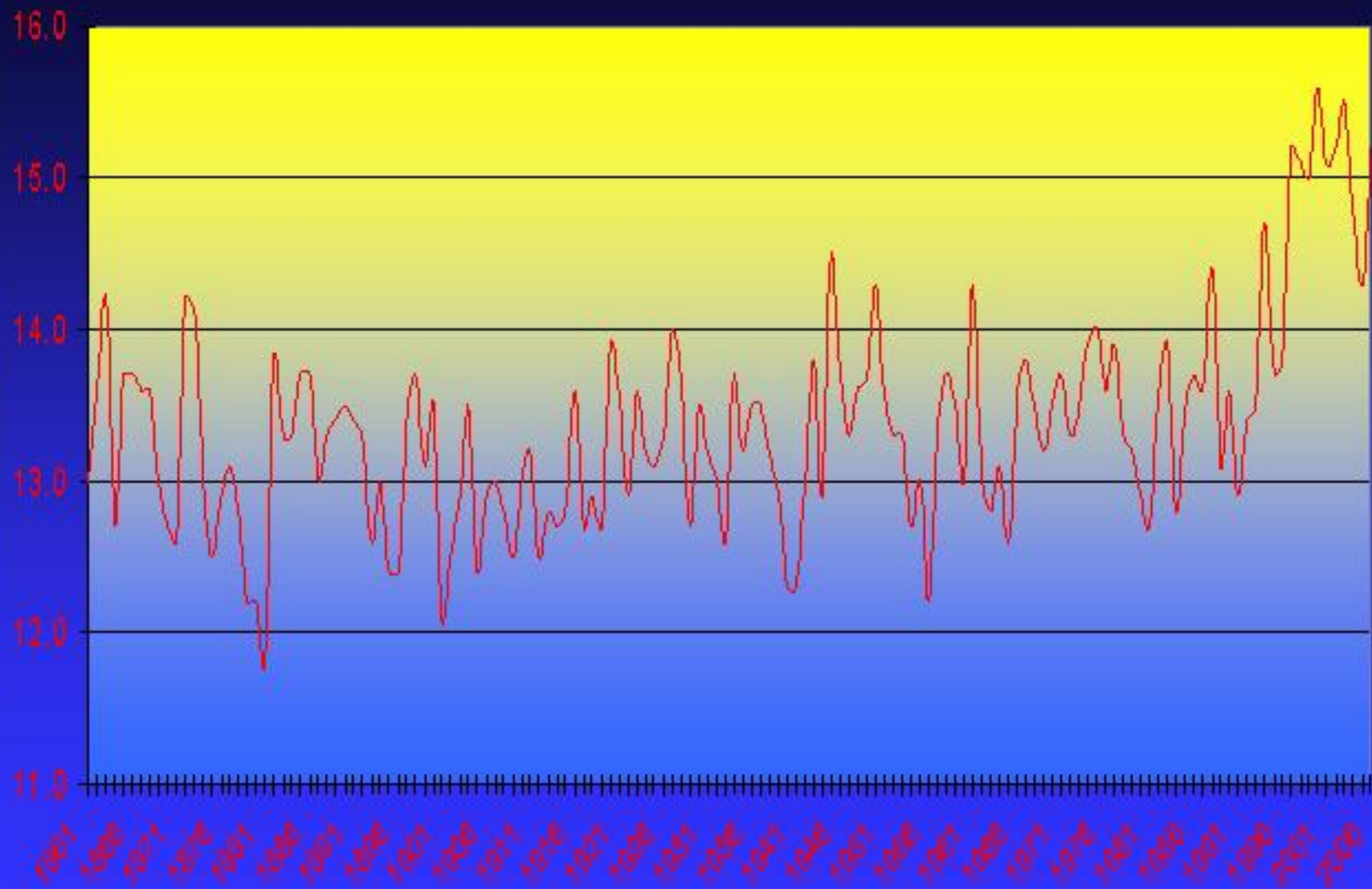
Temperature medie annuali a Modena
1860 - 1991



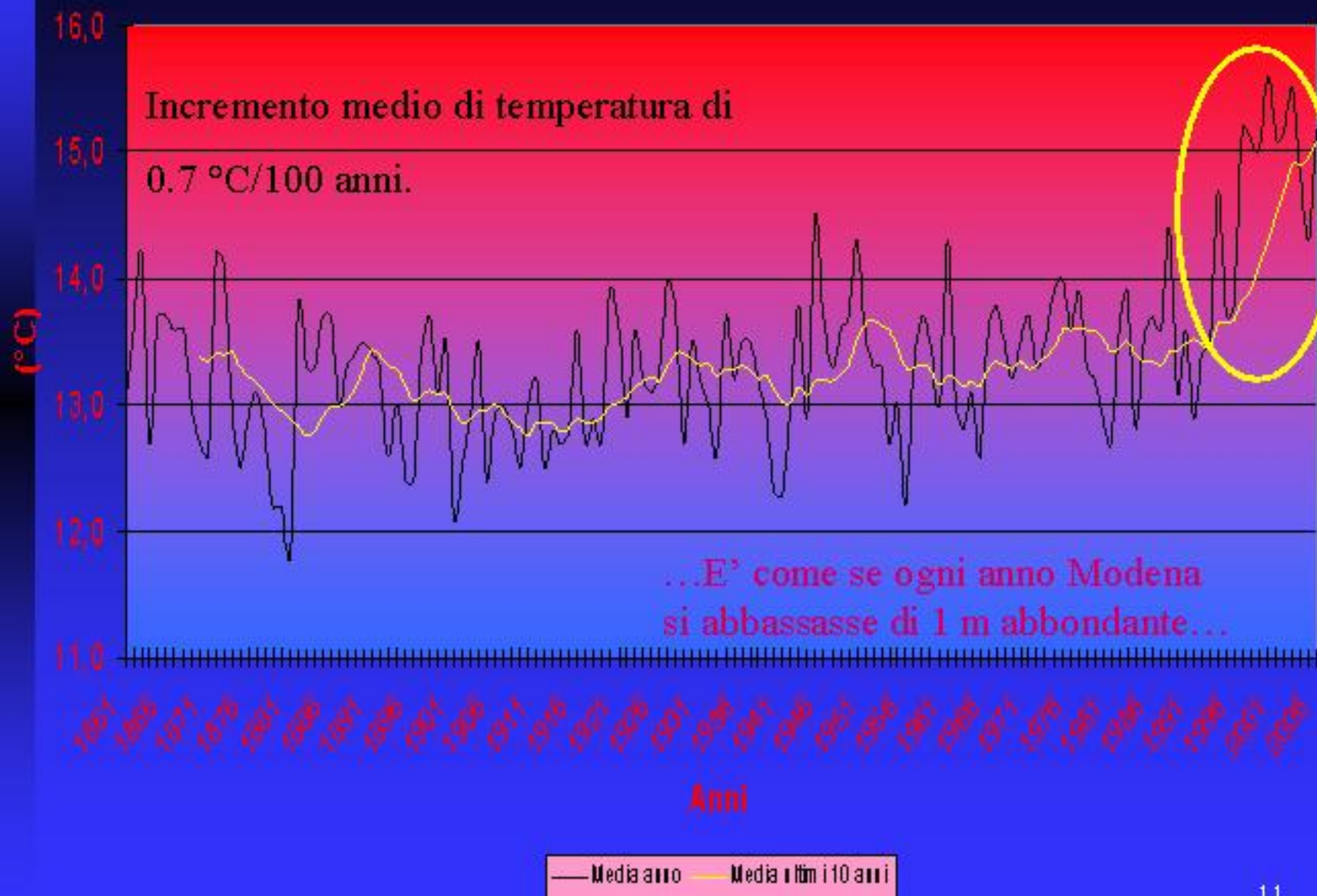
Temperature medie annuali a Modena
1860 - 1996



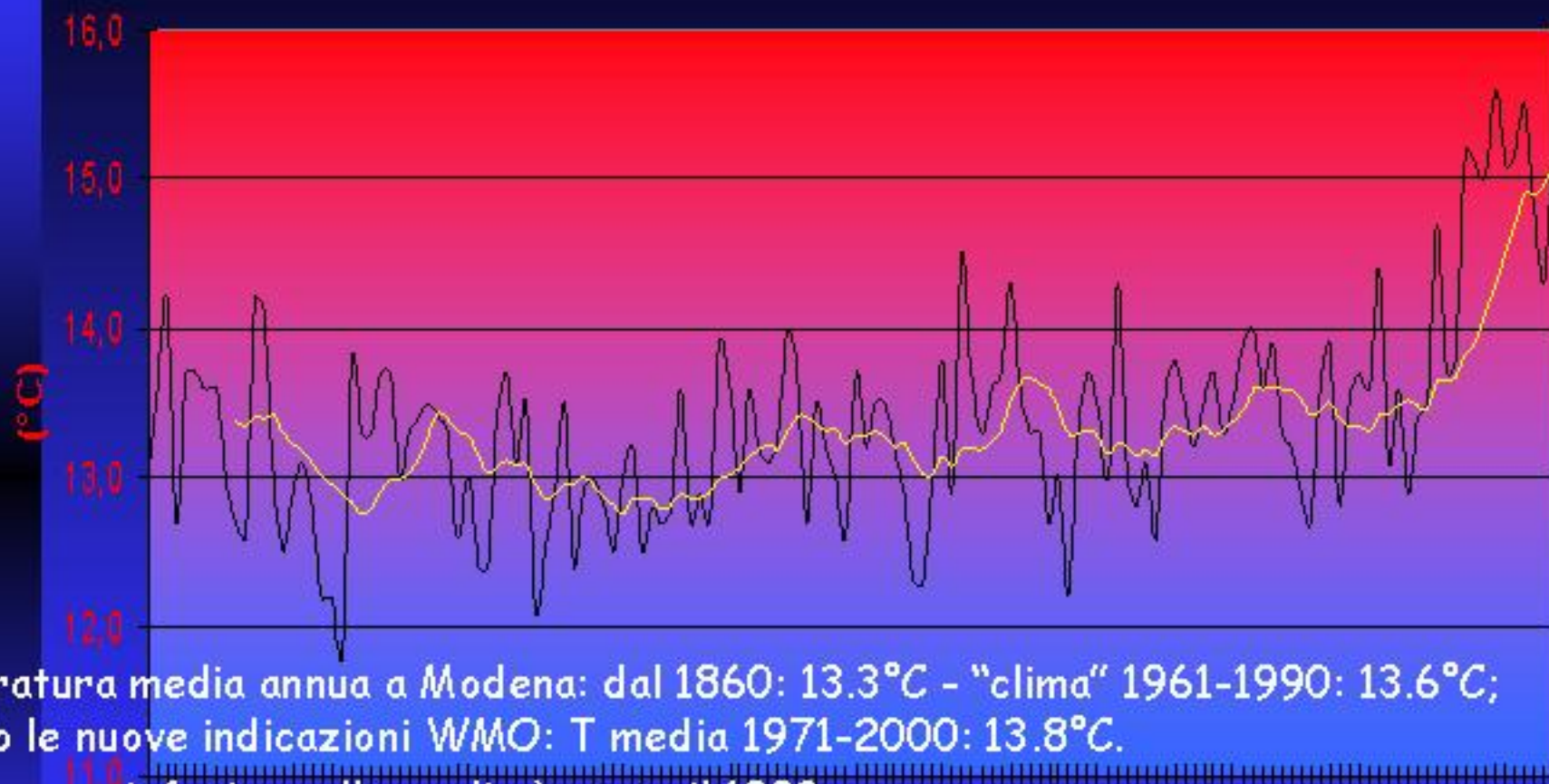
Temperature medie annuali a Modena
1860 - 2006



Temperature medie annuali a Modena



Temperature medie annuali a Modena



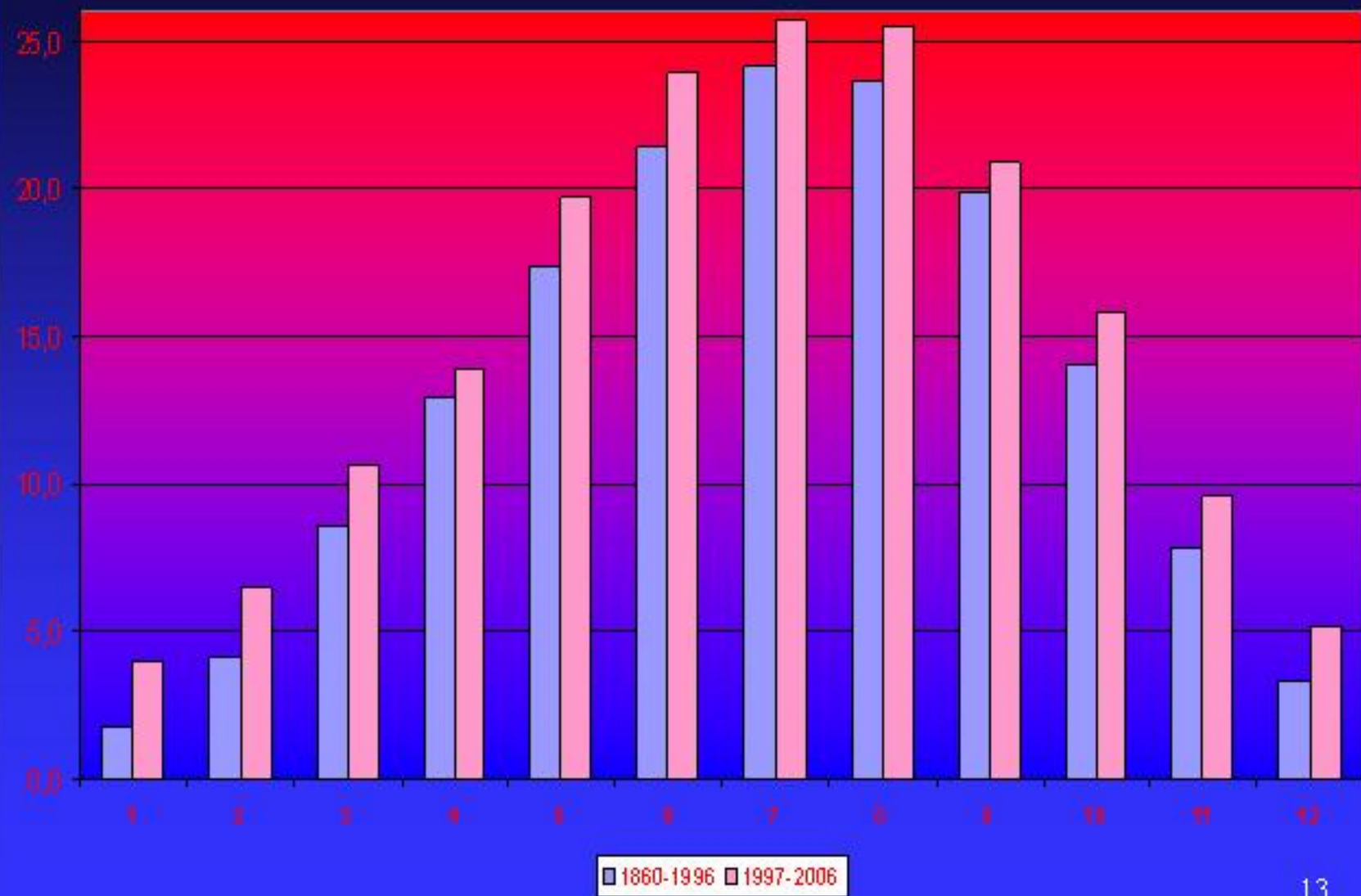
L'ultimo anno inferiore alla media è stato il 1993.

Dal 1990 si sono iniziati a osservare sempre più "eventi estremi" e negli ultimi 10 anni (1997-2006) abbiamo avuto i 9 anni più caldi della nostra serie (resta fuori solo il 2005, 15°).

— Media anno — Media ultimi 10 anni

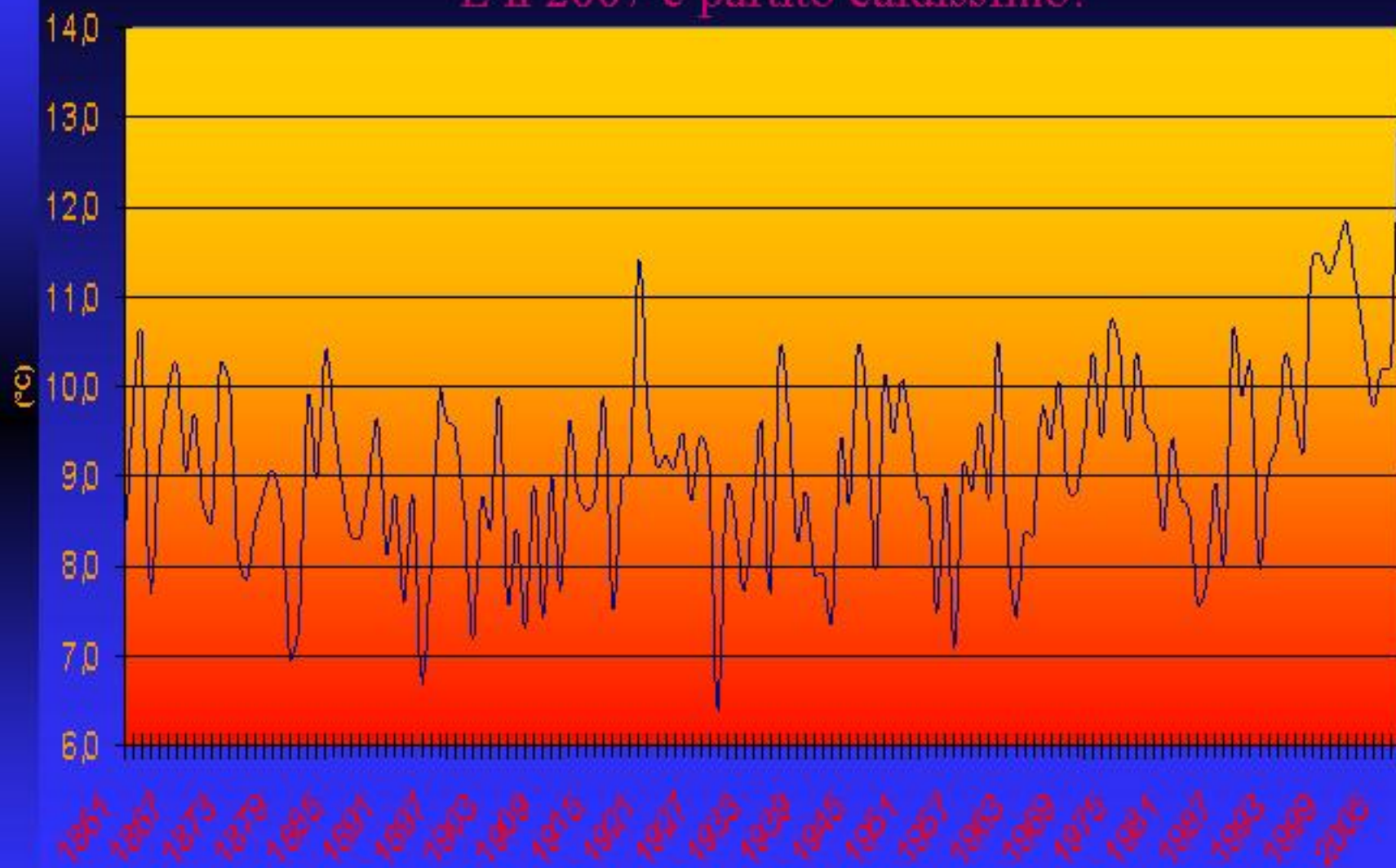
Temperature medie mensili

Ultimi 10 anni a confronto con il resto della serie storica




Temperature medie Gen - Mag a Modena

E il 2007 è partito caldissimo!



Aumento effettivo, o isola di calore?

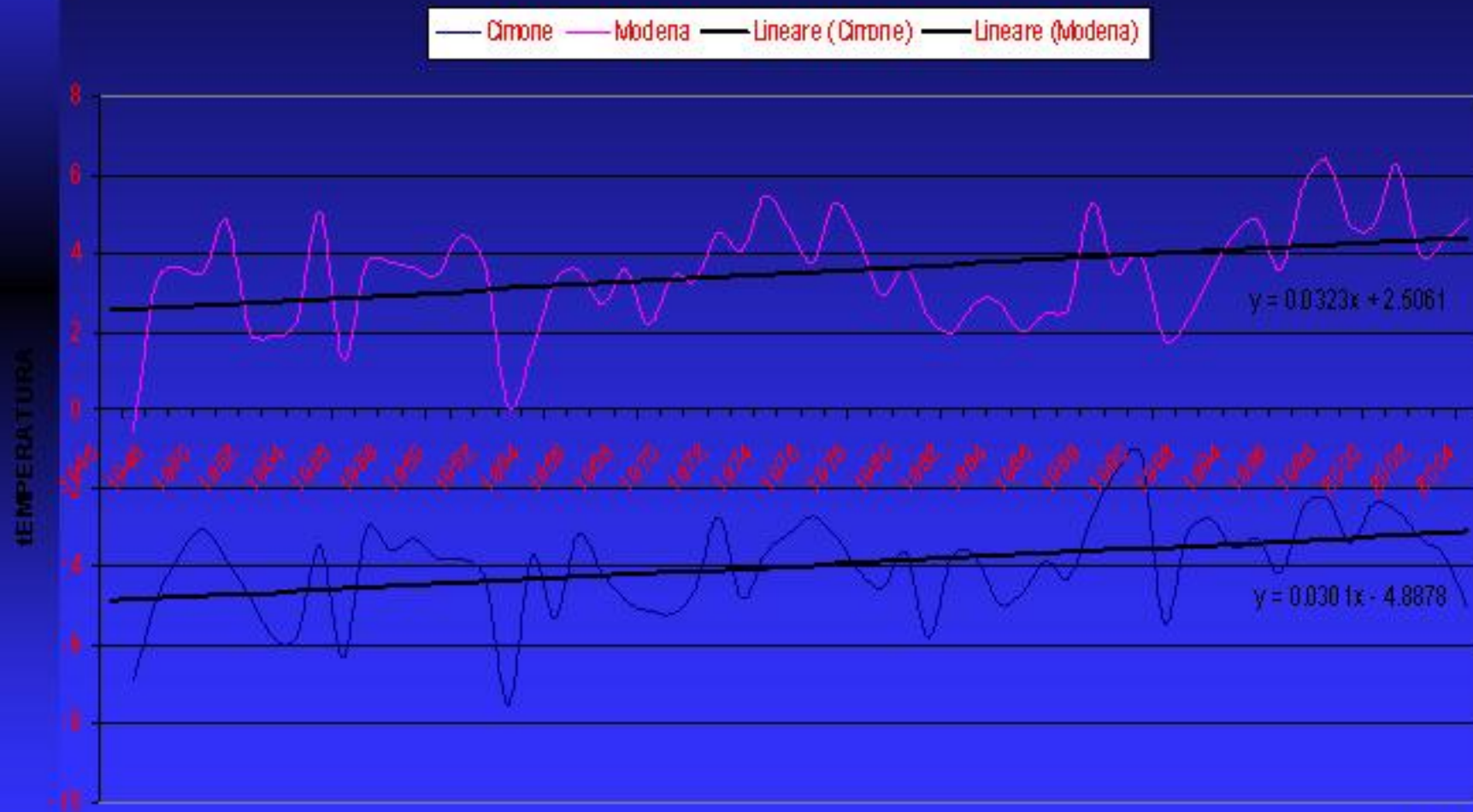


An aerial night photograph of a city, likely Venice, showing a dense network of streets and buildings illuminated by warm lights. The lights reflect on the dark water of the canals, creating a shimmering effect. The overall scene is dark, with the city lights providing the primary illumination.

L'isola di calore influenza pesantemente le temperature nelle zone urbane.

A scala globale il peso dell'isola di calore è praticamente irrilevante.

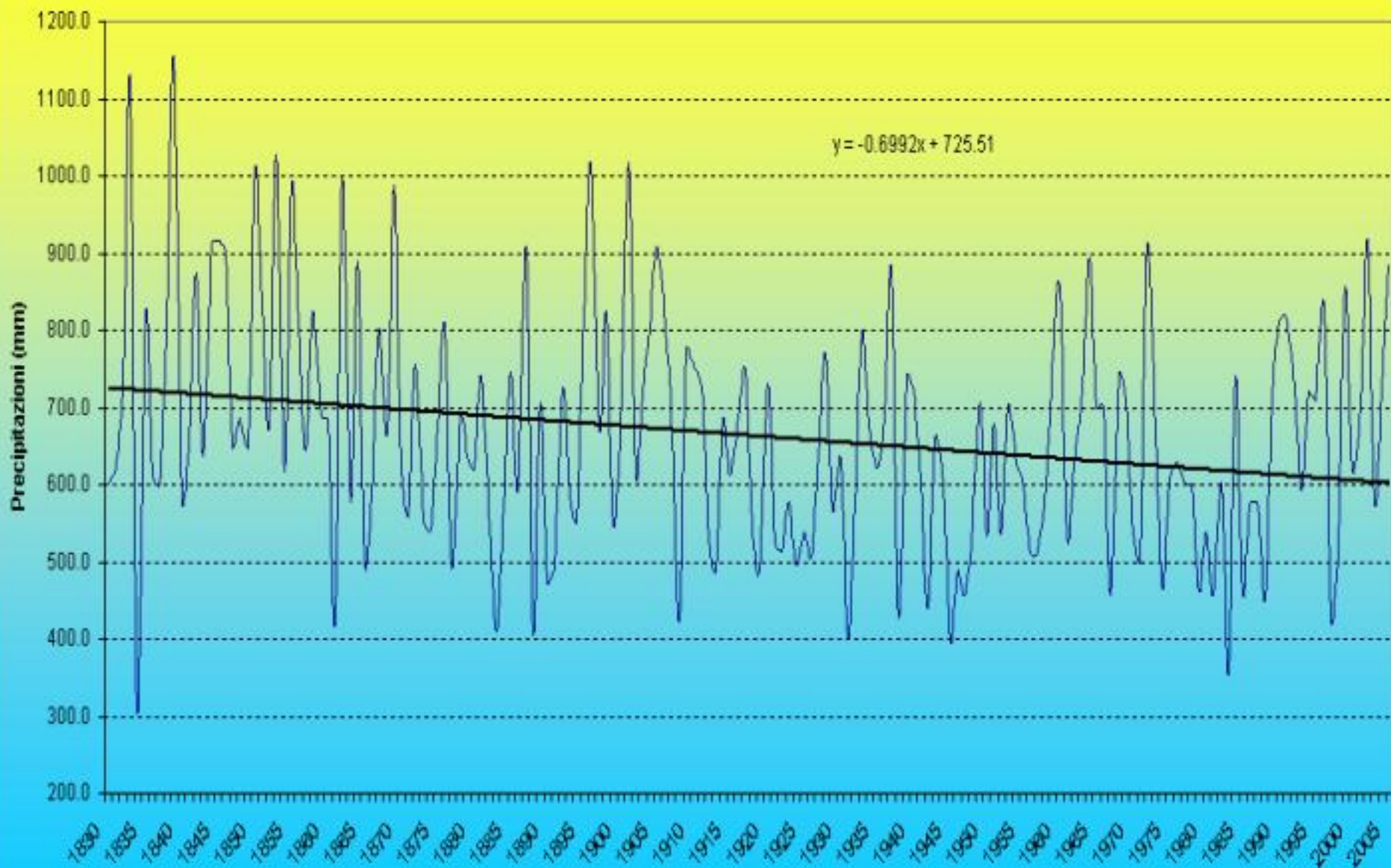
TEMPERATURE MEDIE INVERNALI



Pioggia



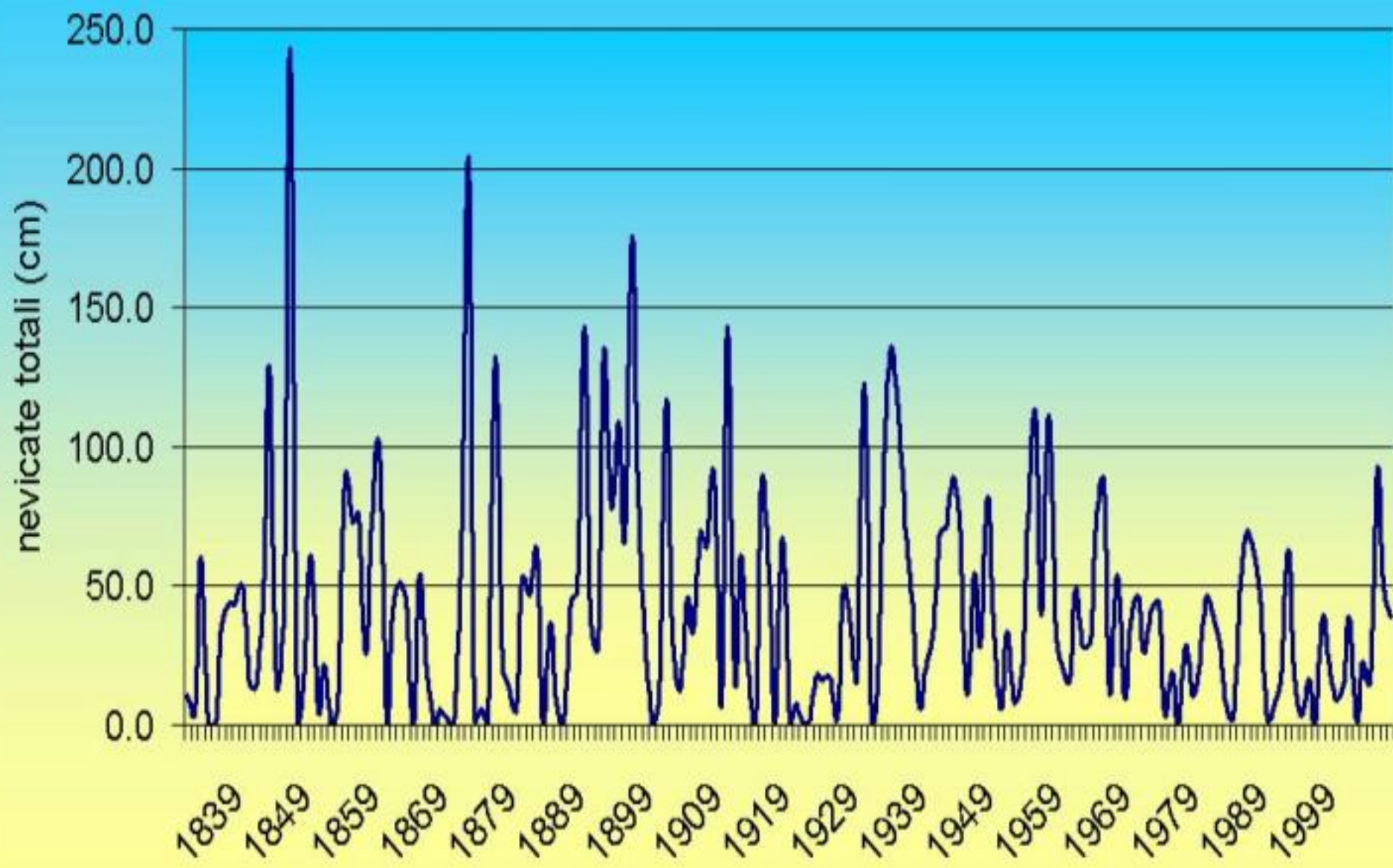
Piovosità a Modena dal 1830 al 2005



Neve



Nevosità a Modena negli inverni dal 1830/31 al 2005/06

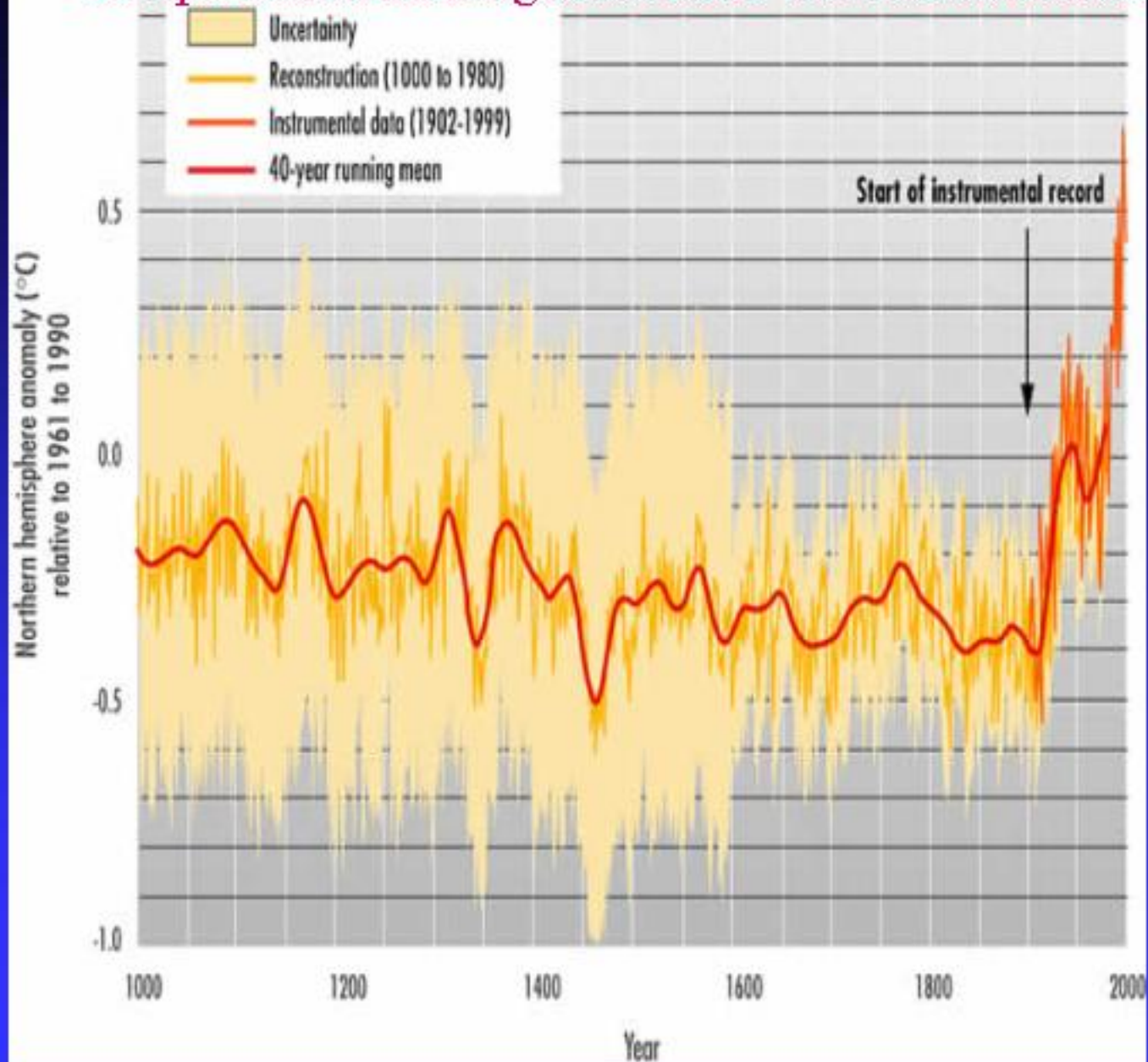


La temperatura aumenta...

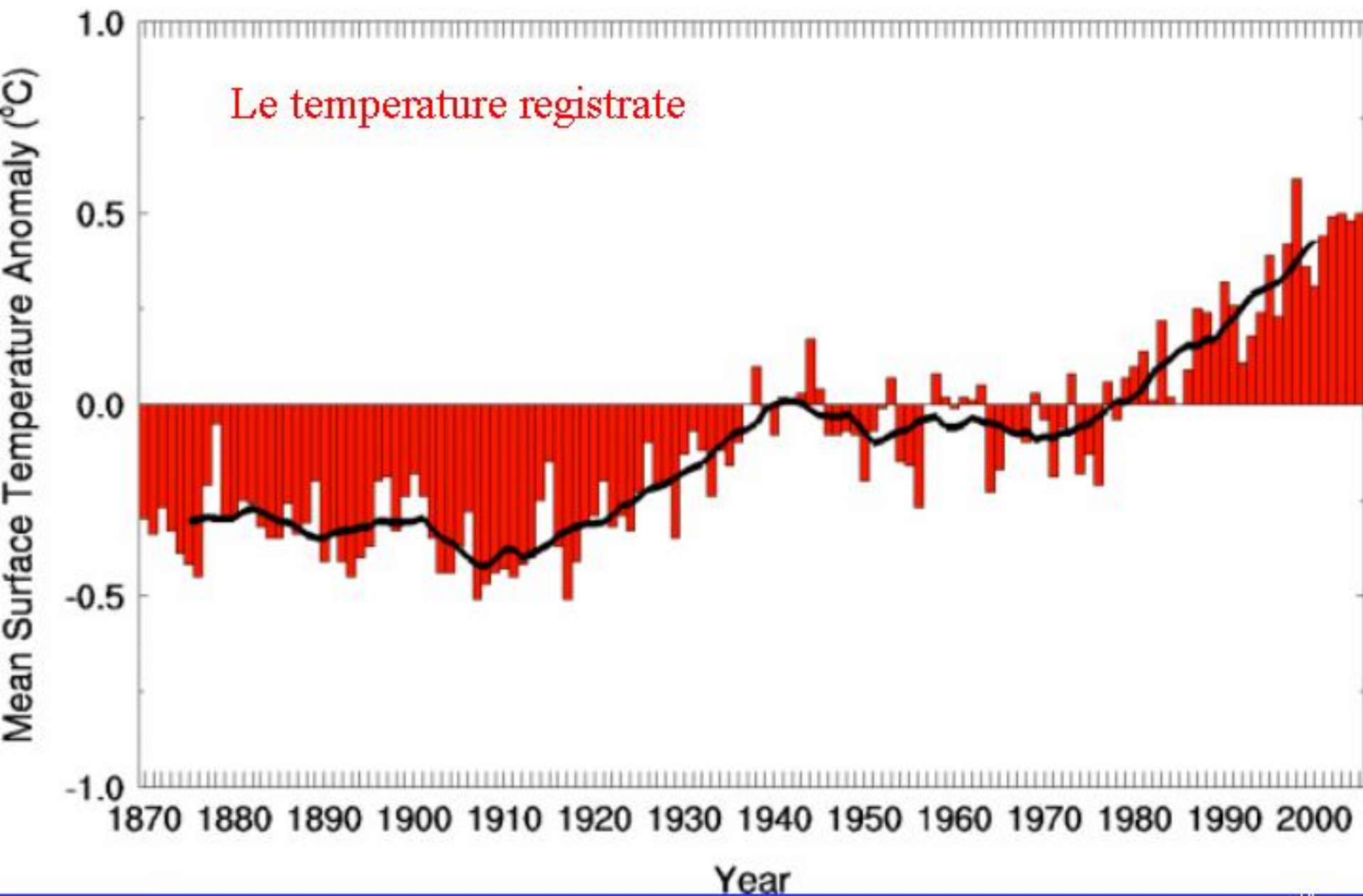
Solo a **Modena**?



Temperatura media globale dell'ultimo millennio



Global Annual Mean Surface Temperature Anomaly (base 1961-90)



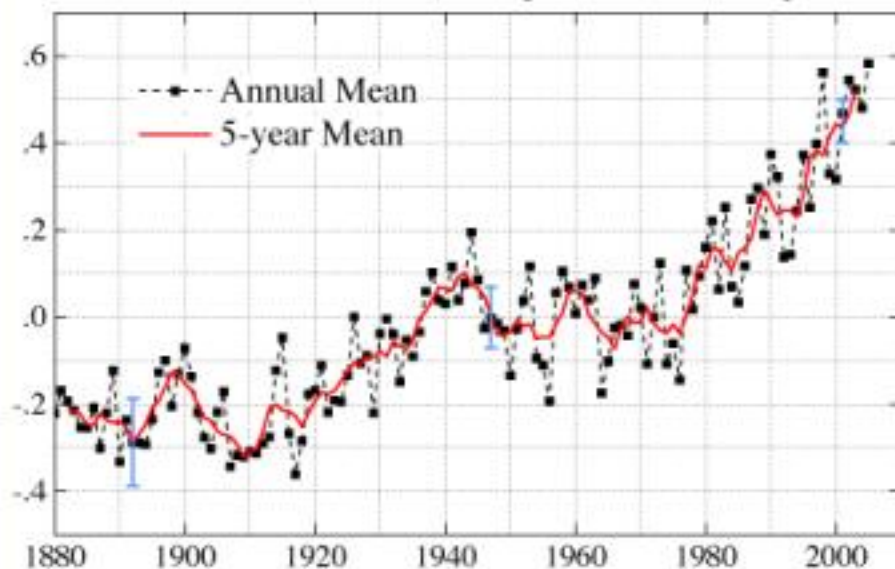
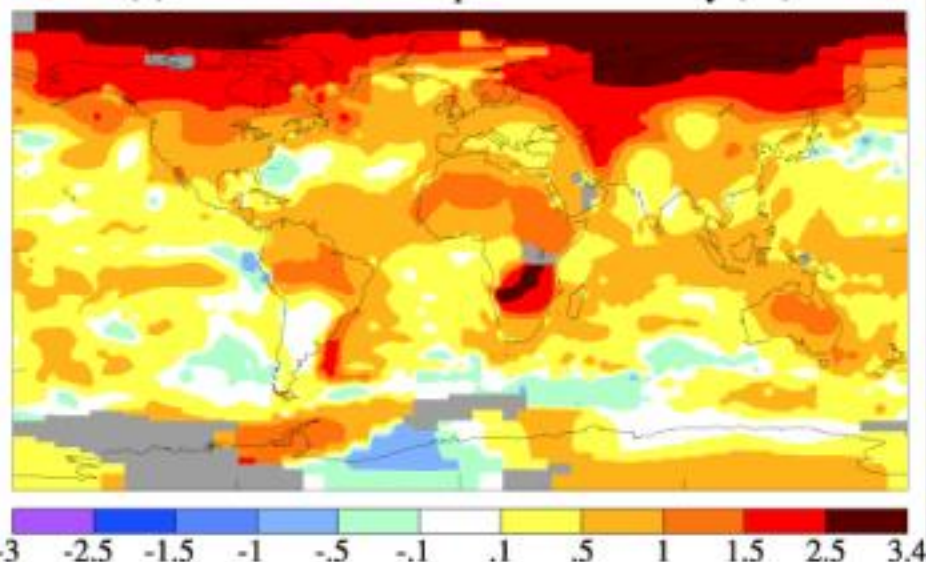
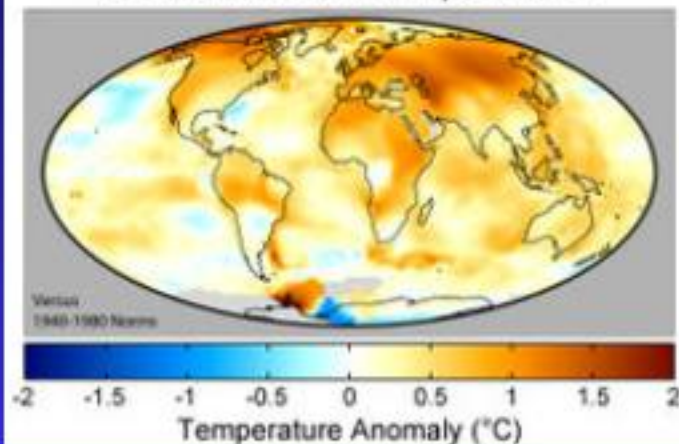
(a) Global-Mean Surface Temperature Anomaly ($^{\circ}\text{C}$)(b) 2005 Surface Temperature Anomaly ($^{\circ}\text{C}$)

Image credit: Figure a: (top) Global annual surface temperature relative to 1951-1980 mean based on surface air measurements at meteorological stations and ship and satellite measurements for sea surface temperature. Error bars are estimated 2σ (95% confidence) uncertainty. Figure b (bottom): Temperature anomaly for 2005 calendar year. Gray areas indicate a lack of station data within

1995-2004 Mean Temperatures



- Negli ultimi 100 anni (1906-2005) la temperatura globale è aumentata di 0.7°C ;
- L'aumento è quasi tutto concentrato negli ultimi 50 anni (trend di $1.3^{\circ}\text{C}/100$ anni).
- L'anno più caldo della terra è stato il 2005.
- 11 degli ultimi 12 anni (1995-2006) sono stati i più caldi dal 1850. Un caso? Una simile coincidenza ha probabilità di verificarsi inferiore ad $1/1000.000.000!$
- E' colpa dell'effetto serra *antropogenico*?
- Non ne abbiamo la certezza, ma quasi: al 90% è per causa dei gas serra immessi dall'uomo.

Riscaldamento Globale: altre prove

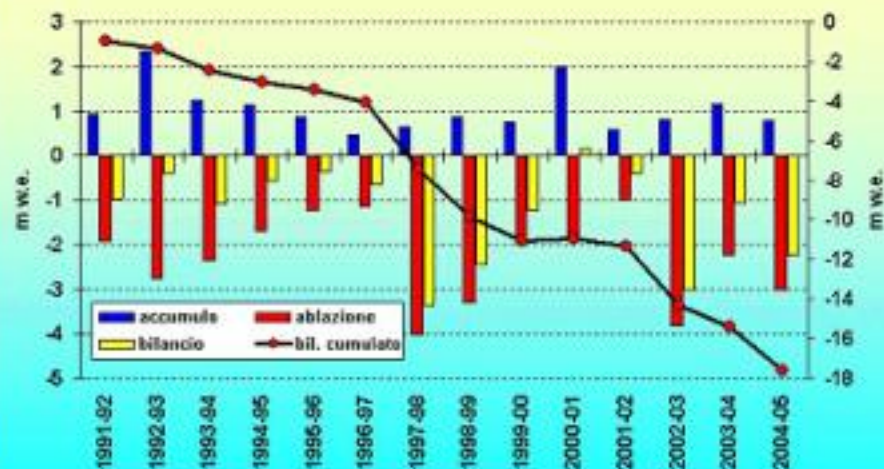
GHIACCIAIO CIARDONEY (GRAN PARADISO):



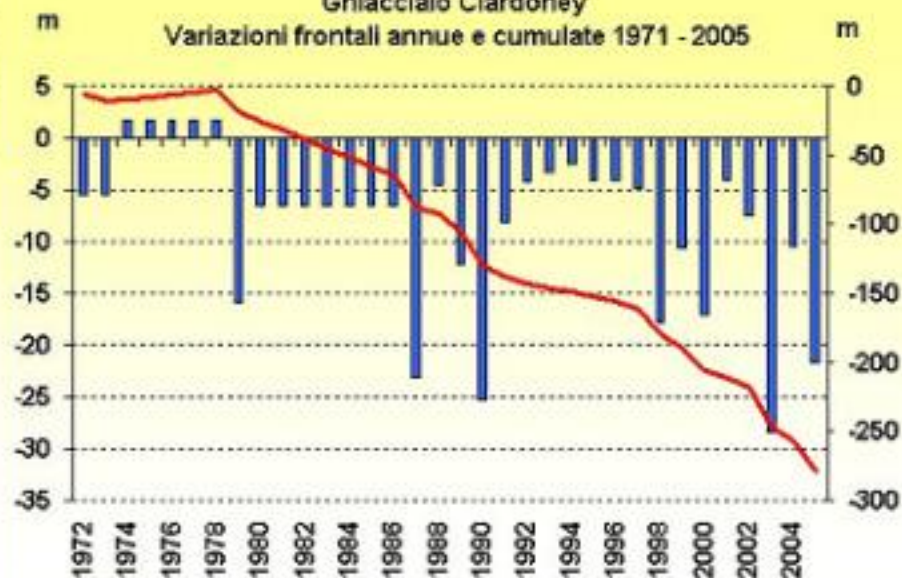
Dal 1971 a oggi il ghiacciaio è arretrato di ben 279 m

Fonte: www.nimbus.it

Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso) - Bilancio di massa

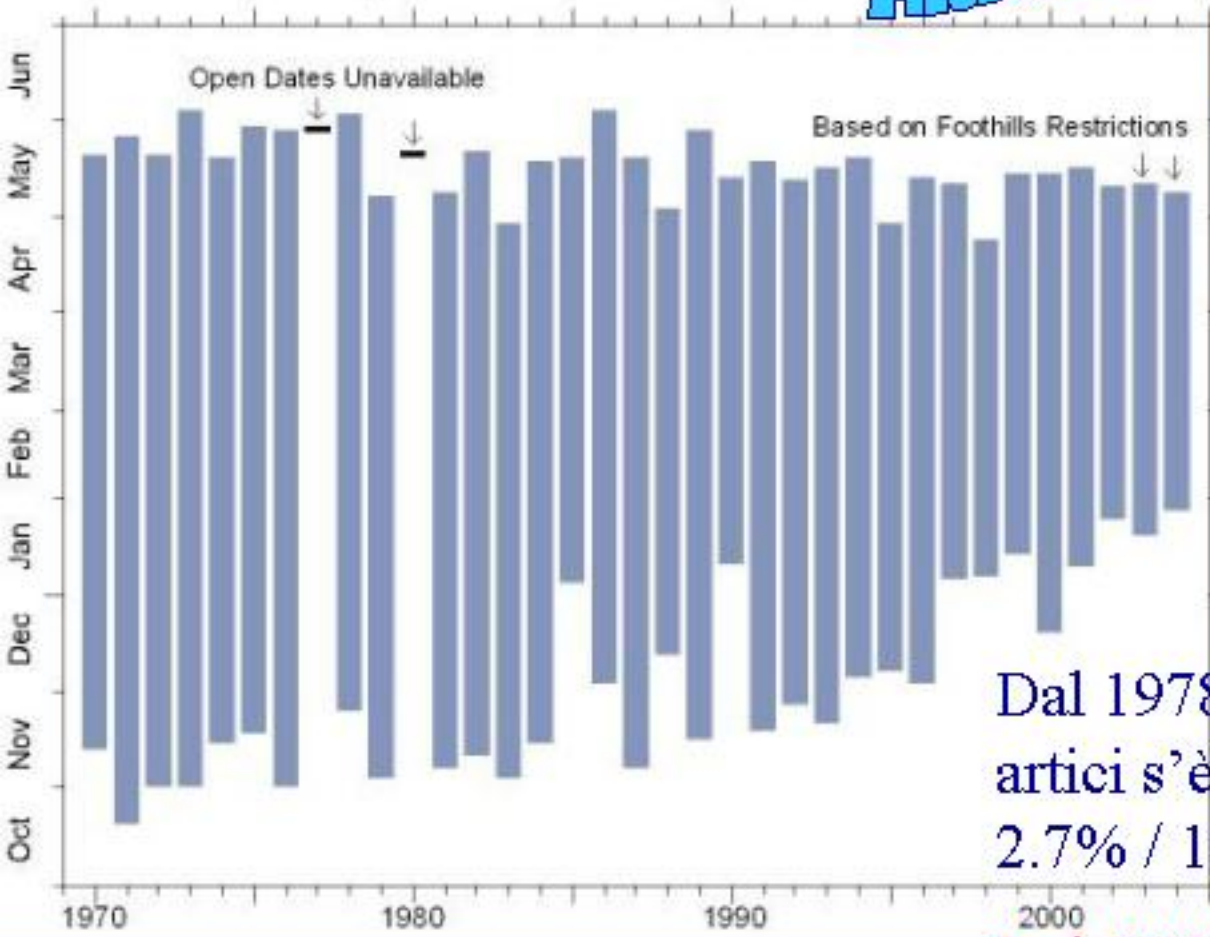


Ghiacciaio Ciardoney
Variazioni frontali annue e cumulate 1971 - 2005



Periodo di apertura "Ice Road" Alaska

Open Period for Tundra Traffic



Dal 1978 l'estensione dei ghiacci artici s'è ridotta ad un tasso del 2.7% / 10 anni. (7.4% in estate).

Dal 1900 ad oggi il permafrost si è ridotto, in estensione, del 7%.

Fonte: www.artic.noaa.gov

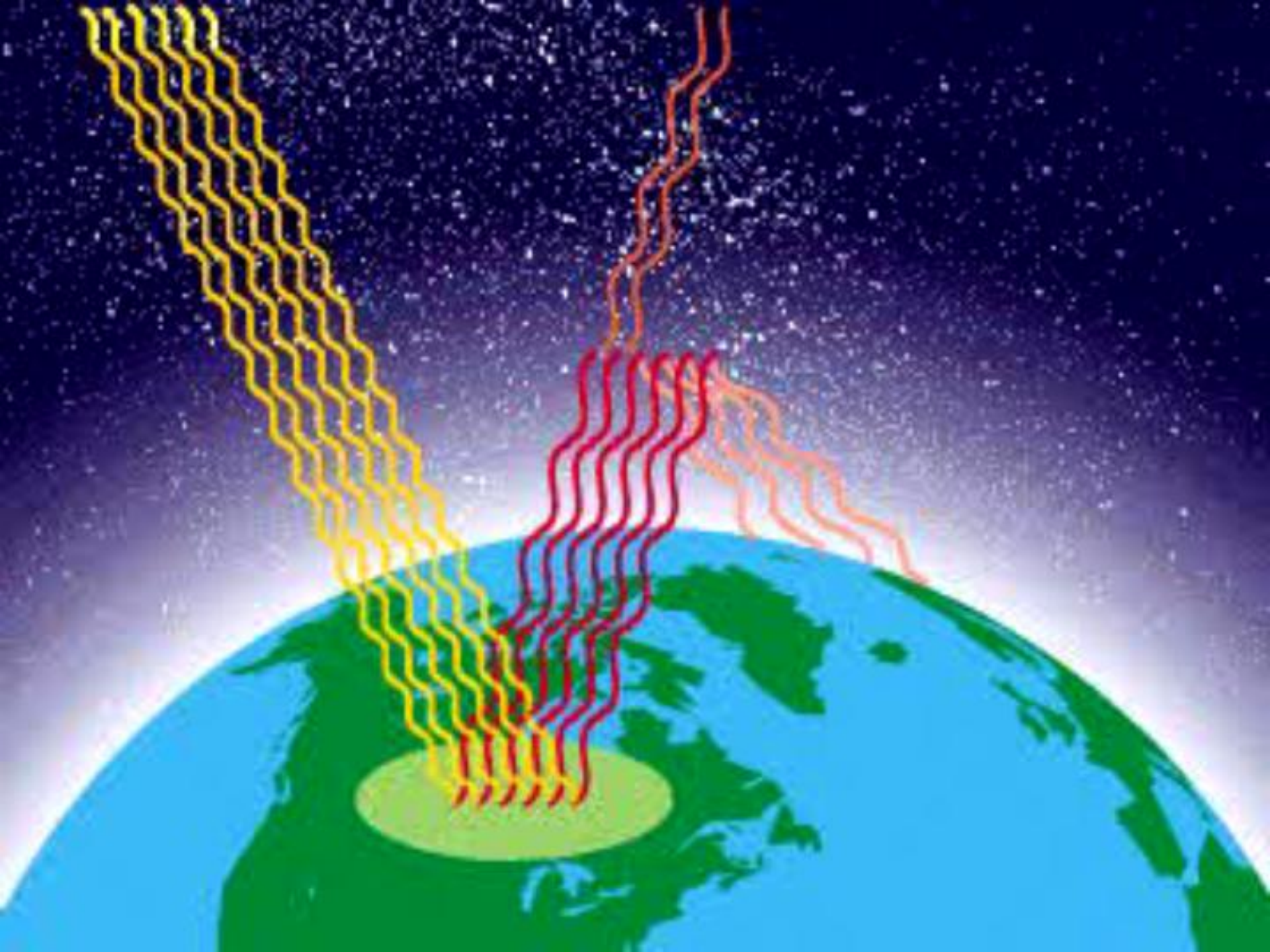
- *“Il riscaldamento climatico è inequivocabile, testimoniato dall’incremento delle temperature globali dell’aria e degli oceani, dallo scioglimento diffuso di neve e ghiaccio e dall’innalzamento del livello del mare”.*
- *“La maggior parte degli aumenti nella media delle temperature globali dalla metà del XX secolo è molto probabilmente [$>90\%$] dovuto all’aumento osservato della concentrazione di gas ad effetto serra causato dall’attività umana”.*

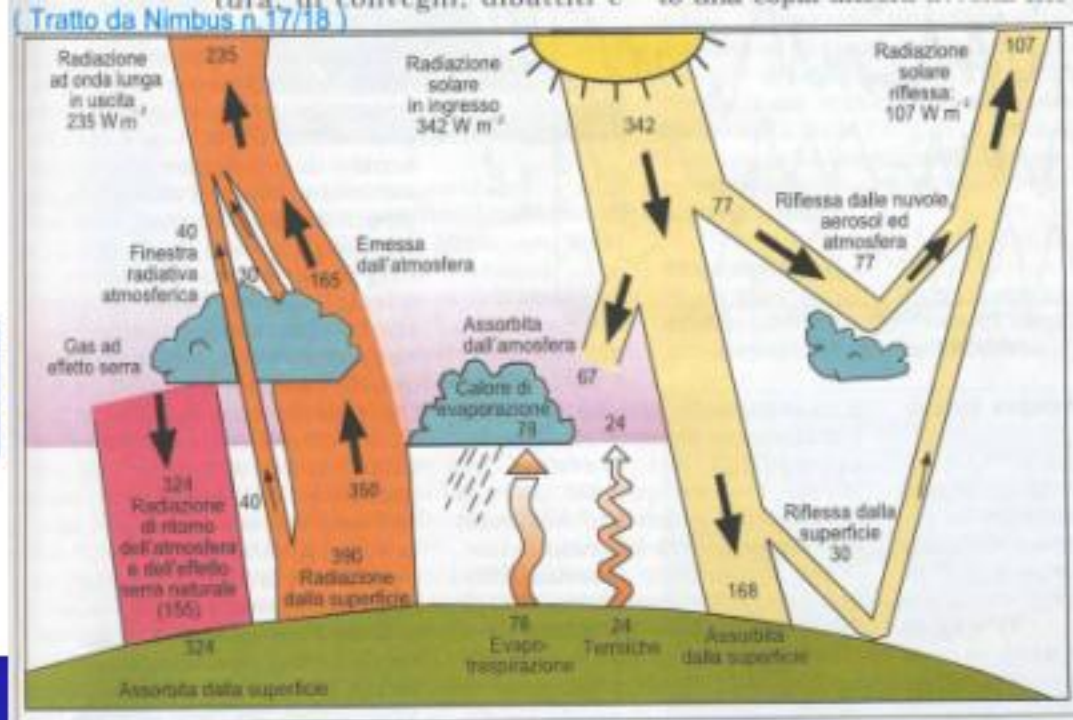
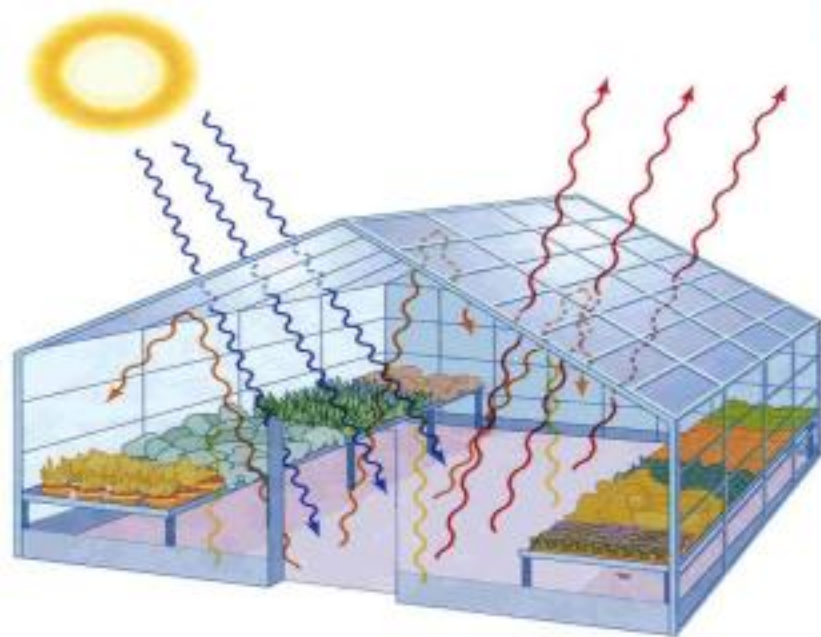
Prova effettiva del riscaldamento del pianeta



Quali le cause?







effetto serra naturale

COMPOSIZIONE DELL'ATMOSFERA

(ARIA SECCA A LIVELLO DEL MARE)



GAS	SIMBOLO CHIMICO	PERCENTUALE
AZOTO	N	78.084
OSSIGENO	O ₂	20.947
Argon	Ar	0.934
Biossido di Carbonio	CO ₂	0.035 0.038
Neon	Ne	0.002
Elio	He	0.000524
Metano	CH ₄	0.0001732 0.0001734
Kripton	Kr	0.000114
Idrogeno	H ₂	0.000053
Xenon	Xe	0.0000087
Ozono	O ₃	Tracce fino a 0.0008
Altri gas: monossido di carbonio, biossido di zolfo, biossido di azoto, ammoniaca, ecc	-	tracce

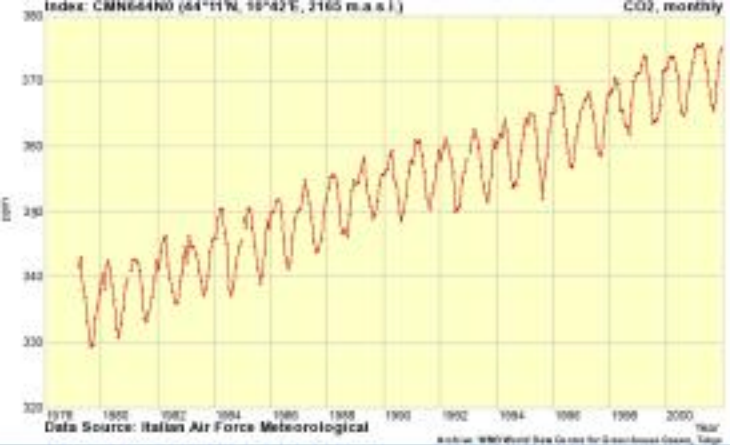
Anidride carbonica,
anzi,
biossido di carbonio



Negli ultimi 650'000 anni oscillava tra 180 e 300 ppm

Nell'era pre-industriale 280 ppm

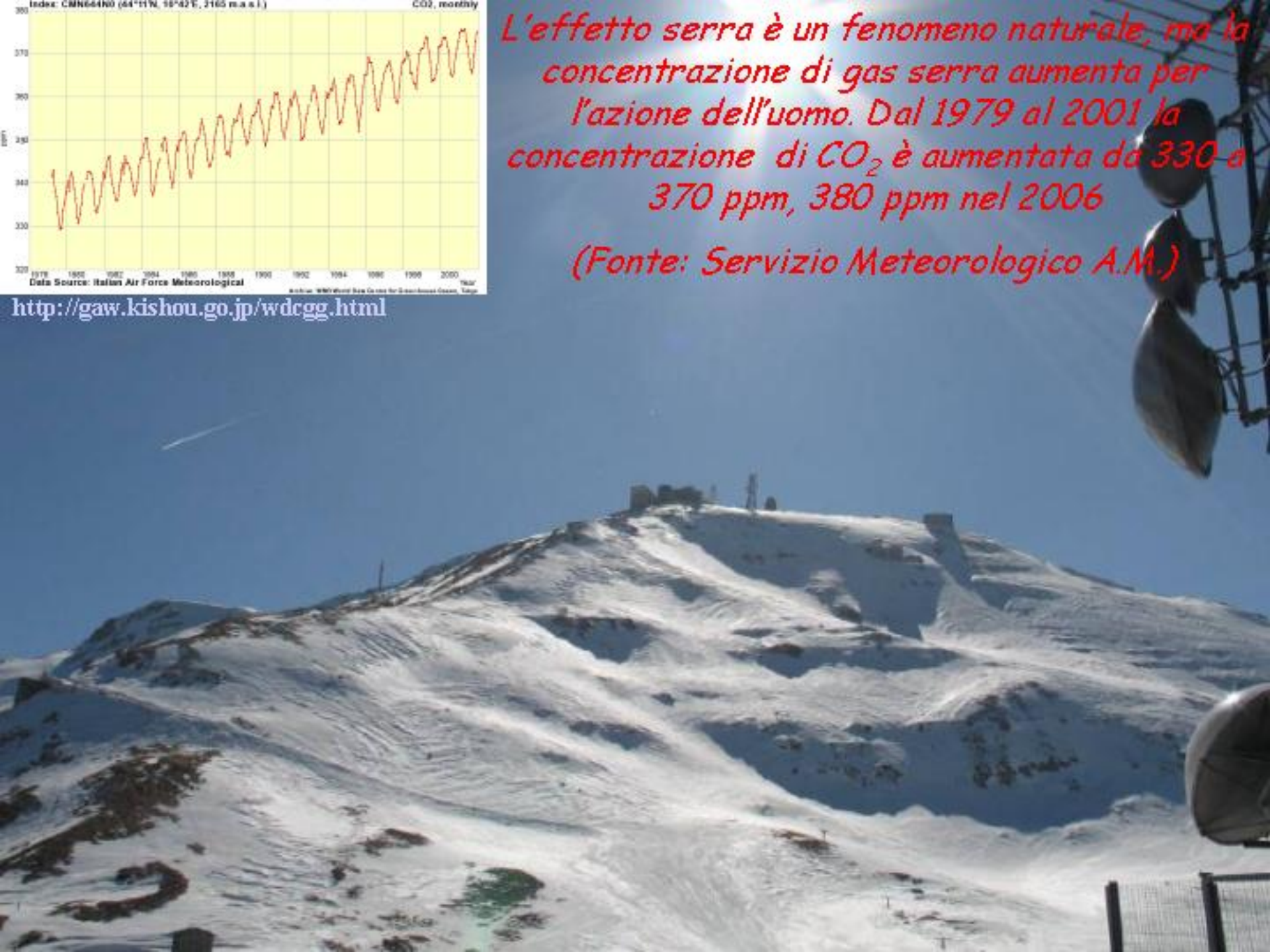
Adesso oltre le 380 ppm.



L'effetto serra è un fenomeno naturale, ma la concentrazione di gas serra aumenta per l'azione dell'uomo. Dal 1979 al 2001 la concentrazione di CO₂ è aumentata da 330 a 370 ppm, 380 ppm nel 2006

(Fonte: Servizio Meteorologico A.M.)

<http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg.html>



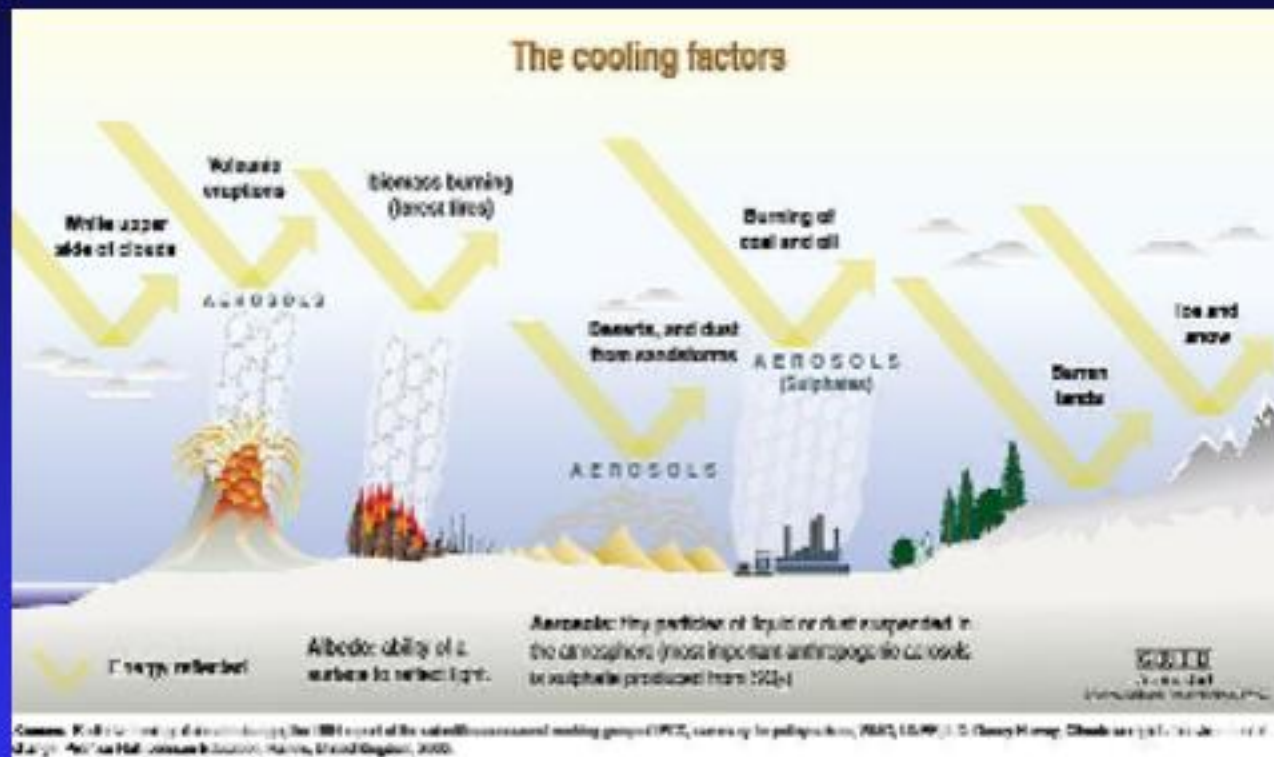
I fattori di raffreddamento

Gli **aerosol** (naturali e antropogenici) influenzano direttamente il sistema clima.

Il vapor acqueo è anche gas serra ma allo stesso tempo le **nubi** riflettono la radiazione entrante.

Anche la riflessione dei **ghiacci** (ALBEDO) è determinante.

Mentre l'acqua assorbe calore, il ghiaccio lo riflette.



**Sarebbe meglio che
cambiasse dieta,
altrimenti la febbre
continuerà a salire!**

**Non si
preoccupi, è solo
un ciclo naturale,
domattina starà
meglio!**



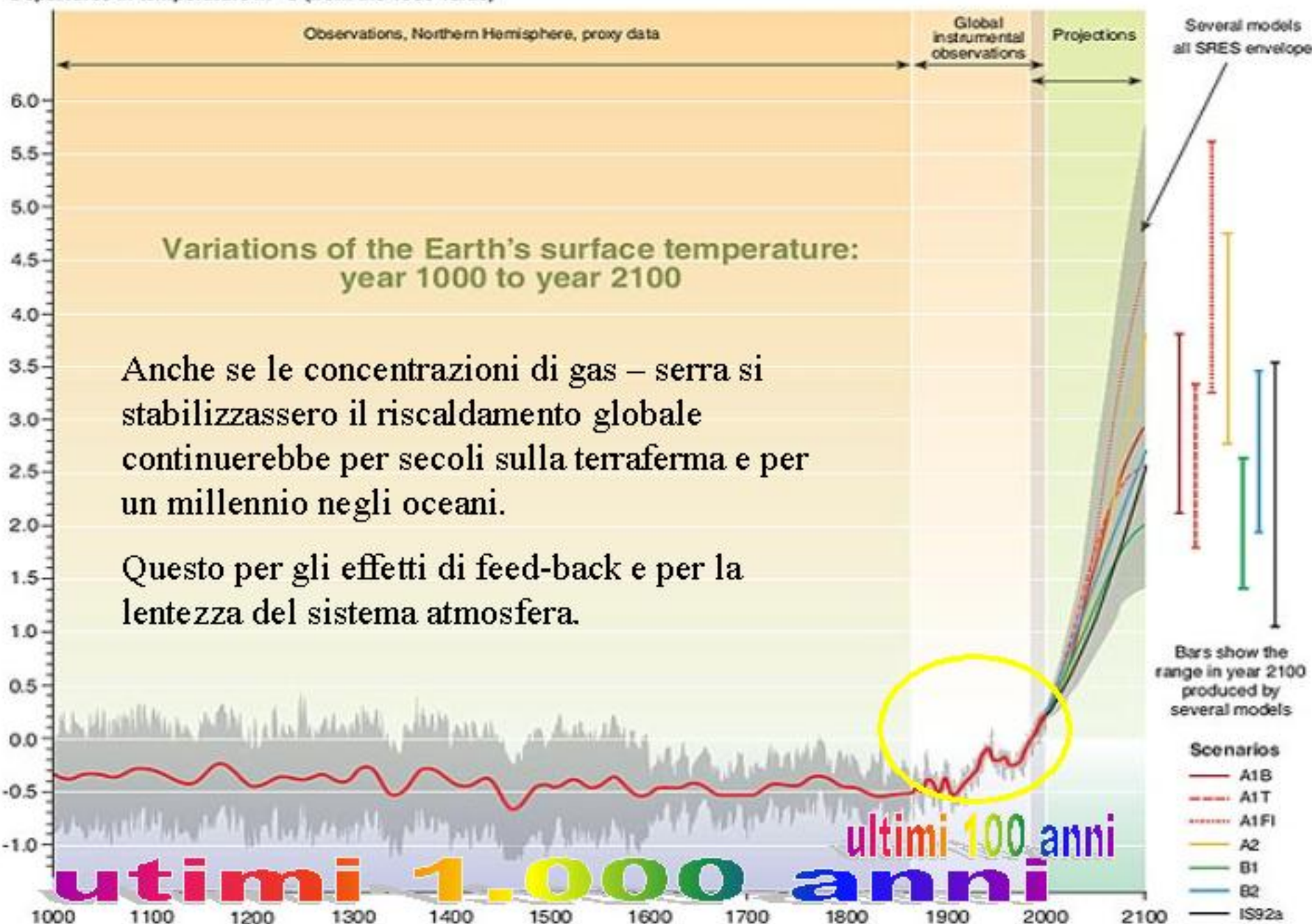
Quali le conseguenze ?



Possibili scenari futuri



Departures in temperature in °C (from the 1990 value)



Anche se le concentrazioni di gas – serra si stabilizzassero il riscaldamento globale continuerebbe per secoli sulla terraferma e per un millennio negli oceani.

Questo per gli effetti di feed-back e per la lentezza del sistema atmosfera.

Eventi estremi

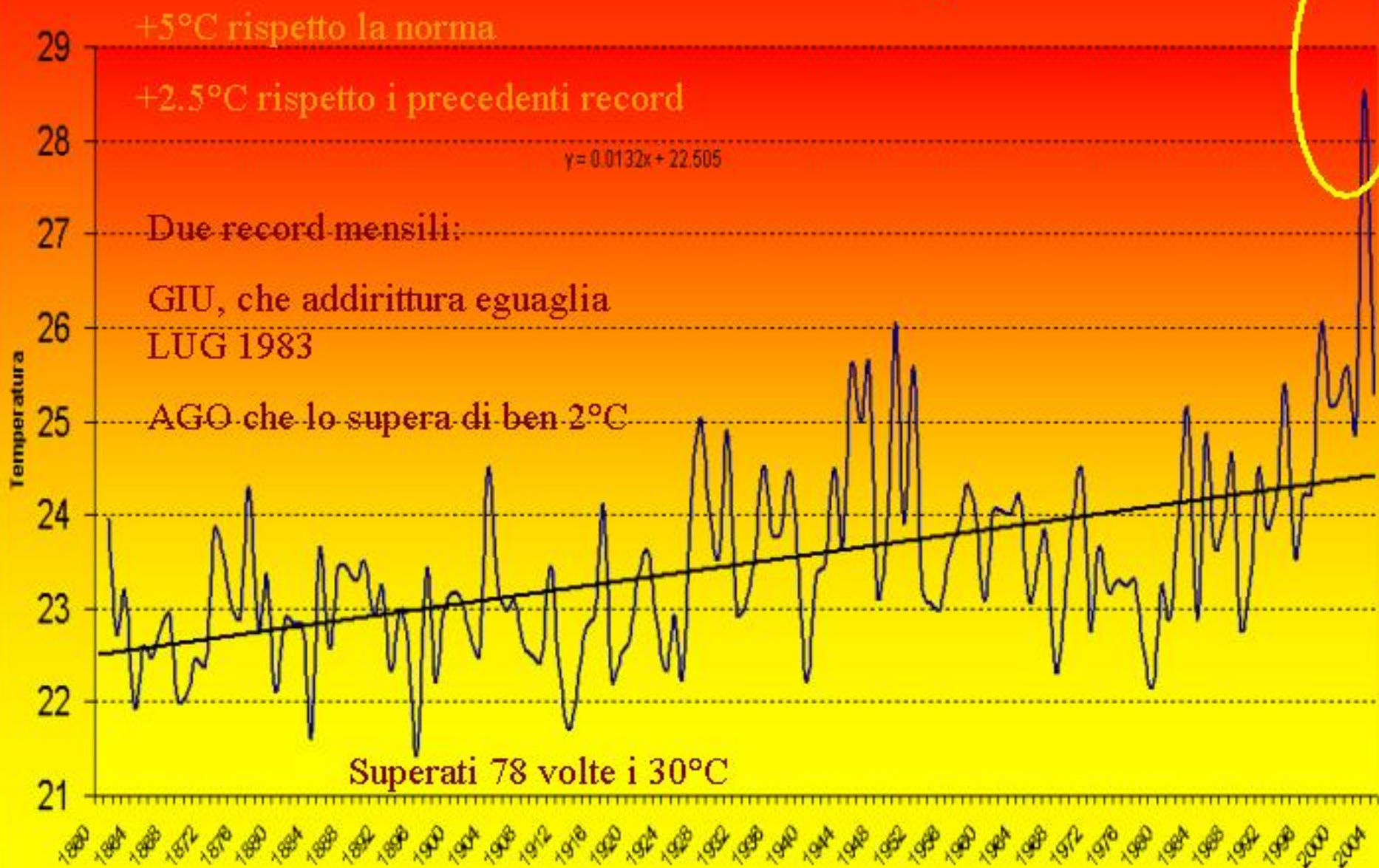




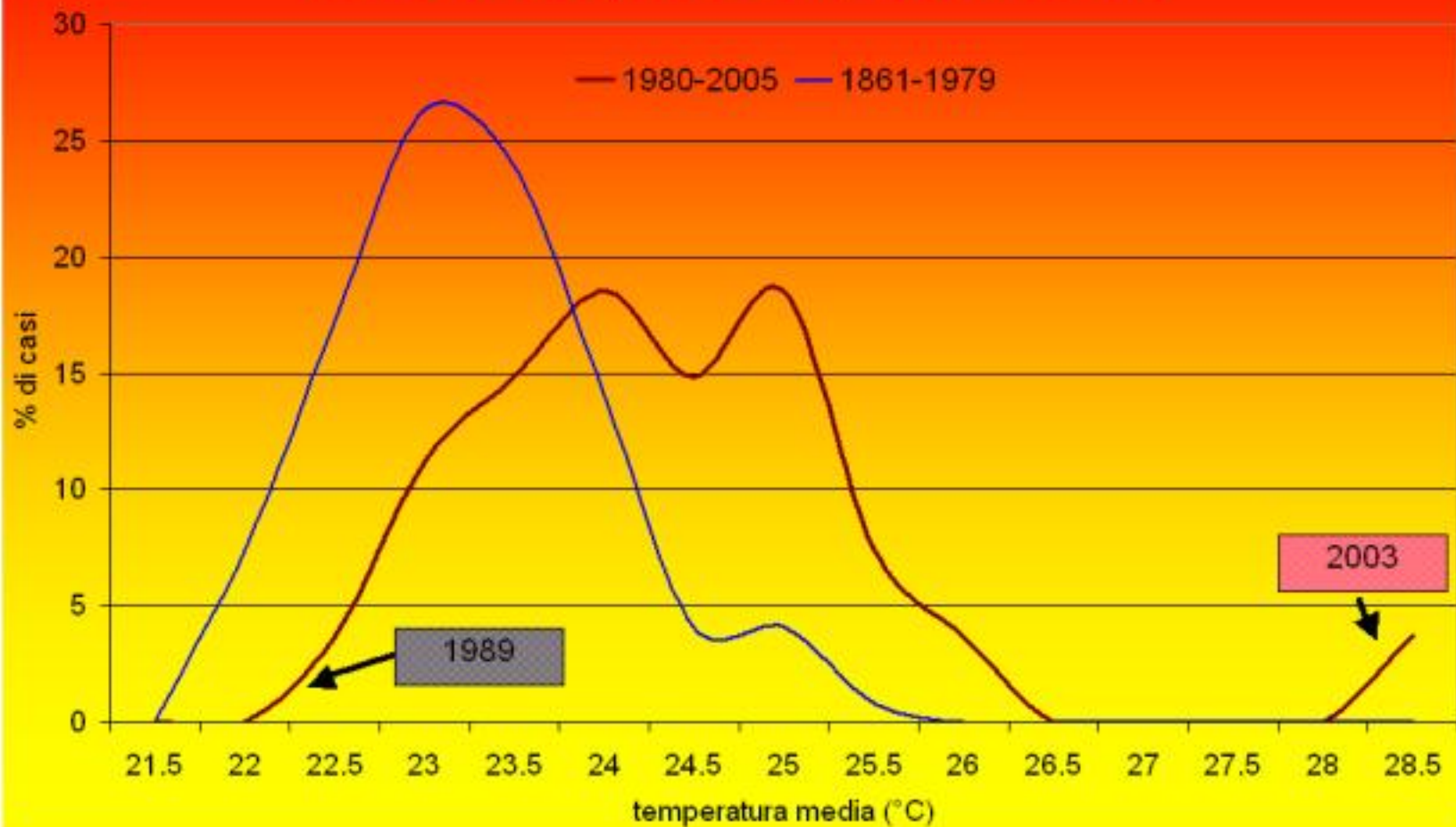
Sono aumentati gli eventi estremi (forti temporali, anche grandinigeni, forti raffiche di vento, piogge intense ma brevi...) in accordo con gli scenari previsti in conseguenza del riscaldamento globale...



Estate 2003: evento "impossibile"



Distribuzione di frequenza della temperatura media estiva



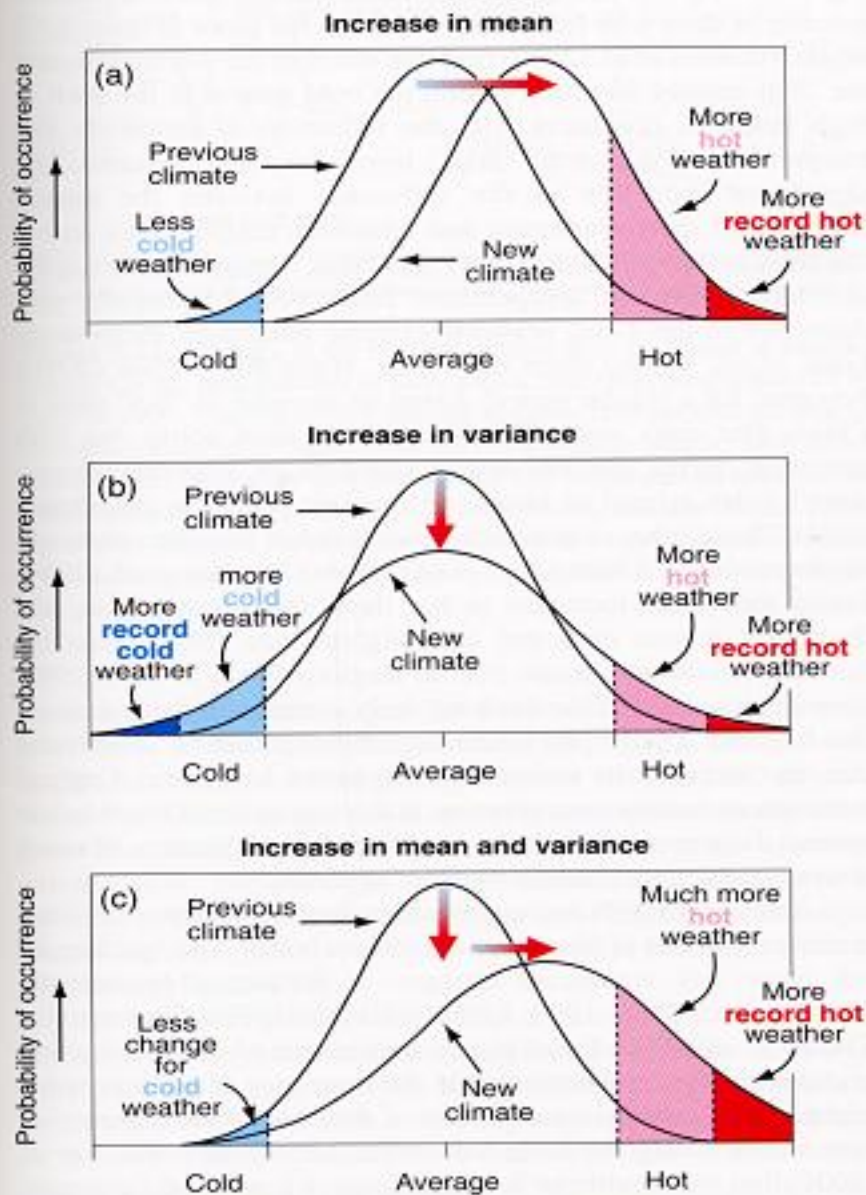
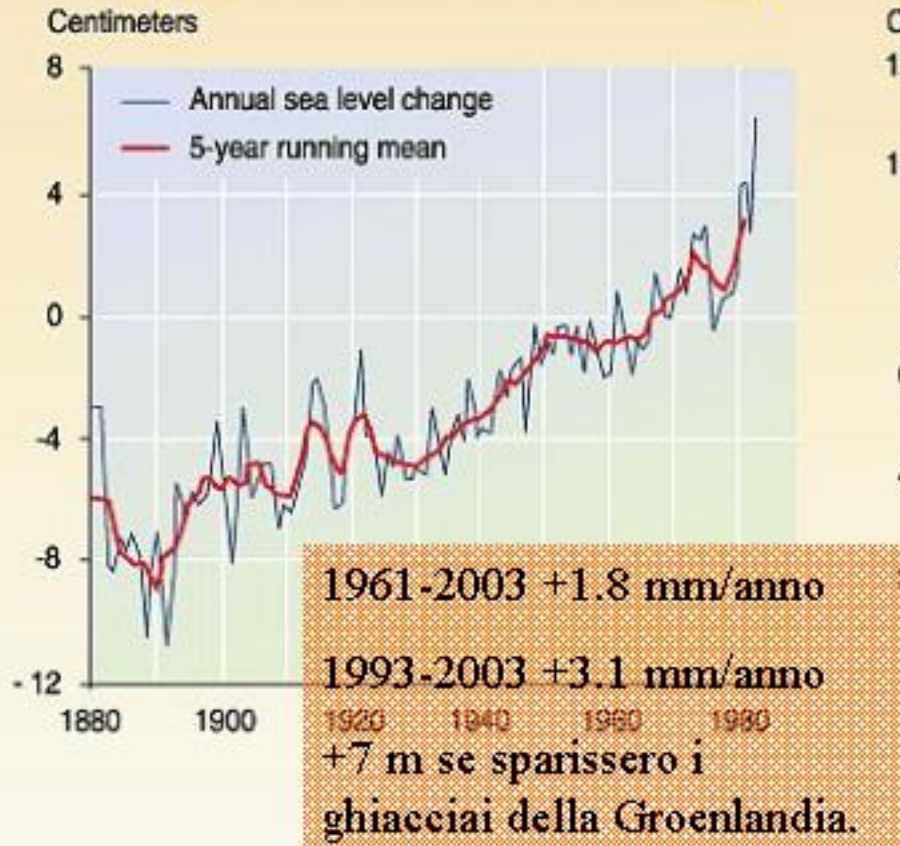


Figure 2.32: Schematic showing the effect on extreme temperatures when (a) the mean temperature increases, (b) the variance increases, and (c) when both the mean and variance increase for a normal distribution of temperature.

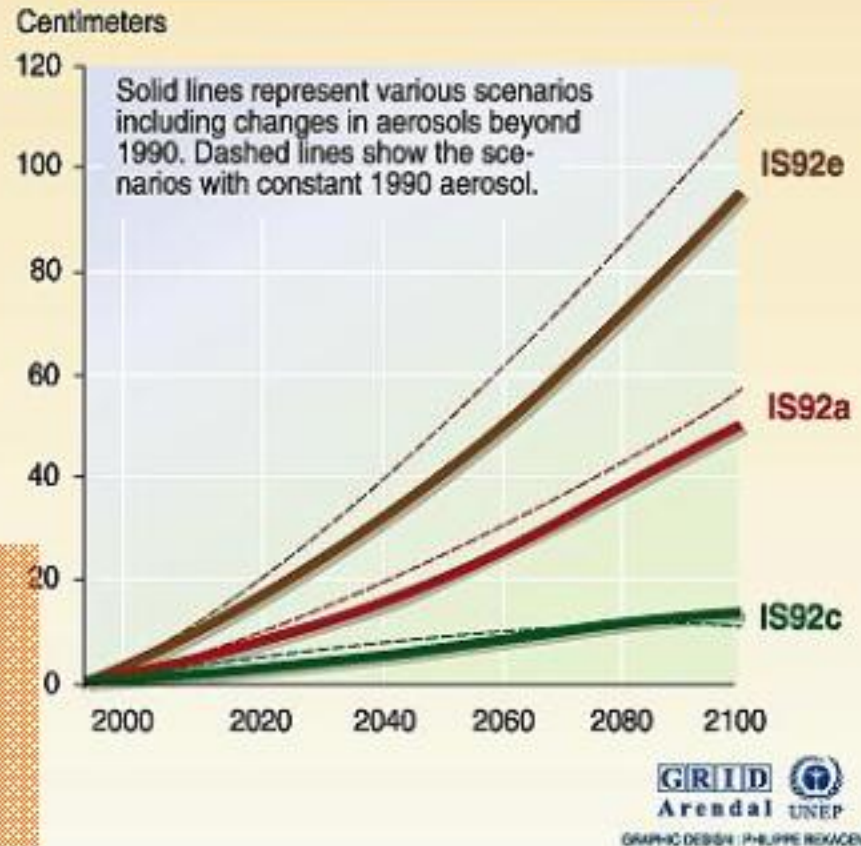
In un clima più caldo è molto probabile che aumentino i casi di *eccesso termico*, ma non è detto che scompaiano *freddo e neve*.

Innalzamento del livello degli oceani indotto dal riscaldamento globale

Ultimo secolo



Prossimo secolo





Buone notizie! Al ritmo attuale del global warming dovremmo riuscire a raggiungerlo a nuoto e mangiarlo entro 5 anni!

SEA-LEVEL RISE

1 grado centigrado: I ghiacciai più piccoli spariscono nelle Ande, minacciando la disponibilità di acqua a 5 milioni di persone. Più di 300.000 persone in più moriranno per l'incremento dei disastri indotti dal clima cambiato nelle regioni tropicali. Il permafrost si scioglierà, danneggiando strade ed edifici in Canada e Russia. Una specie su 10 a rischio di estinzione, alterazioni dell'8% della barriera corallina

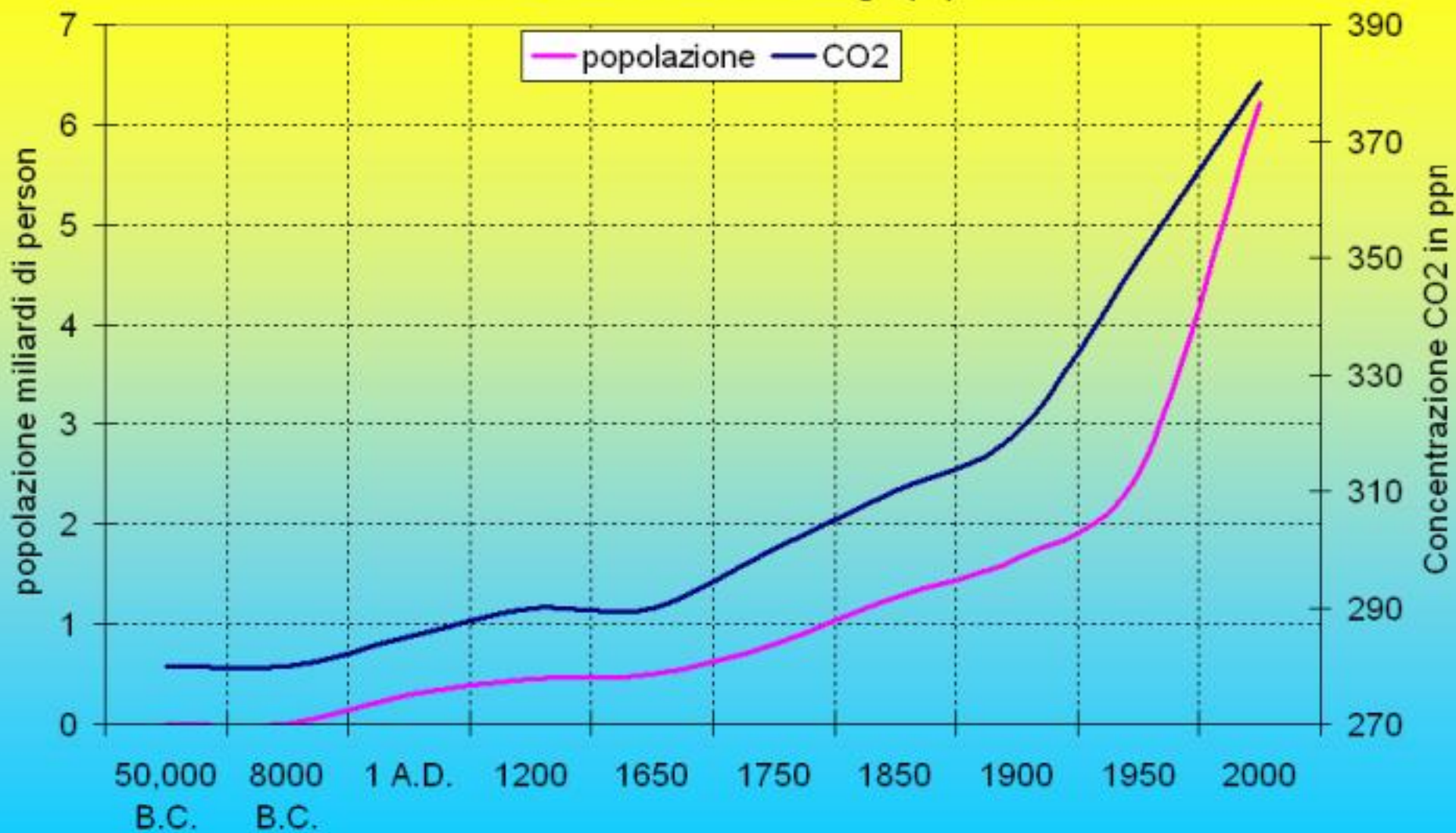
2 gradi centigradi: scarsità d'acqua in aumento in Africa meridionale e nel Mediterraneo. Significativo declino nella produzione di cibo in Africa, dove la malaria infliggerà 60 milioni di persone. Fino a 10 milioni di persone afflitte dalle alluvioni costiere ogni anno. Le specie che vivono all'artico, come gli orsi polari, minacciate d'estinzione insieme a una cifra oscillante fra il 15 e il 40% della restante selvaggina mondiale. La corrente del golfo potrebbe iniziare ad indebolirsi e la fusione della calotta glaciale sulla Groenlandia divenire irreversibile.

3 gradi centigradi: gravi siccità nell'Europa meridionale una volta ogni 10 anni. Da uno a quattro miliardi di persone soffriranno la carenza idrica e altrettante carenza di cibo. Molti milioni di persone a rischio di malnutrizione. Più di 100 milioni di persone saranno afflitte dal rischio di alluvioni costiere. Accelerazione delle estinzioni di massa di animali e piante.

4 gradi centigradi: l'Africa subsahariana e il Mediterraneo subiranno un decremento fra il 30 e il 40% della disponibilità di acqua. Declino del 15-35% della produttività agricola in Africa. Crollo delle coltivazioni in vaste regioni. Fino a 80 milioni di persone in più esposte alla malaria. Perdita di metà della tundra artica. Collasso di molte riserve naturali. Giganteschi ghiacciai dell'Antartico occidentale cominciano a fondere irreversibilmente, minaccia di catastrofico incremento del livello dei mari

5 gradi centigradi: possibile scomparsa di enormi ghiacciai sull'Himalaia, affliggendo con la carenza idrica il 25% della popolazione della Cina e centinaia di milioni di persone in India. L'acidità degli oceani aumenta con minaccia di totale collasso dell'industria ittica. Il livello del mare sale inesorabilmente inondando vaste regioni dell'Asia e circa la metà delle più grandi città del mondo, comprese Londra, New York e Tokyo.

Pianeta Terra: andamendo di CO₂ e popolazione



Cosa possiamo fare?

- Produrre meno gas – serra, vale a dire:

Usare meno l'automobile

Costruire meno strade e più piste ciclabili

Diminuire gli incentivi verso la rottamazione auto e l'acquisto di auto

Consumare meno energia

Costruire edifici meno energivori, meglio isolati, meglio illuminati (illuminazione naturale)

Incentivare, e non impedire, l'installazione di pannelli solari ai privati e dare il buon esempio negli edifici pubblici

Prima di comprare qualcosa chiedersi se sia veramente utile (WWF).

Costruire meno centri commerciali, cementificare meno, non puntare ad un aumento del PIL: non esiste crescita infinita con risorse finite.

- **Limitare il riscaldamento** (20°C in inverno nei locali pubblici e privati)
- **Limitare l'uso dell'aria condizionata**
- ...e mille altre azioni, dal basso e dall'alto.
- **Azioni intraprese non perché ambientalisti, ma perché ci teniamo al futuro dell'uomo.**

Tutti d'accordo?



Gli scienziati “liberi” si...

Ma c'è chi, in malafede, si ostina a negare la responsabilità dell'uomo sul riscaldamento globale... una verità troppo scomoda!

Grazie per l'attenzione

