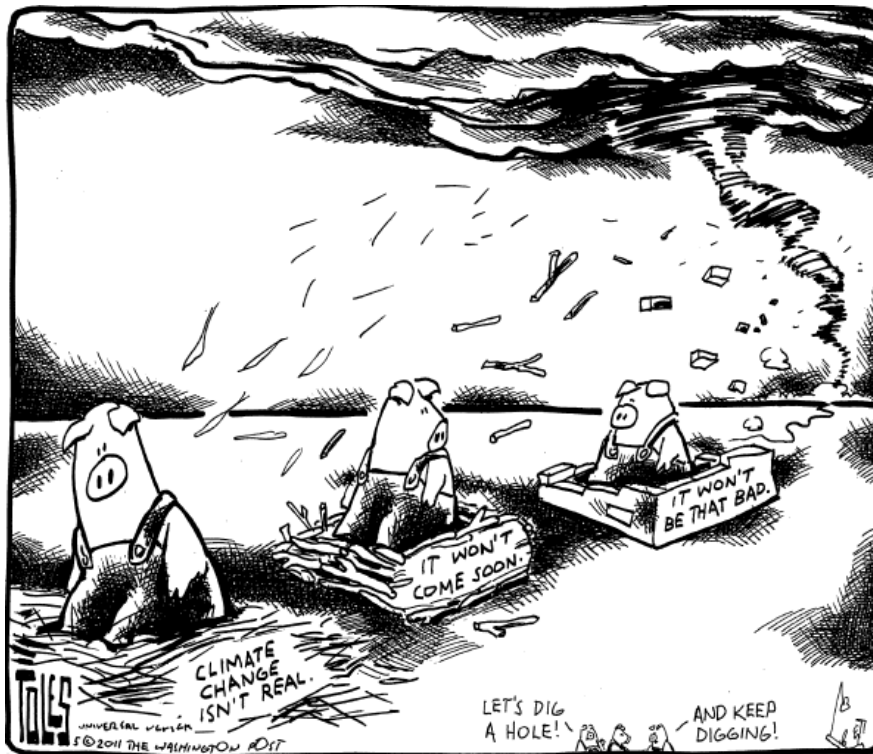


Forse non è così

Alcune controversie sui cambiamenti climatici



Stefano Agustoni

Traccia

- Stato dell'arte ed evidenze
- Incertezze e complessità
- Alcuni esempi di controversie

Fondamenta scientifiche

Riproduzione (simulazione)

Teoria

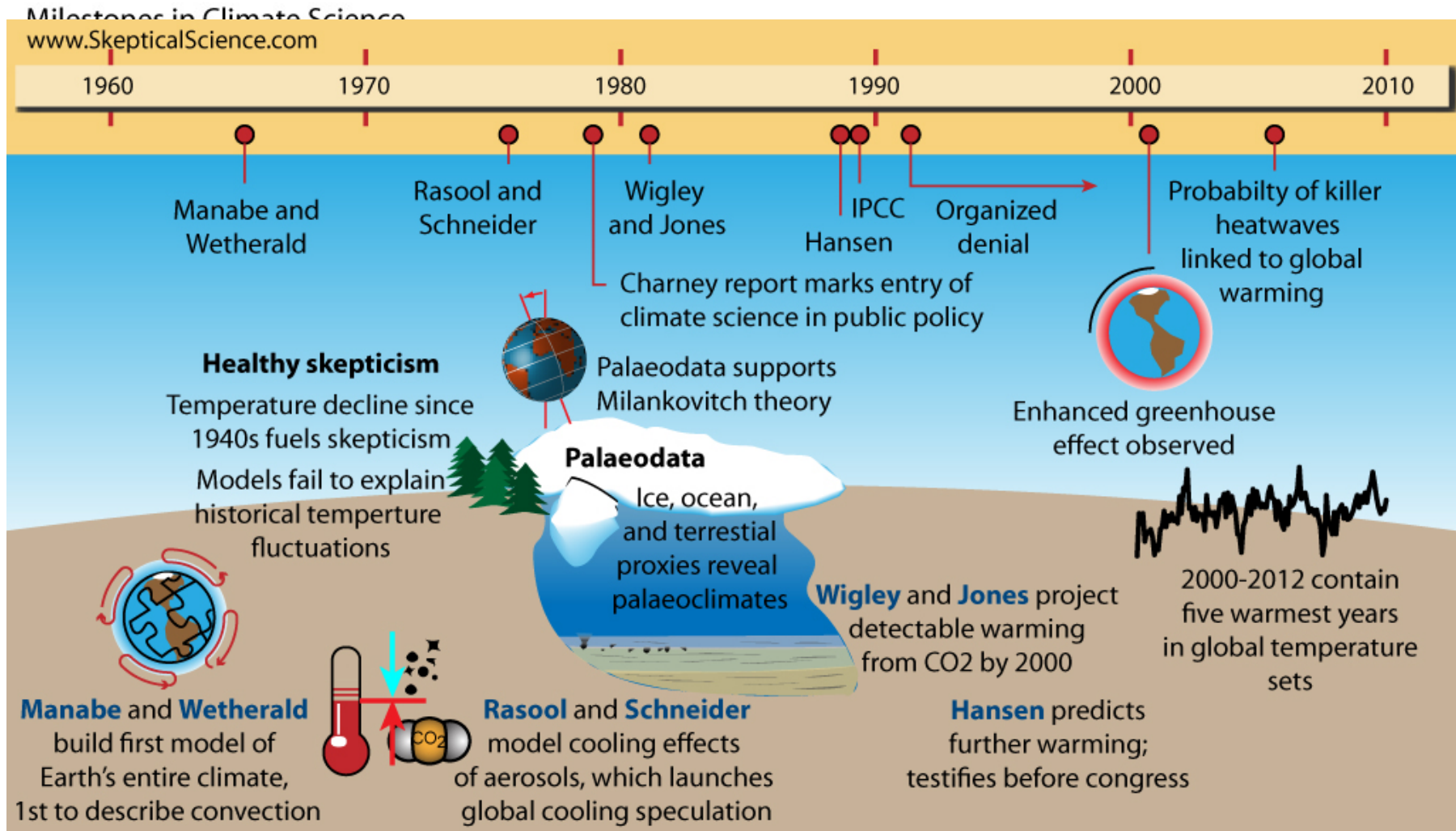


Osservazione

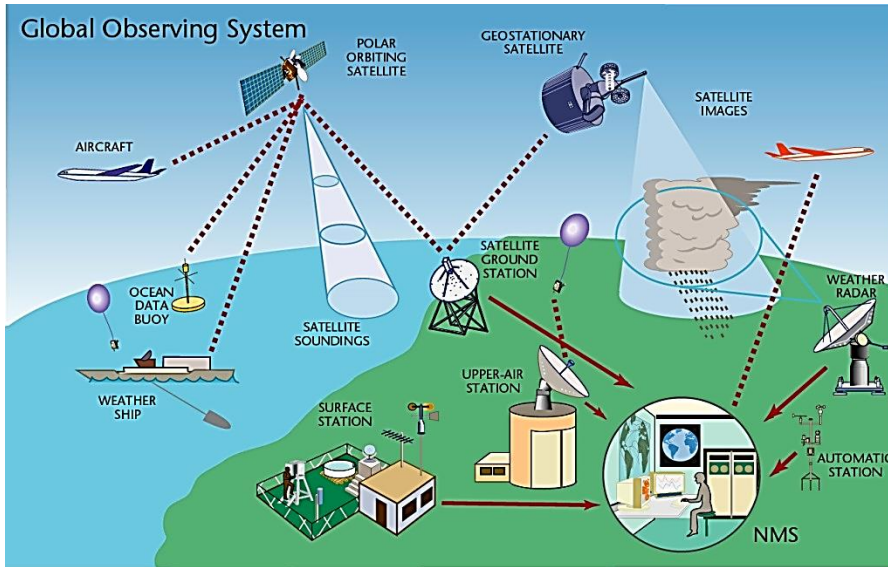
Fondamenta scientifiche

- Ogni progresso che viene fatto parte da una domanda scettica come quella del titolo della relazione, ma fare una domanda del genere non vuol necessariamente dire che qualcosa è sbagliato. È un normale processo della scienza ma è anche un processo normale che la scienza produca fatti.
- I cambiamenti climatici sono una disciplina scientifica che poggia su scienze dure e ben definite come la fisica e la chimica, i meccanismi alla base delle modellizzazioni del clima sono leggi conosciute bene.

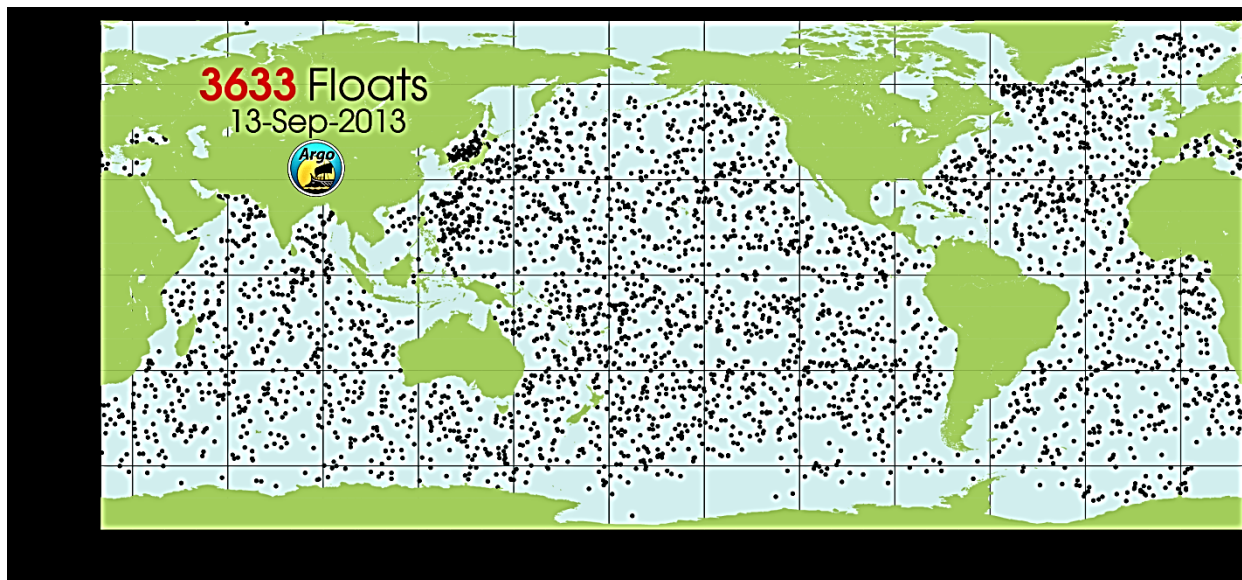
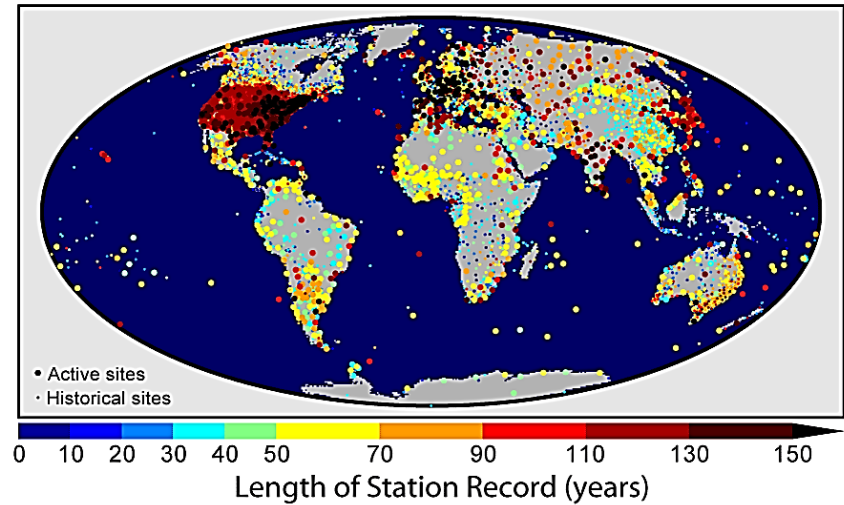
Prospettiva storica delle fondamenta



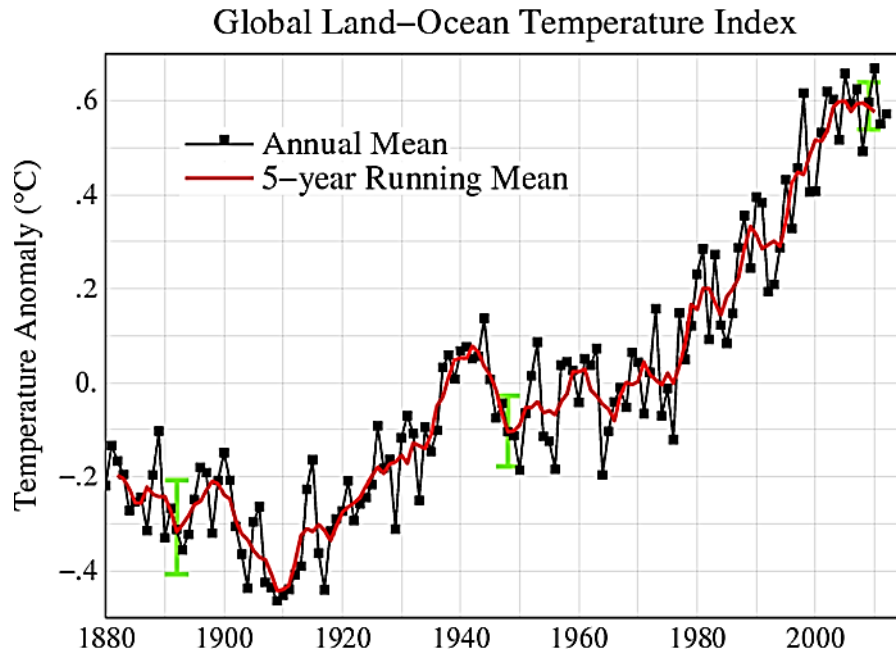
Rete di osservazione



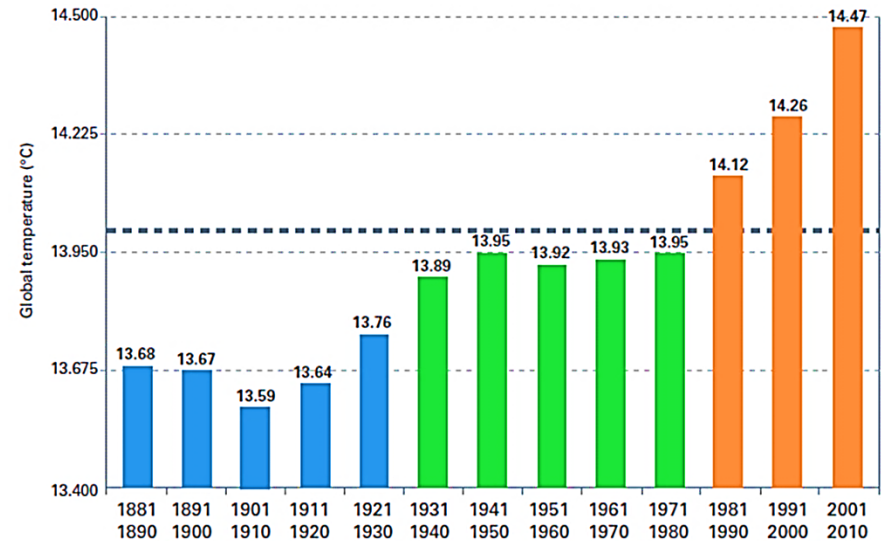
Global Climate Network Temperature Stations



Osservazioni: temperature dell'aria



Fonte: NASA



Fonte: WMO

http://www.nasa.gov/mp4/616909main_GISStemp2011dates.mp4

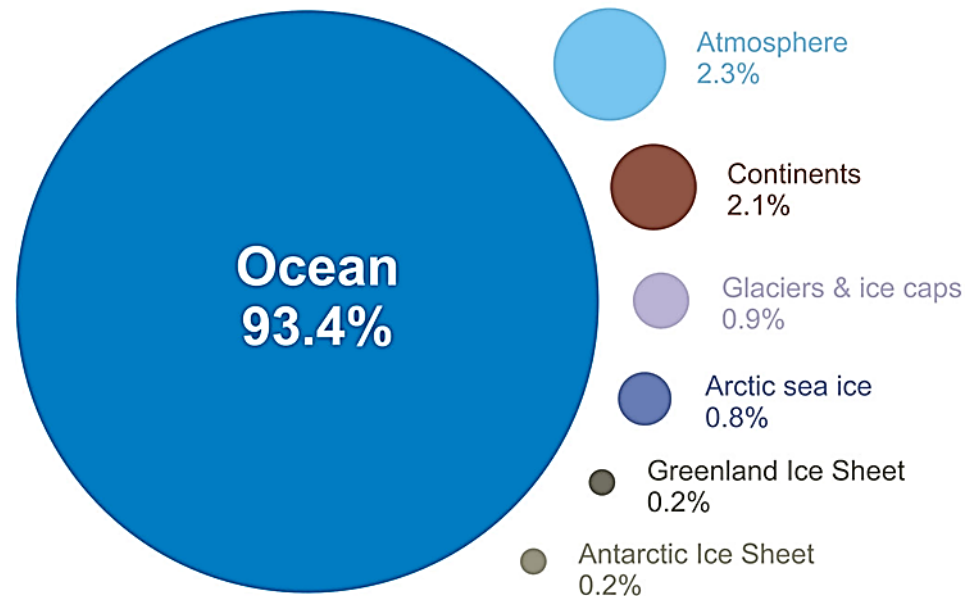
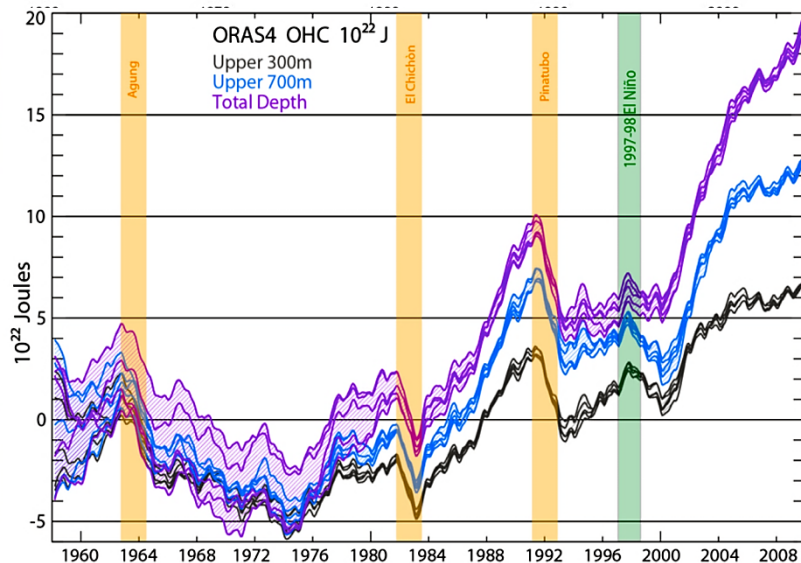
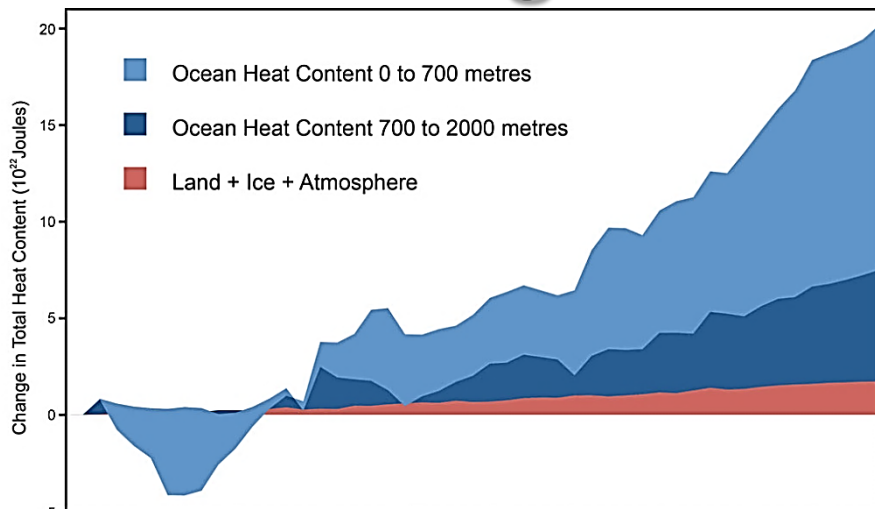
Due manifestazioni con cui il clima cambia:

- la gradualità (scala pluridecennale) → «normalità strisciante»
- le fluttuazioni (scala interannuale) → problema di scala

⇒ Possibile problema di percezione

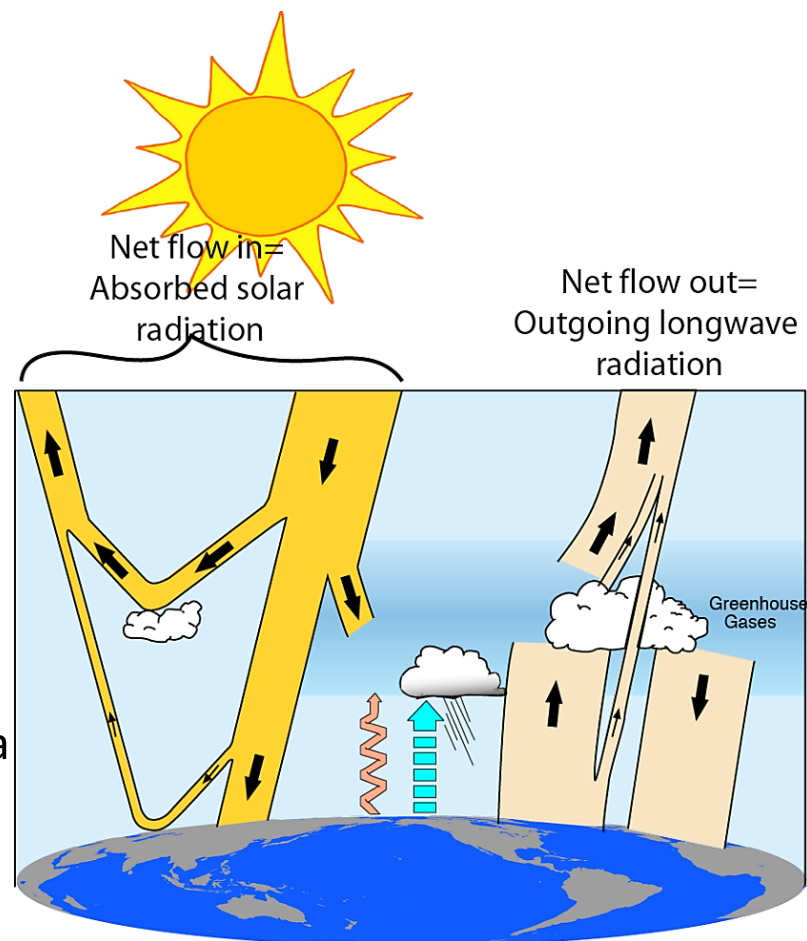
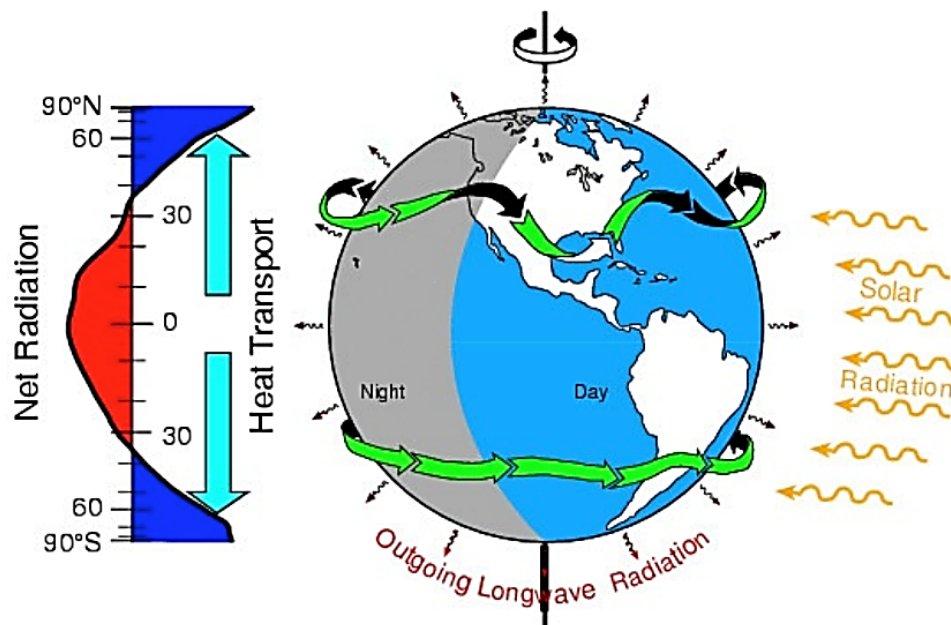
Osservazioni: energia assorbita dagli oceani

Where is global warming going?



Gli oceani stanno accumulando energia al ritmo di 4×10^{21} Joules/anno (una quantità pari alla produzione di 127'000 centrali nucleari aventi una potenza di 1 GW).
 ⇒ Spia dello squilibrio nel bilancio energetico terrestre: l'energia che entra nel sistema > di quella reirradiata verso lo spazio.

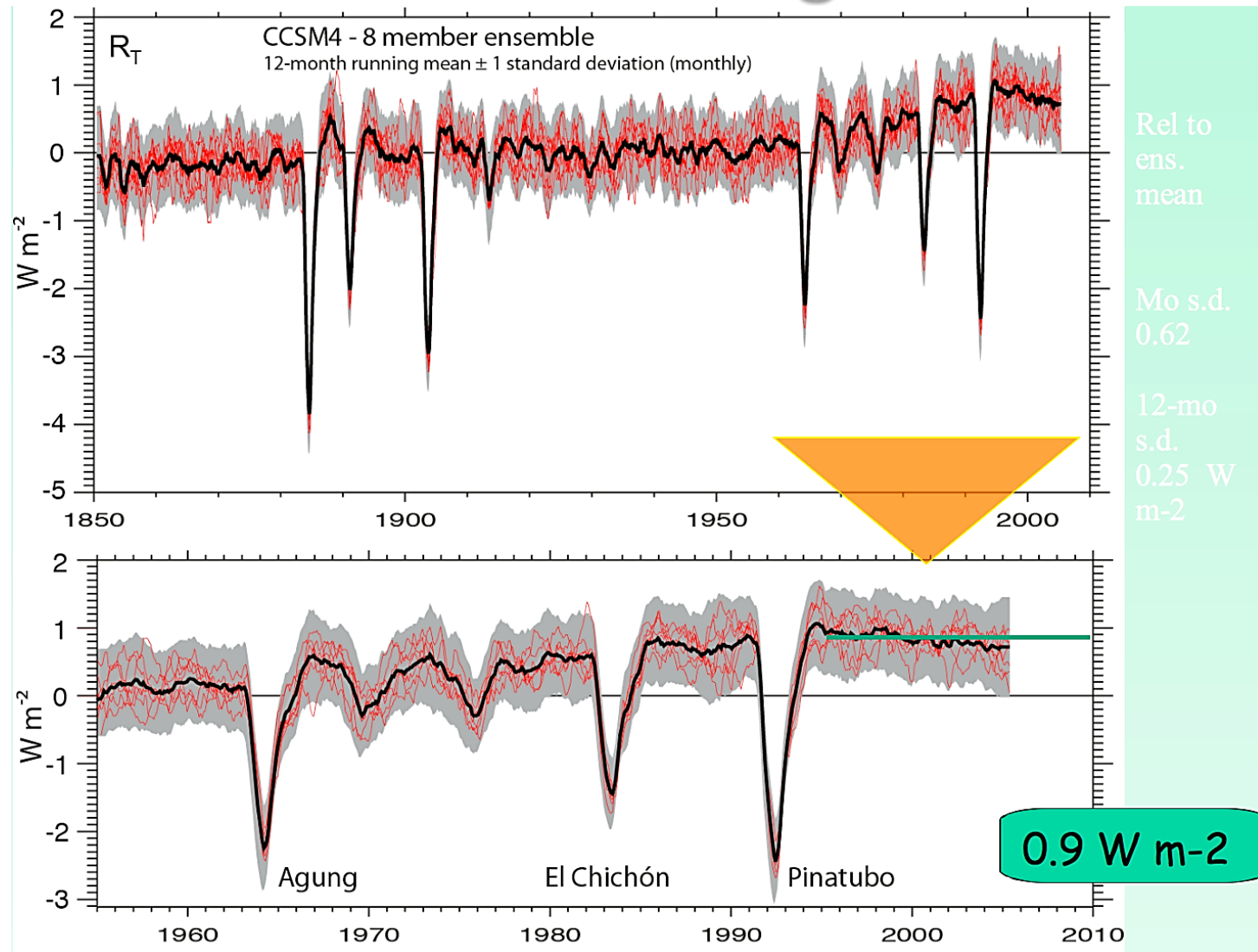
Osservazioni: bilancio energetico



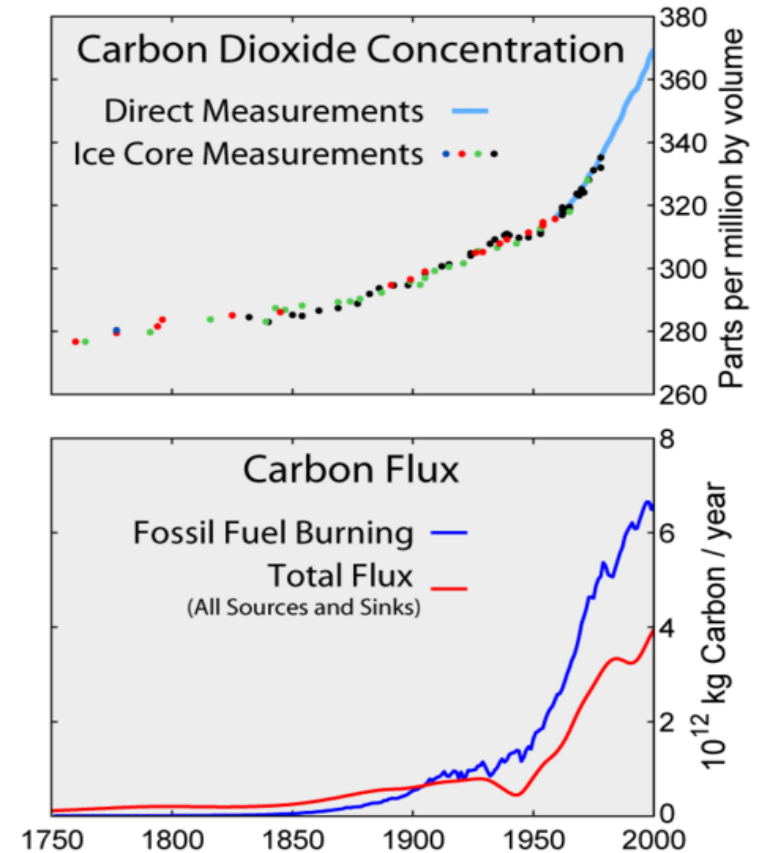
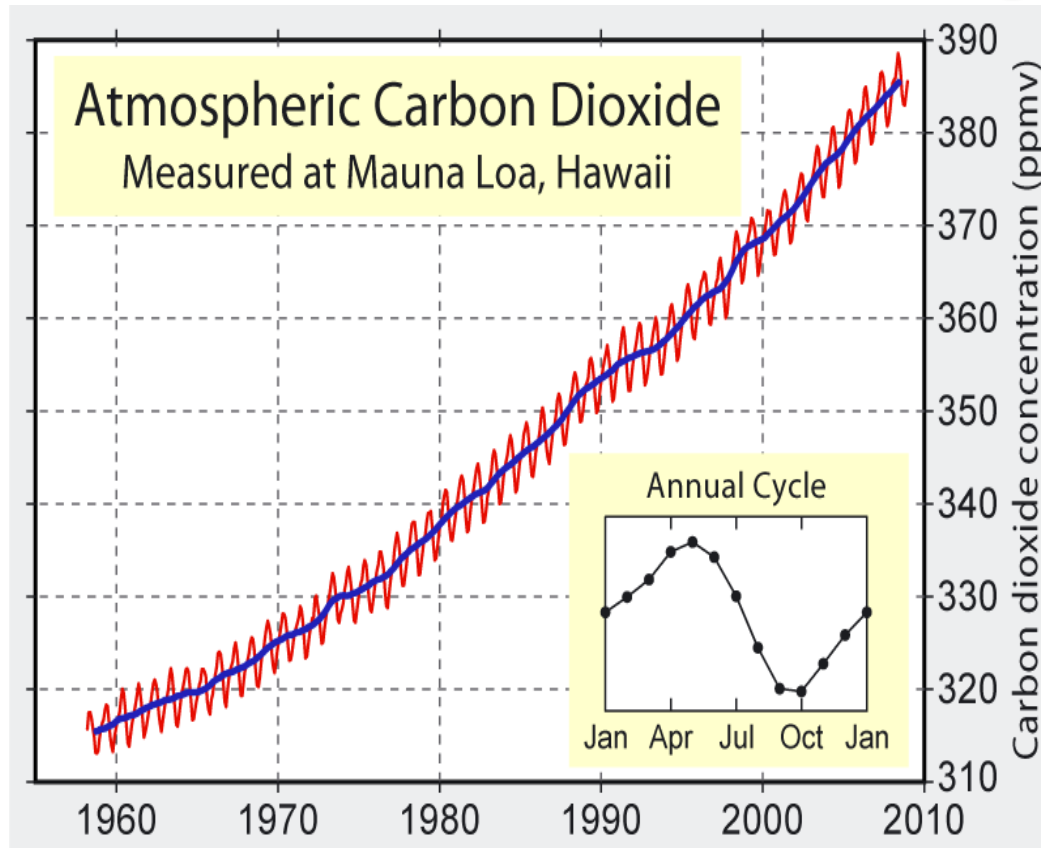
Net flow in – Net flow out = Net radiation

Se $in > out$, c'è uno sbilancio positivo che porta ad un accumulo di energia e ad un aumento delle T globali

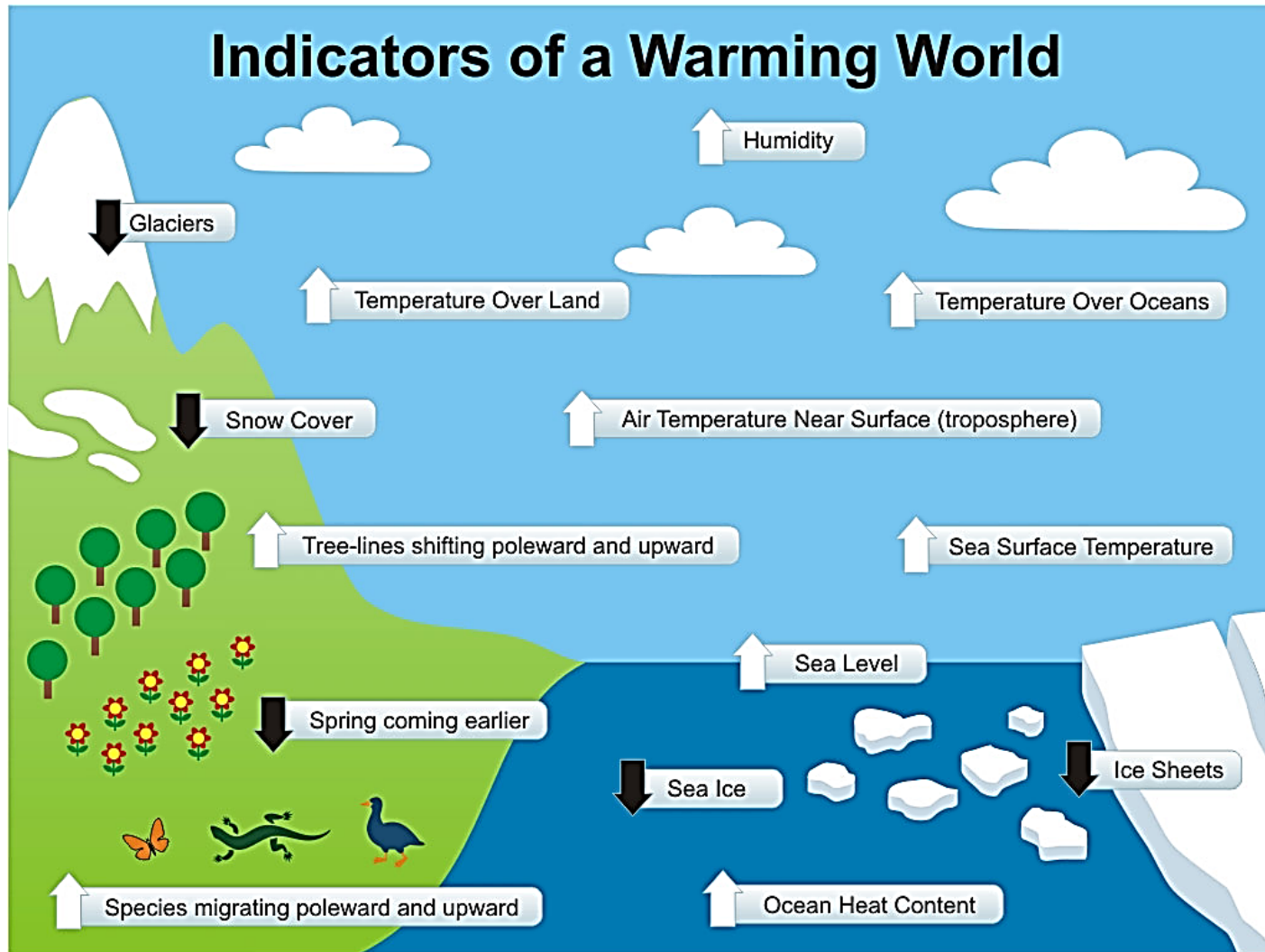
Osservazioni: bilancio energetico



Osservazioni: l'incremento del gas serra CO₂

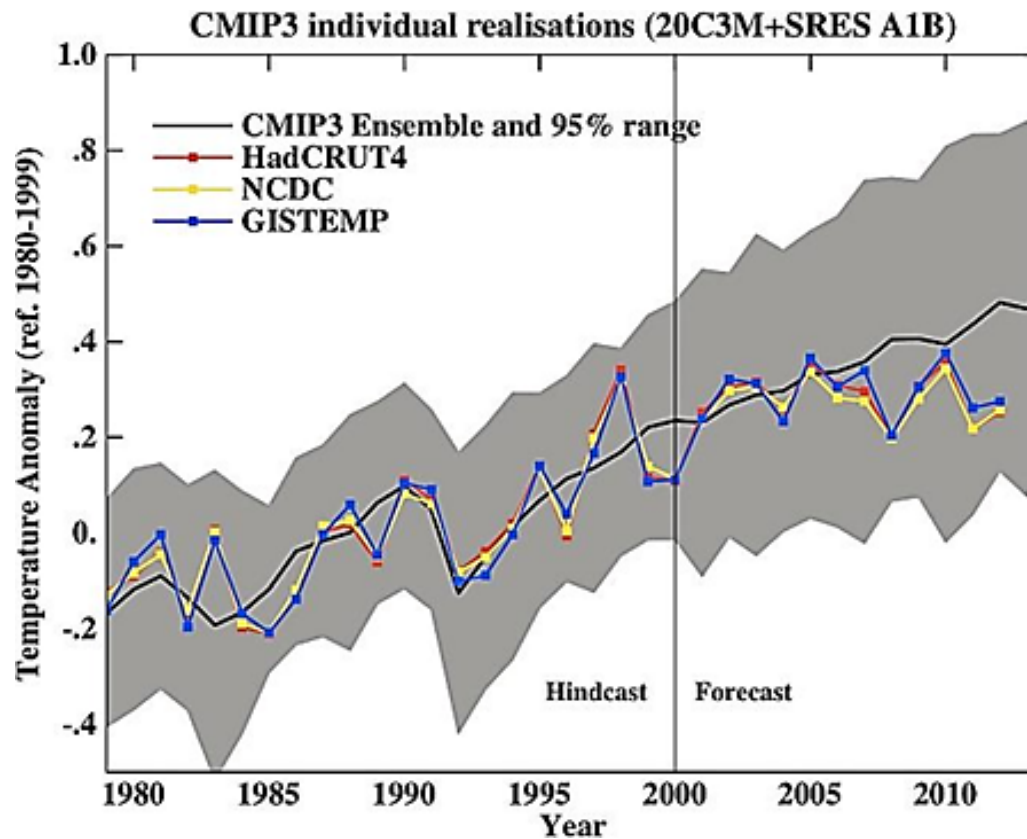


Osservazioni: indicatori ambientali



Simulazioni /1

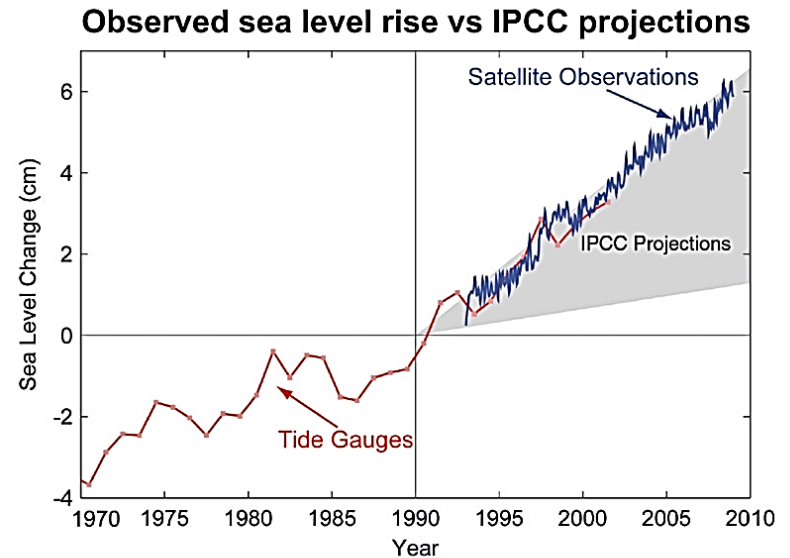
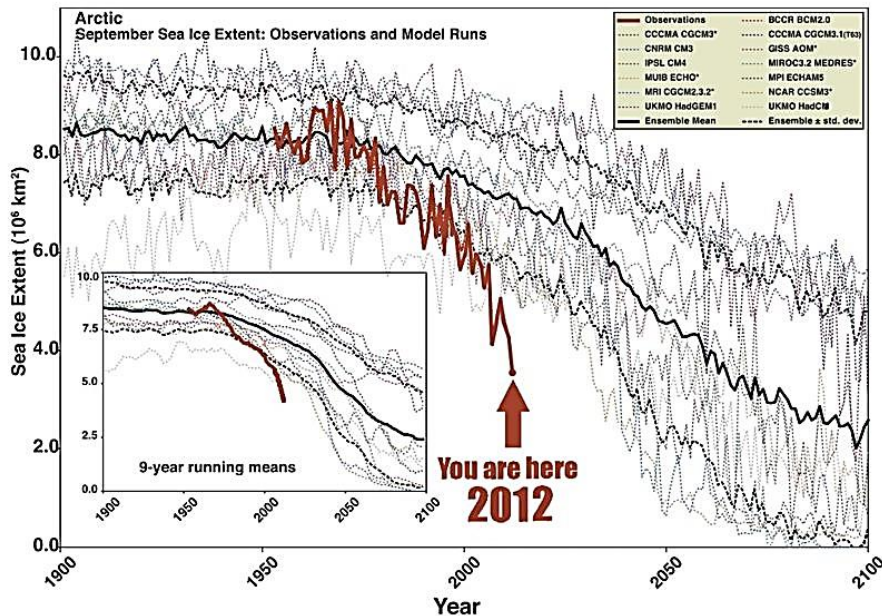
temperature dell'aria



Simulazioni /2

banchisa artica e livello dei mari

In a climate system with net positive feedback, climate response is likely to be greater than expected



Copenhagen Diagnosis 2009

<http://sks.to/model>

Connessione fra teoria, osservazioni e simulazione: impronte antropiche

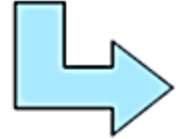


Conclusioni basate sia su evidenze empiriche degli effetti e sia su un quadro teorico ben consolidato che collega cause ed effetti osservati

- Le fondamenta teoriche che stanno alla base del fenomeno vengono da lontano, sin dal 19esimo secolo e si basano su buona parte della fisica classica (termodinamica e elettromagnetismo)
- Le prime simulazioni numeriche che ne prevedevano l'evoluzione hanno quasi mezzo secolo di vita
- L'osservazione ha conosciuto un grande sviluppo grazie alla tecnologia, ma la serie di dati strumentali è densa e si rafforza con i dati vicarianti che derivano dalle ricostruzioni paleoclimatiche
- Il consenso fra gli scienziati sul fatto che il clima si sarebbe scaldato per cause antropiche è presente sin dagli anni 70
- **95 probabilità su 100 che l'uomo vi abbia contribuito in modo marcato (IPCC AR5, WG1, 2013)**

Interazioni e implicazioni

Emissioni (consumi di energia fossile, agricoltura intensiva, deforestazioni,...)



Concentrazione di gas serra (CO₂, metano,...)



Effetto riscaldante



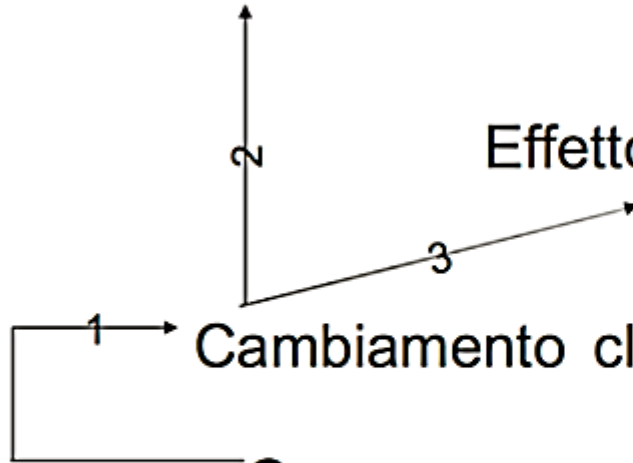
Cambiamento climatico (temperature, precipitazioni)



Conseguenze ambientali (ghiaccio, livello dei mari,...)



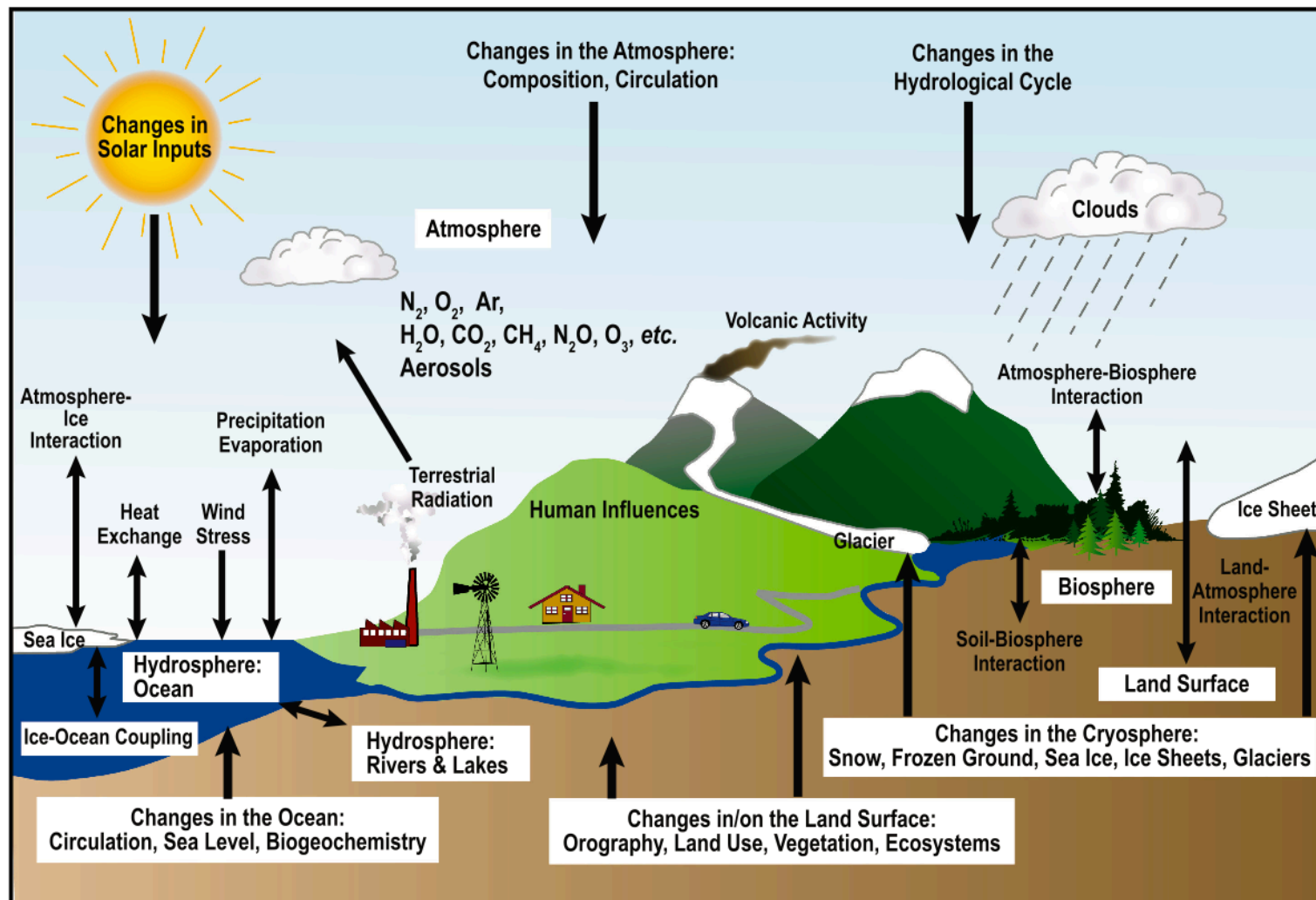
Impatti (su società e economia)



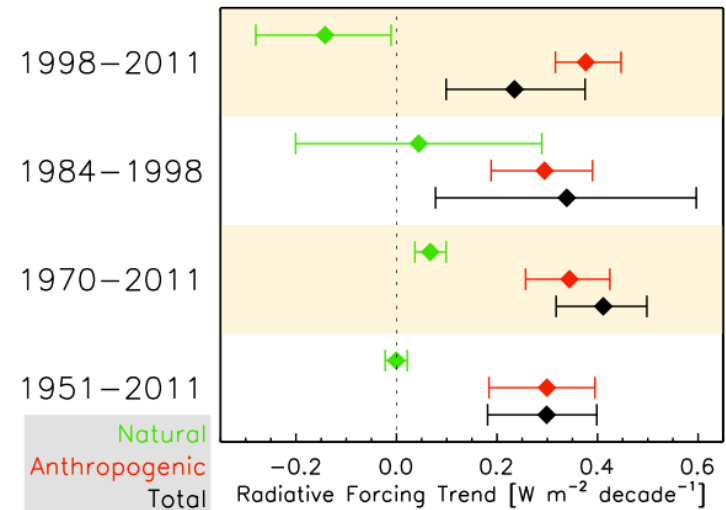
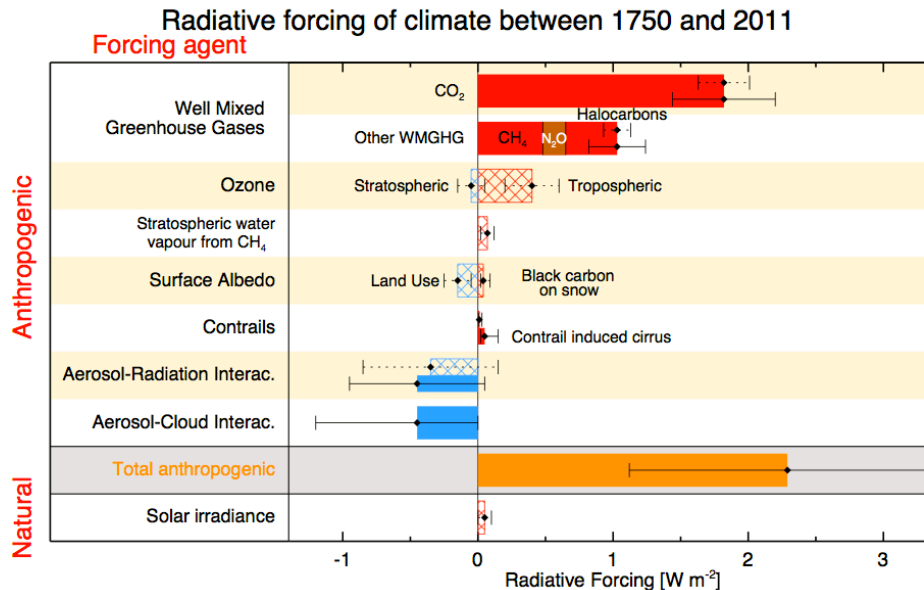
Esempi di retroazioni:

- 1) effetto albedo: meno ghiaccio \Rightarrow meno energia solare riflessa \Rightarrow più calore assorbito
- 2) più caldo \Rightarrow meno ghiaccio e mari più caldi \Rightarrow più gas serra naturali liberati
- 3) più caldo \Rightarrow più evaporazione \Rightarrow più vapore in atmosfera

Incertezza e complessità



Incertezza e complessità



Forzanti radiative più importanti e sulle quali c'è meno incertezza:

- 1) CO₂ (scala globale e plurisecolare)
- 2) CH₄ e altri gas serra minori (scala globale e pluridecennale)

Forzanti radiative importanti sulle quali c'è più incertezza:

- 1) Aerosol (es. solfati) di produzione industriale (scala regionale/emisferica e pluriannuale)
- 2) Sole (scala globale)

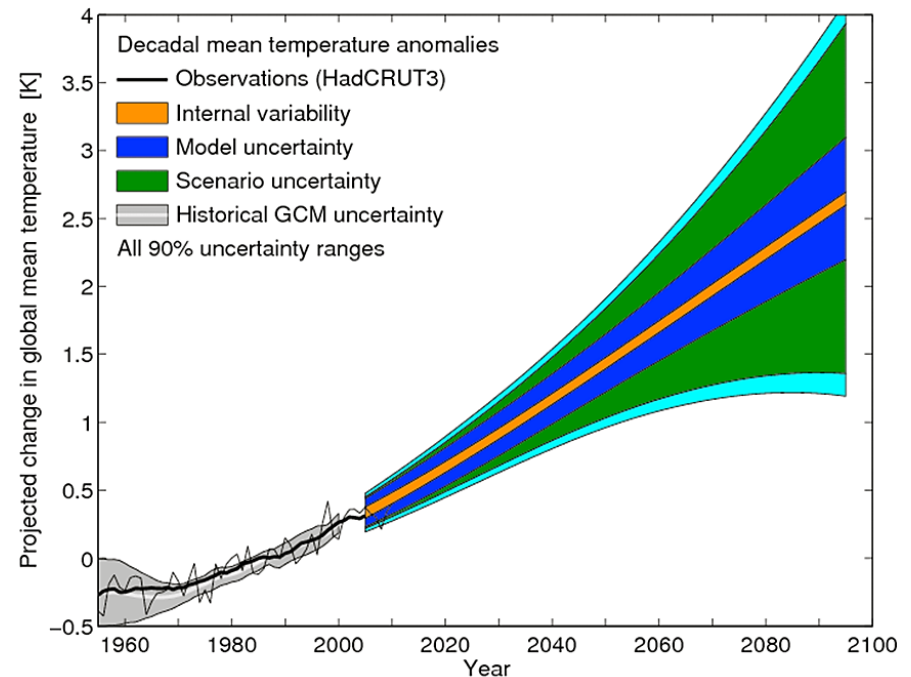
⇒ Componenti che hanno squilibrato il bilancio energetico del sistema terrestre fra il 1800 e oggi.

Sul corto periodo agiscono sia componenti transitorie come le grandi eruzioni vulcaniche, sia la variabilità libera e caotica del tempo. L'incertezza deriva pure dalla complessità del sistema climatico.

Controversie effettive

La comprensione fondamentale è ben consolidata e le dispute attuali nella comunità scientifica non riguardano le solide fondamenta della piramide della conoscenza sul tema specifico, bensì aspetti anche molto importanti ma collaterali che hanno a che fare con la complessità del sistema climatico e con le inevitabili incertezze associate, ad es.:

- comprensione ancora medio/bassa di alcuni fattori forzanti;
- retroazioni;
- variabilità intrinseca del sistema climatico sul corto periodo;
- ipotesi sulle emissioni future

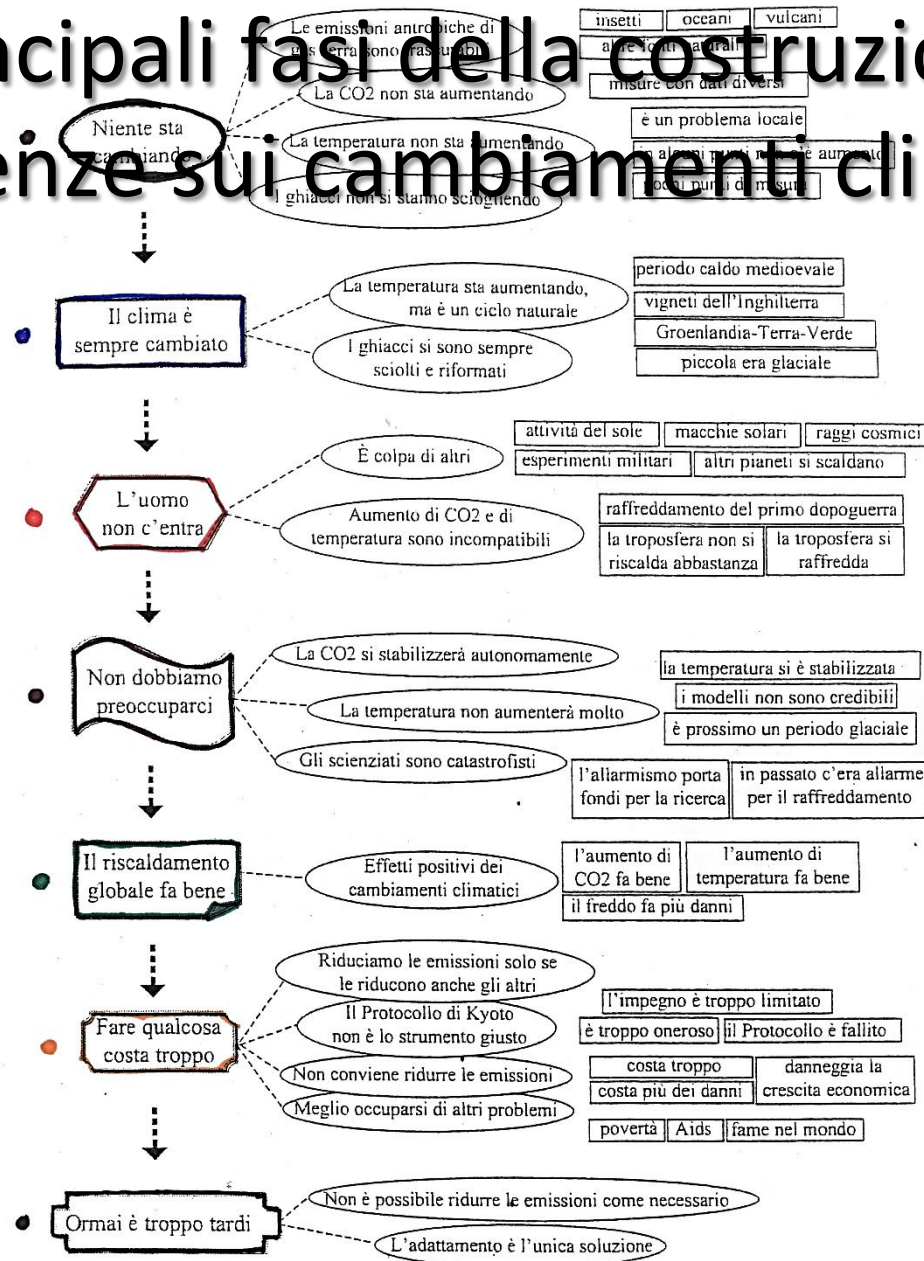


Campionario di controversie presunte e effettive

1. LA SCIENZA È DIVISA
2. LE EMISSIONI UMANE DI CO₂ SONO TRASCURABILI
3. IL PIANETA NON SI STA SCALDANDO
4. IL CLIMA È SEMPRE CAMBIATO
5. I GHIACCI STANNO AUMENTANDO
6. È IL SOLE LA CAUSA
DEGLI ATTUALI CAMBIAMENTI CLIMATICI
7. IL RISCALDAMENTO GLOBALE FA BENE
8. NON TOCCA A NOI RIDURRE LE EMISSIONI
9. LE POLITICHE CLIMATICHE COSTANO TROPPO
10. ORMAI È TARDI PER FARE QUALCOSA

Caserini, 2009

Le 7 principali fasi della costruzione delle credenze sui cambiamenti climatici



Alcuni esempi

"La scienza non è ben definita"

La Scienza non è mai definitiva al 100% , ma è sempre alla ricerca della riduzione del grado di incertezza. Diversi aspetti della scienza hanno un diverso grado di scientificità. Per esempio abbiamo una carente comprensione del meccanismo di azione degli aerosol mentre abbiamo un elevato grado di conoscenza del riscaldamento causato dalla anidride carbonica. Gli aspetti carenti riguardanti il cambiamento climatico non cambiano il fatto che la maggior parte della scienza del Clima è ben delineata.

Gestione delle incertezze

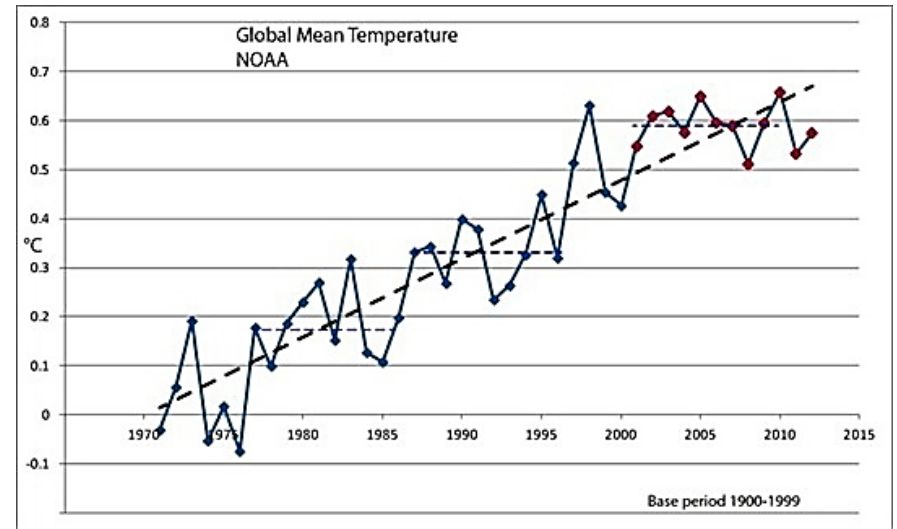
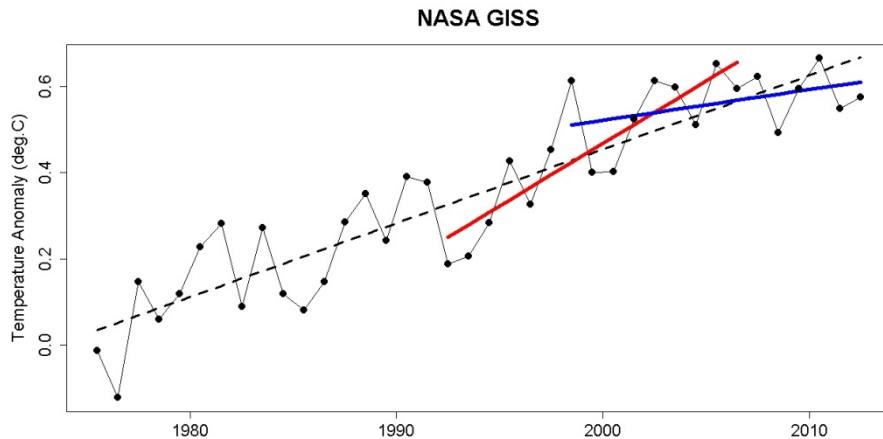


Piramide della conoscenza vs castello di carte delle credenze

Scienza: impresa cumulativa, si costruisce pezzo per pezzo a partire dalle fondamenta.
«È vero, con un certo grado di incertezza, ciò che è provvisoriamente non falso»

Credenza: spesso associabile ad un castello di carte, nel quale un qualsiasi pezzo incerto rischia di far crollare tutta la struttura. *«Non è certo, dunque non è vero»*

- «il pianeta non si sta scaldando»

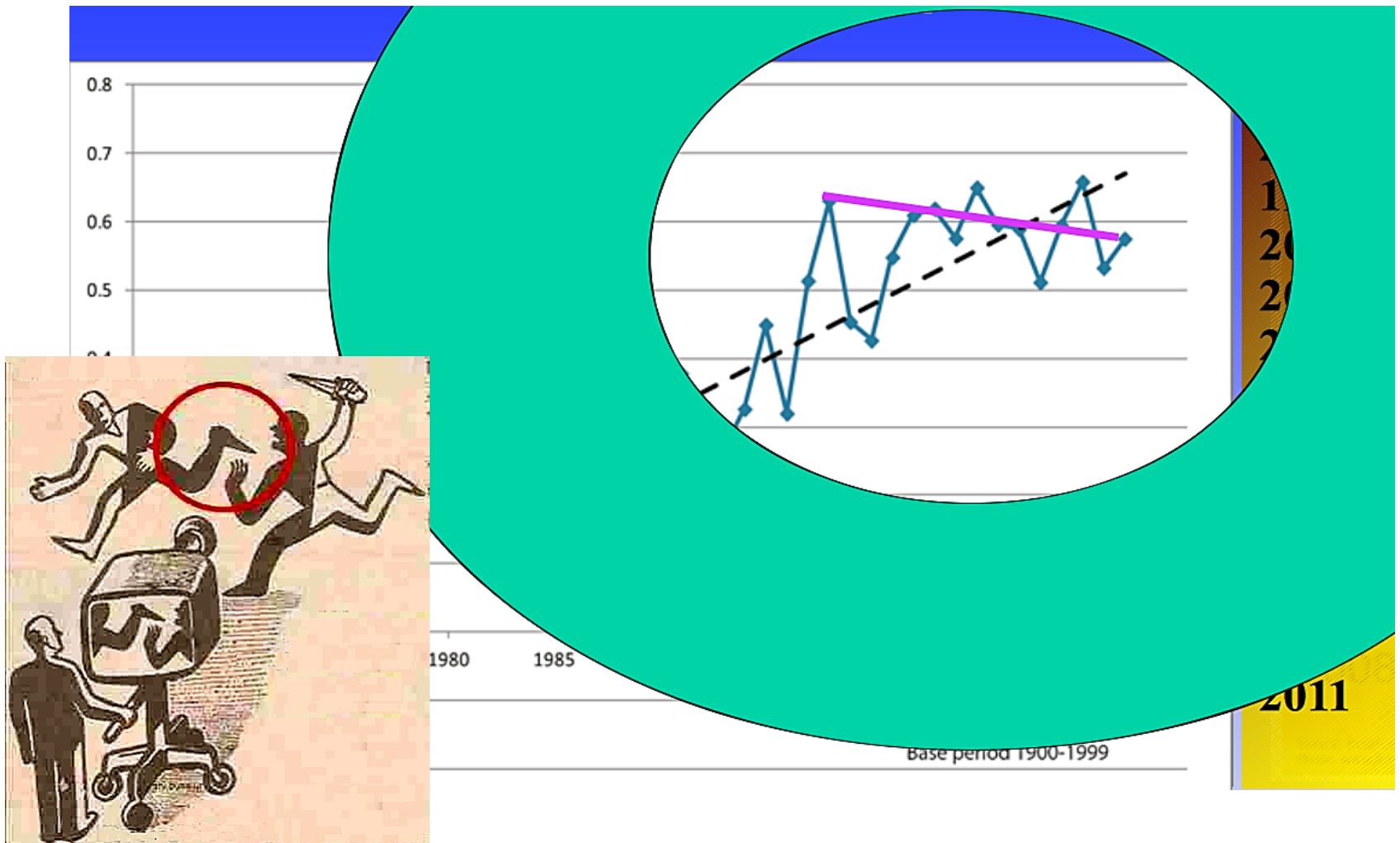


"Si sta raffreddando"

Misurazioni sperimentali del calore contenuto nella atmosfera mostrano che il pianeta sta accumulando calore e che il riscaldamento globale è in corso. Le temperature superficiali possono mostrare raffreddamenti di breve periodo quando il calore viene scambiato tra l'atmosfera e gli oceani in quanto questi ultimi hanno una capacità termica molto più grande dell'aria.

Sia il trattamento statistico dei dati, sia il rumore di fondo dato dalla normale variabilità fra anno e anno che si stempera solo allargando la finestra temporale e sia l'inerzia del sistema climatico fanno sì che un periodo di 10-15 anni sia troppo breve per poter trarre inferenze significative

La parte per il tutto



Altri esempi

"Non esiste alcuna evidenza sperimentale"

Da osservazioni dirette risulta che la crescita rapida della CO₂ è dovuta alla attività dell'Uomo. Le misurazioni da satellite ed in superficie trovano che una minor quantità di energia sta scappando verso lo spazio nelle lunghezze d'onda di assorbimento della CO₂. Misure di temperatura sugli oceani ed al suolo evidenziano che il pianeta continua ad accumulare calore. Ciò fornisce una evidenza sperimentale che le emissioni antropiche di CO₂ causano un riscaldamento globale.

"L'azione degli uomini è troppo insignificante da poter influenzare il Clima della Terra"

Al contenuto di CO₂ atmosferica vengono aggiunte 15 Gt di anidride carbonica ogni anno. Gli uomini immettono 26 Gt/anno. Il genere umano sta alterando la composizione atmosferica ed il Clima in maniera drammatica.

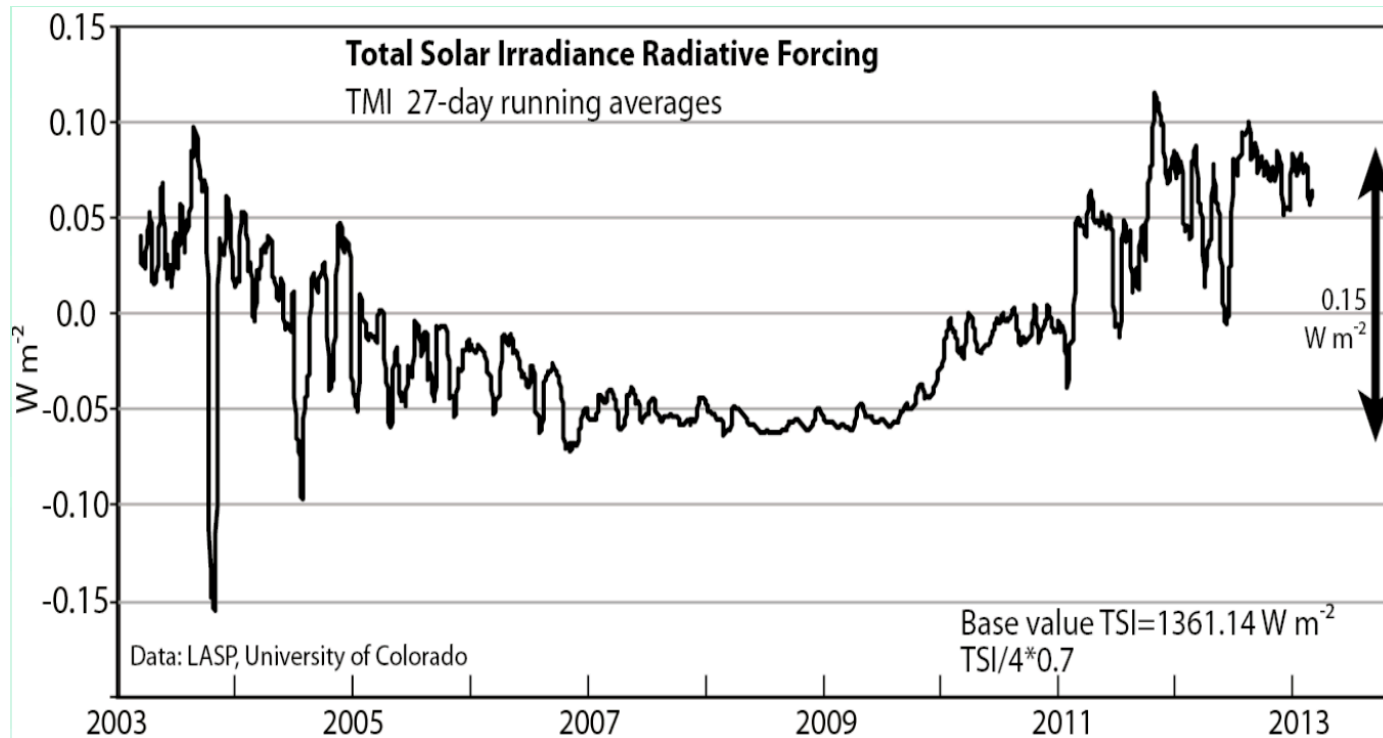
"Il Clima è cambiato anche in passato"

I cambiamenti naturali del Clima del passato dimostrano che il Clima risente delle alterazioni del bilancio energetico. Se il pianeta accumula calore le temperature globali salgono. Attualmente la CO₂ sta causando uno squilibrio a causa dell'aumento dell'effetto serra. Pertanto i cambiamenti climatici del passato dimostrano che il nostro Clima è sensibile alla CO₂.

"Dipende dal Sole"

Negli ultimi 35 anni di riscaldamento globale il Sole ha mostrato una leggera tendenza al raffreddamento pertanto il Sole ed il Clima si sono mossi in verso opposto.

- «dipende dal sole»



L'intervallo di variazione pluridecennale della radiazione solare, nel corso del XX secolo, è di circa lo 0.03% del suo valore totale ed è nettamente più basso rispetto alla variazione energetica apportata dall'aumento dei gas serra

"I Modelli sono inaffidabili"

Malgrado sussistano ancora alcune incertezze sui modelli climatici, questi sono stati in grado di riprodurre episodi del passato ed hanno anche fornito previsioni che sono state poi confermate dalle osservazioni.

"Gli scienziati non sono nemmeno in grado di predire correttamente il tempo"

Il tempo meteorologico è un sistema caotico e fare previsioni è un compito assai arduo. Il Clima invece si riferisce a periodi molto lunghi e non è altro che la media del tempo meteorologico sul lungo periodo. Ciò fa sì che la componente caotica venga eliminata e quindi rende i modelli climatici affidabili nel predire il futuro del Clima.

"I fenomeni meteorologici estremi non sono causati dal riscaldamento globale"

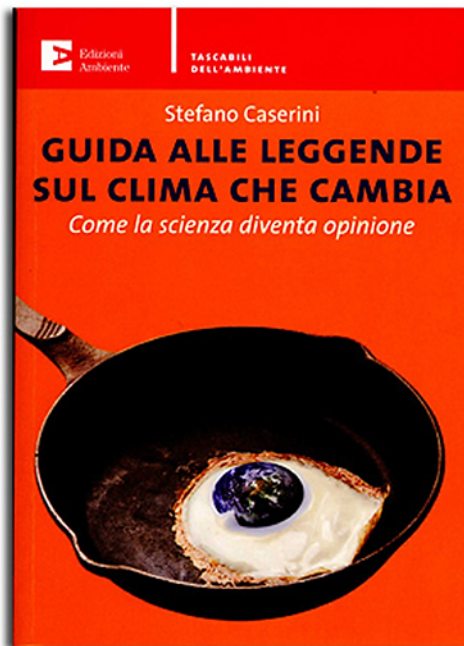
Il riscaldamento globale amplifica i fattori di rischio per il verificarsi di eventi meteorologici estremi-ciò è quanto afferma la scienza del Clima.

"Non è poi così tutto negativo"

Le conseguenze negative del riscaldamento globale sull'agricoltura, sulla salute, l'economia e l'ambiente superano di gran lunga quelle positive.

"Gli animali e le piante possono adattarsi al riscaldamento globale"

Un gran numero di fenomeni di estinzione di massa del passato sono stati strettamente associati a cambiamenti climatici globali. Il cambiamento climatico in corso è così rapido che il modo in cui le specie tipicamente si adattano (per es. attraverso processi migratori) è nella maggior parte dei casi impossibile. Il cambiamento globale è troppo pervasivo e avviene troppo rapidamente.



ipcc.ch
climatechange2013.org
climate.nasa.gov
climate.gov
realclimate.org
skepticalscience.org
climalteranti.it