

IL CLIMA: TRA PASSATO, PRESENTE E FUTURO

(ovvero il passato come chiave di lettura
del futuro)

Giovanni Zanchetta

Dipartimento di Scienze della Terra

Università di Pisa

Via S. Maria 53, Pisa

Frammento di un rilievo da Saqqara (Egitto), V Dinastia, ca. 4200 BP che mostra persone fortemente deperate a seguito di una tremenda carestia. Questa carestia è storicamente attribuita alla riduzione delle piene del Nilo



Curtesy of F. Welc



Pozzo di misura (***Nilometro***) nell'Isola di Roda (Cairo). E' considerato il più lungo dato climatico direttamente osservato nel mondo (622-1902 DC)

Nilometro è il nome dato alle strutture – solitamente scale o pozzi – usate nell'antico Egitto per misurare l'altezza delle piene del fiume Nilo e poter così prevedere gli andamenti dei raccolti. Lo scopo originario era ricavare informazioni sul reddito delle attività agricole – che si supposeva fosse proporzionato all'entità delle piene – in modo da operare una tassazione adeguata.



Il Nilo ha due rami principali

Nilo Bianco (*White Nile*): prende origine nelle zone equatoriali dai grandi laghi e questo gli garantisce una portata relativamente costante.

Nilo Azzurro (*Blue Nile*): prende origine dall'altopiano etiopico dal lago Tana. La sua ricarica è fortemente stagionale e legato al regime monsonico. Il fiume ha un regime molto più irregolare del Nilo Bianco (questo ultimo ha una portata quasi costante intorno a $1000 \text{ m}^3/\text{s}$); da ciò derivano le piene annuali del Nilo, di fondamentale importanza nella storia dell'Egitto. Ad aprile la portata può essere di poco superiore a $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (quindi il 90% dell'acqua viene fornita dal Nilo Bianco e dai suoi affluenti), ma ad agosto e settembre può arrivare a $9000 \text{ m}^3/\text{s}$ (contribuendo quindi per oltre l'80% alla piena annuale).

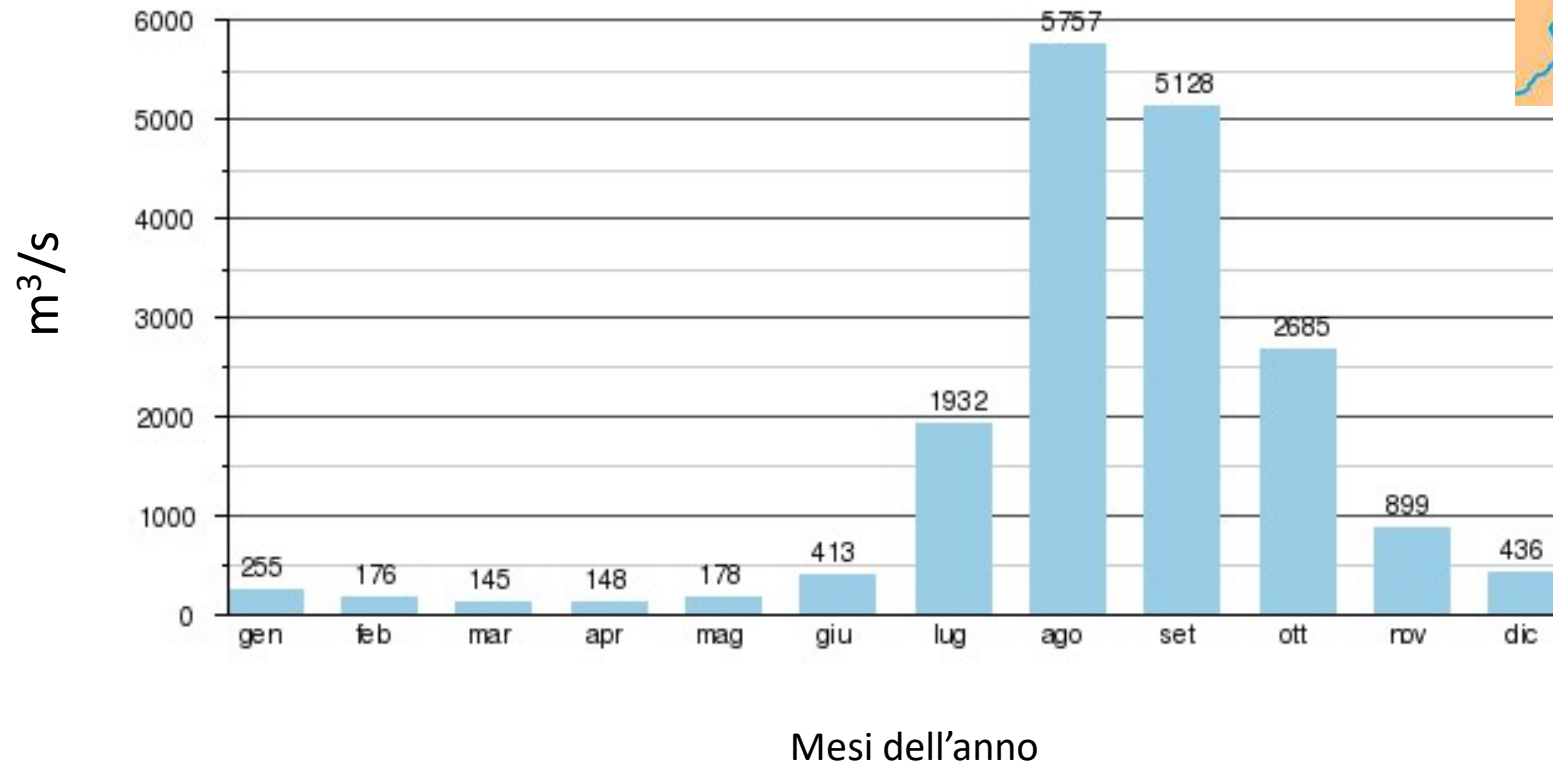
LA ZONA DI CONVERGENZA INTERTROPICALE



La **zona di convergenza intertropicale** (in inglese **ITCZ** *InterTropical Convergence Zone*), è un'area del pianeta, mediamente situata in prossimità dell'equatore, dove si ha la convergenza degli alisei dell'emisfero boreale e dell'emisfero australe, e la risalita di masse d'aria calda che determinano l'area di instabilità equatoriale, con piogge e temporali.

La zona fluttua a nord o a sud dell'Equatore, a seconda delle stagioni, oscillando mediamente da qualche grado al di sotto dell'equatore nel periodo dicembre-febbraio ad un massimo di circa 18°/19° sopra l'equatore nel periodo luglio-settembre, in risposta al maggiore o minore vigore della circolazione monsonica delle latitudini tropicali. La ITCZ è caratterizzata da continui sviluppi di moti convettivi e, in generale, dalla formazione di grandi cumulonembi. La sua presenza è associata a piogge abbondanti, e i suoi spostamenti determinano l'alternarsi delle stagioni piovose nelle regioni della Terra a clima tropicale. I suoi movimenti determinano però anche lo spostamento verso sud o nord delle alte pressioni subtropicali (che si estendono immediatamente a nord e a sud della ITCZ), determinando così un forte influsso anche sul tempo atmosferico delle regioni di media latitudine.

Portata media mensile (in m³/s)
Stazione idrometrica : **Khartoum** (1900 - 1982)



Apriamo una parentesi: La Diga di Assuan



La **diga di Assuan** è la più grande e più moderna delle due dighe sul Nilo che si trovano nei pressi della prima cateratta del Nilo, vicino alla città di Assuan. La diga fu voluta dall'allora leader Gamal Abdel Nasser per far fronte alla difficile situazione che vedeva l'Egitto fra i paesi più aridi al mondo.

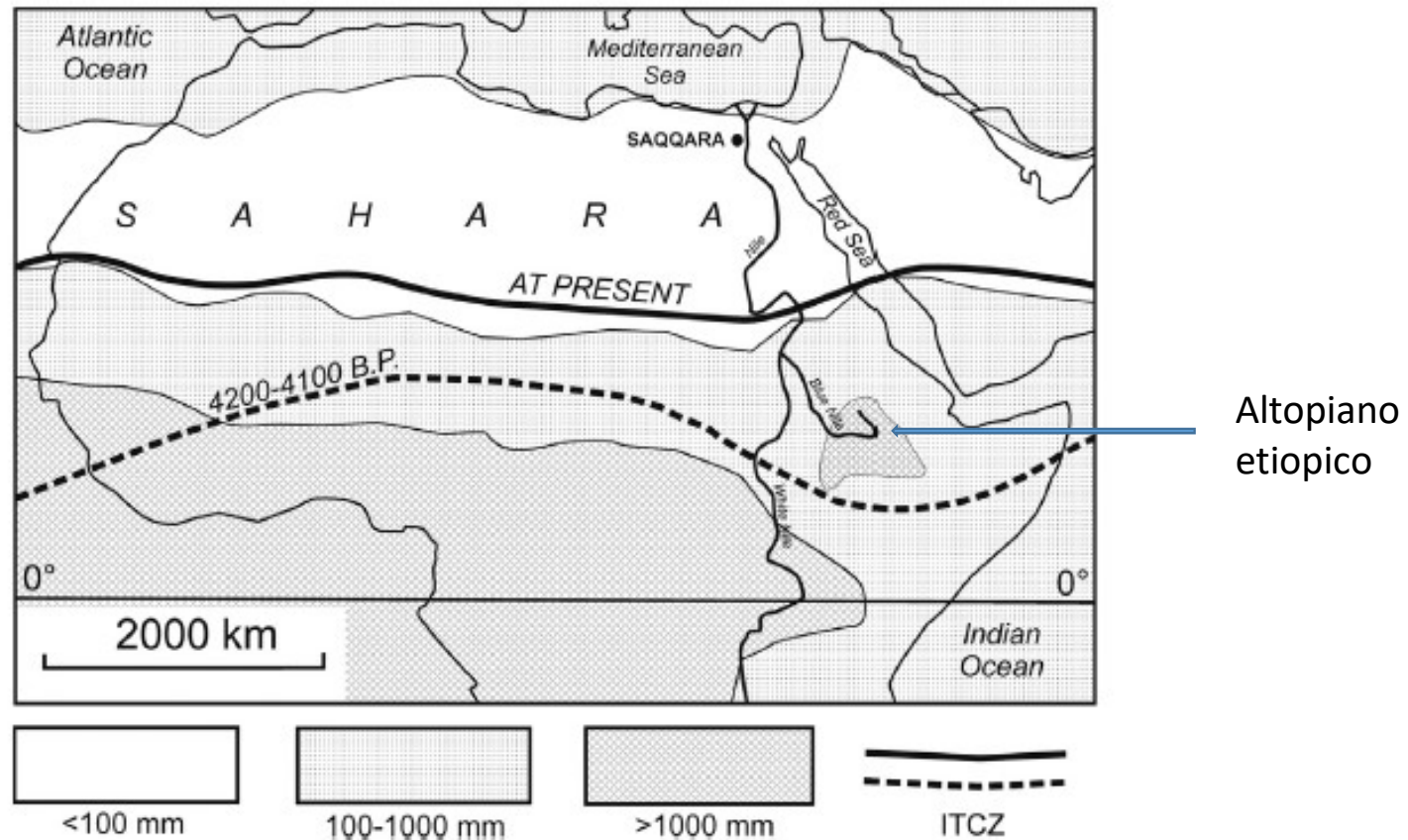


Vantaggi:

- Resa coltivabile una vasta area desertica;
- Produzione di energia idroelettrica;
- Controllo delle piene del Nilo;
- Attività piscatoria

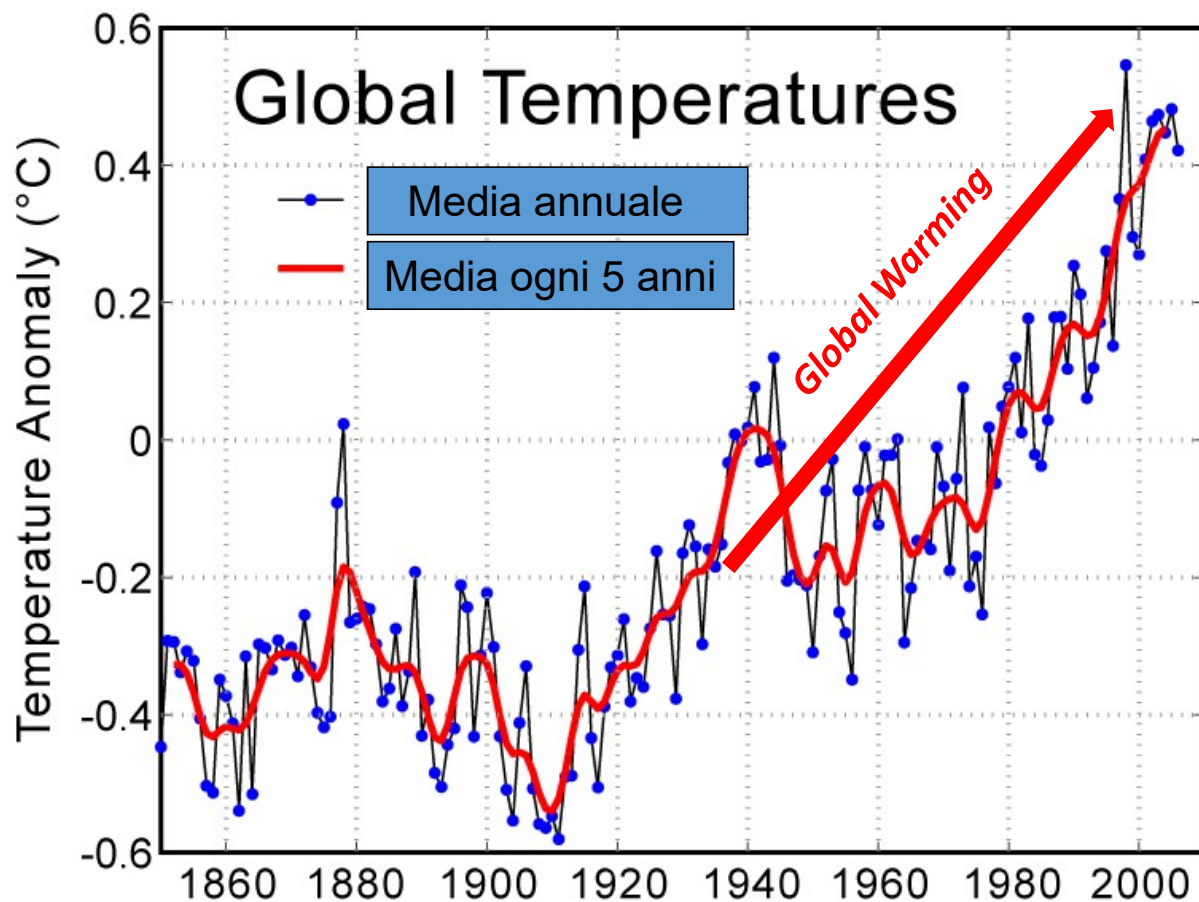
Svantaggi

- Non arriva più il limo fertile;
- La diminuzione di sedimento porta all'erosione del delta;
- Intrusione delle acque saline lungo il fiume;
- Impatto sulle specie migratorie e sull'attività di pesca lungo il fiume



Present mean annual rainfall distribution in northern and central Africa (after Stanley et al., 2003, and Welc and Marks, 2014); modern setting of the summer Intertropical Convergence Zone and its presumable location at 4200-4100 cal BP are indicated.

Temperature misurate.....questa tendenza è poco discutibile



Con le temperature globali si intendono le temperature misurate partendo dai dati misurati da un numero di stazioni meteorologica limitate e poi effettuando successive interpolazioni. Nel passato questa copertura era molto limitata e quindi soggetta ad errori molti grandi. Oggi si usa una rete di stazioni molto fitta e misure da satellite.

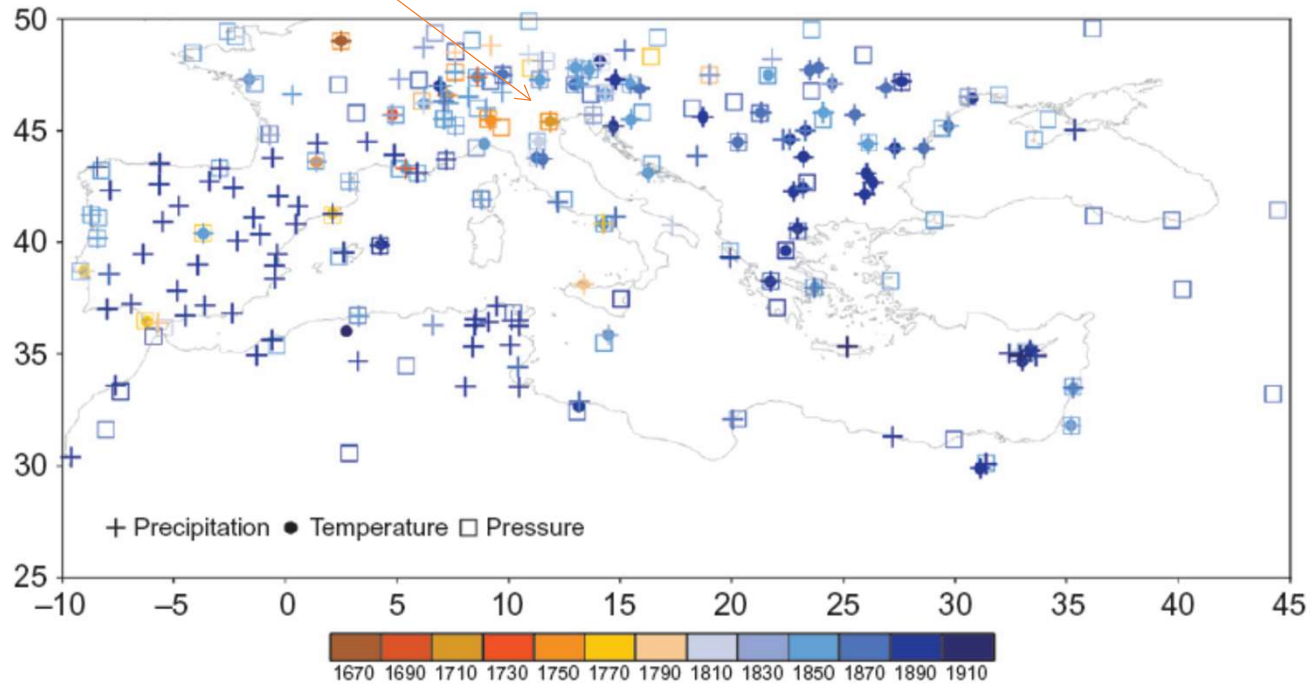
Lo zero della figura è relativo alla media registrate tra il 1961-1990 (Haris, et al. 2006.

Journal Geophysical Research **111**: D12106);

“Anomaly” = $T_{\text{misurato}} - T_{\text{medio del periodo di riferimento}}$ (in questo caso 1961-1990)

Esempio delle stazioni del Mediterraneo e dell'Europa Meridionale

Padova

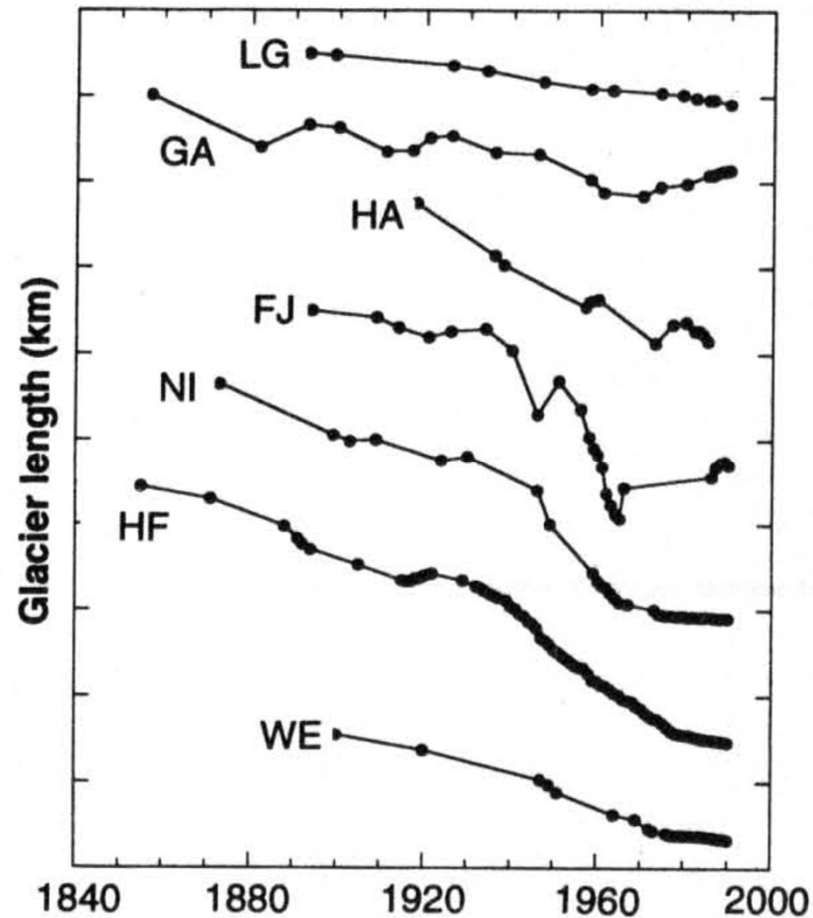


Stazioni meteorologiche con misurazioni attive da più di 100 anni. Il colore indica il periodo di partenza delle misurazioni. Come potete osservare la maggioranza delle stazioni inizia nella seconda metà dell'800. Questo è legato alla nascita dei servizi meteorologici nazionali (Da Lutherbach et al., 2012. Medclivar Book)

E' solo il piacere di avere inverni miti e estati caldissime?



Gran parte dei ghiacciai di tipo alpino
sono in recessione



Oerlemans, 1994, Science, 264, 243-245

Esempio di fluttuazioni glaciali partendo dalla misura della loro lunghezza. I dati sono stati compilati dal World Glacier Monitoring Service di Zurigo. Ogni punto rappresenta una osservazione.

LG= Lewis Glacier (Kenya)

GA= Ghiacciaio d'Arbentière (Francia)

HA= Hansbreen (Spitsbergen)

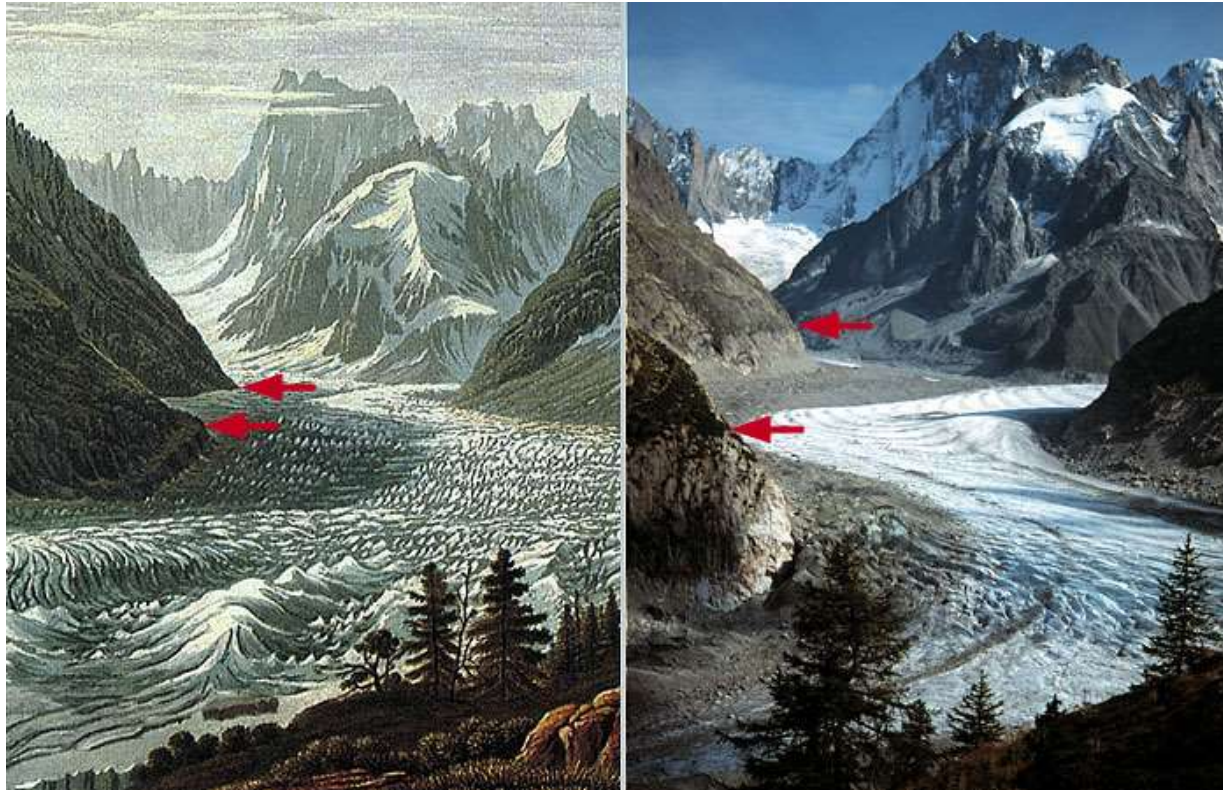
FJ= Franz Joseph Glacier (Nuova Zelanda)

NI= Nigardsbreen (Norvegia)

HF= Hintereisferner (Canada).

Sulla base di questi dati (non aggiornati) e la comparazione con le temperature globali si osserva un tempo di risposta di dei ghiacciai alle variazioni climatiche di ca. 25 anni. Tuttavia il tempo di risposta è molto legato alle dimensioni dei ghiacciai stessi.

Le evidenze delle variazioni del ghiaccio sui continenti sono palesi



The Mer de Glace viewed from Montenvers, Mont Blanc region, French Alps. The left-hand picture is an extract from a painting by Birman soon after the Little Ice Age maximum. The right-hand photograph was taken from a similar position in 2000. Arrows indicate similar positions on the glacier margins, and indicate the level of glacier-surface lowering. (Painting from Gugelmann Collection, Swiss National Library, Bern; photo by M. J. Hambrey, 2000).

La calotta del Kilimangiaro (secondo alcuni climatologi) sparirà entro il 2030.....



2000.....



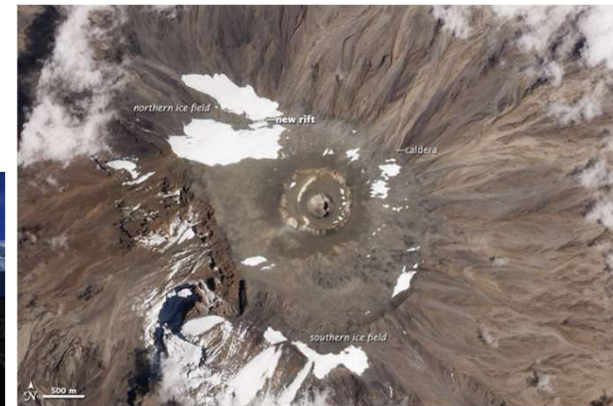
Così nel 1912

Negli ultimi 10000 anni non ci sono evidenze di una scomparsa di questo ghiacciaio, quindi quello che sta avvenendo in questo ultimo secolo sembra eccezionale.

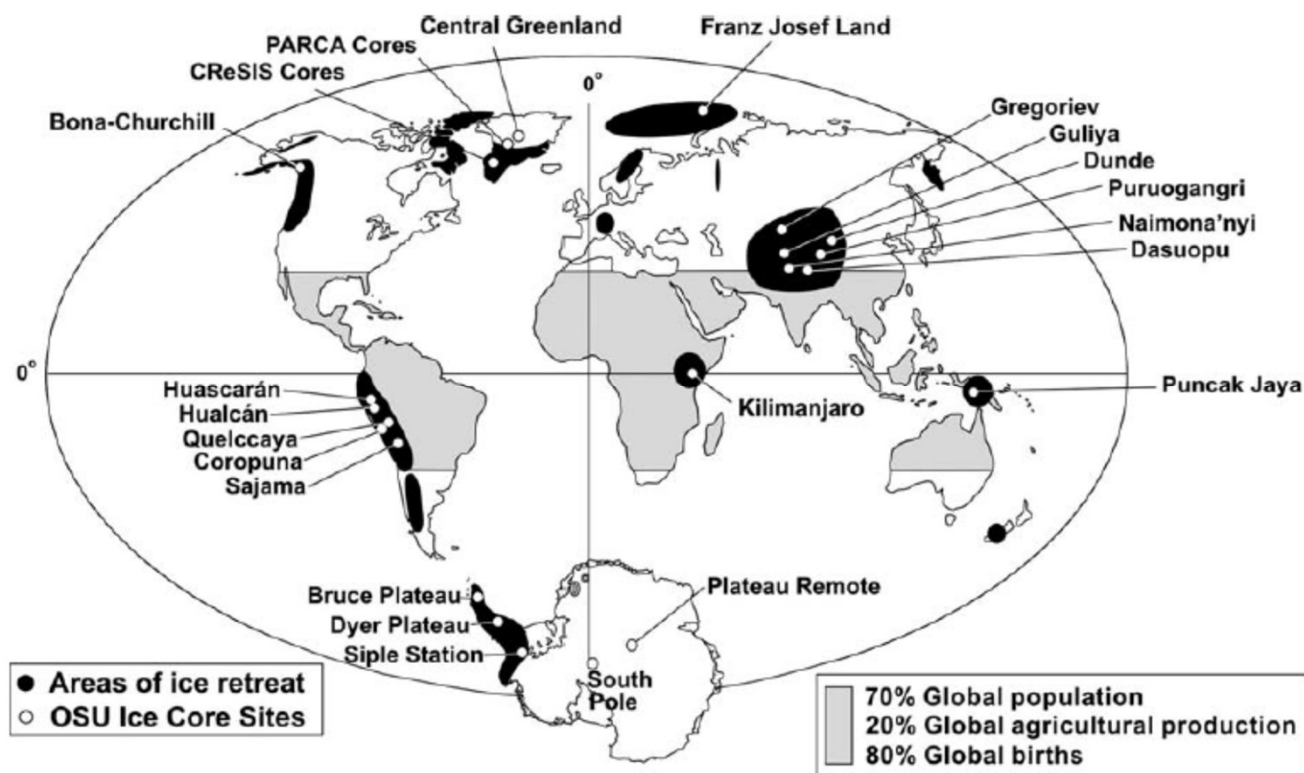
Foto 2000

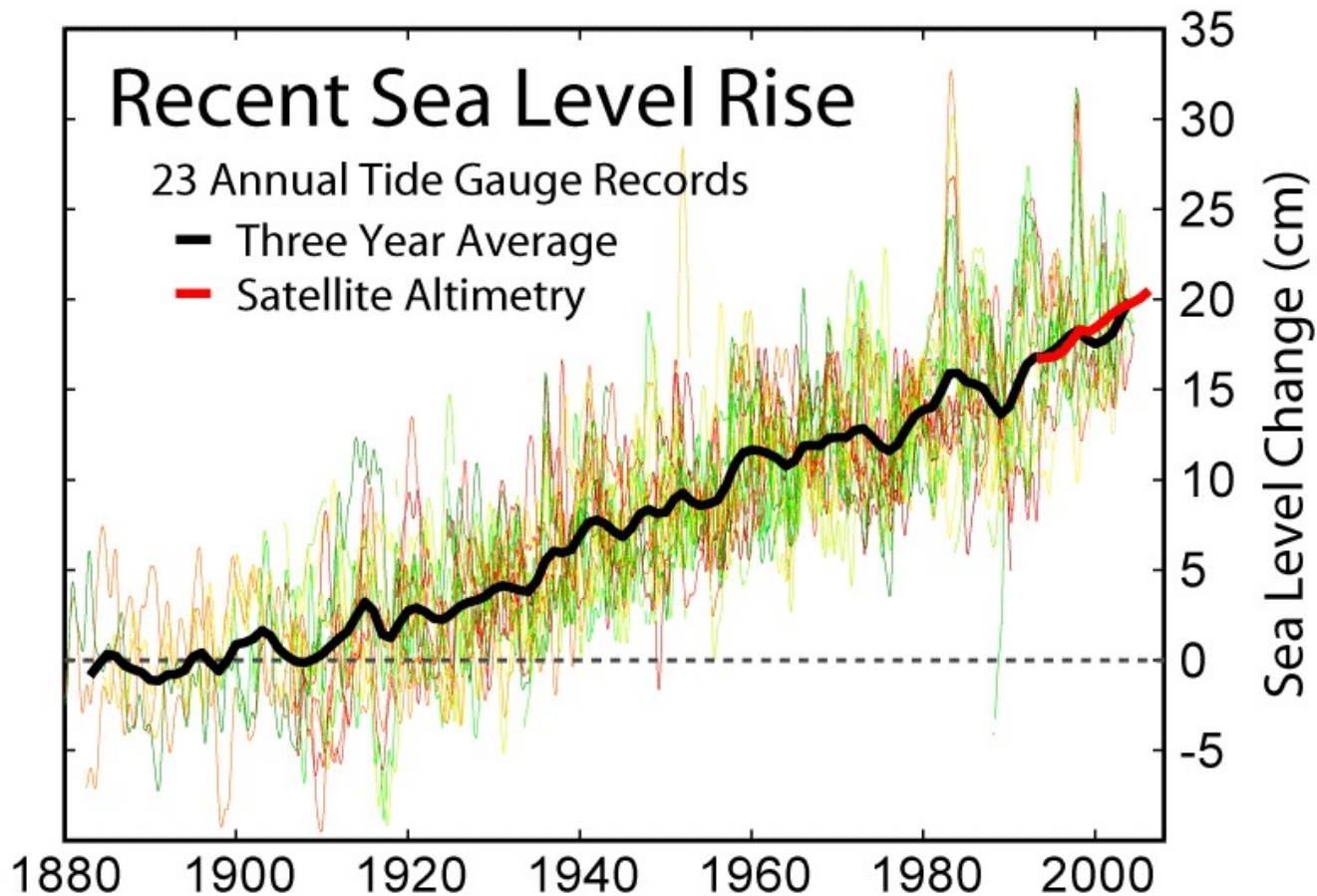


Ottobre 2012



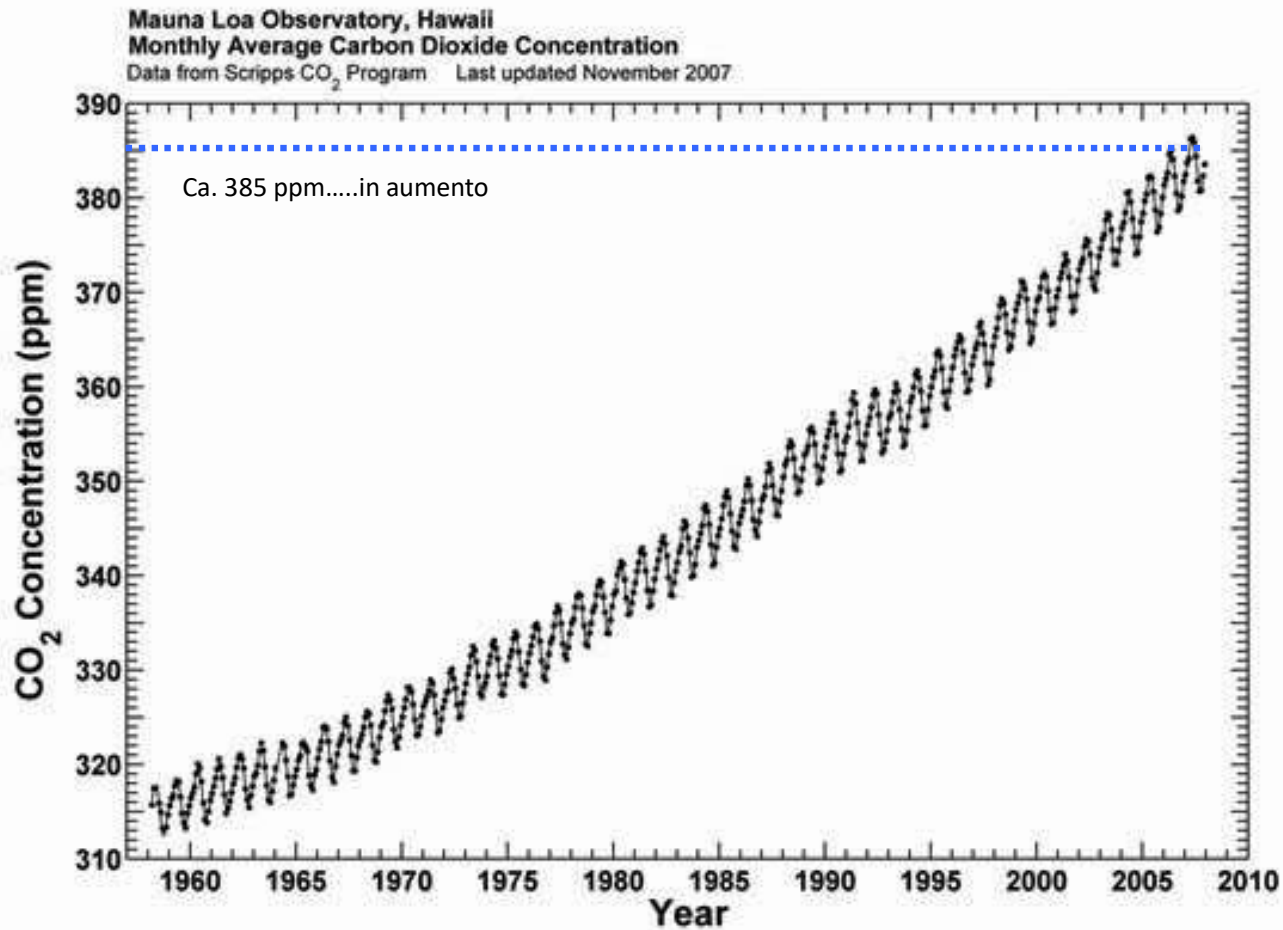
I ghiacciai sono in generale regressione (aree nere in figura). Le aree «grisee» rappresentano i tropici in cui risiede il 70% della popolazione mondiale e il 20% della produzione agricola. Notate che una parte importante di queste aree sono alimentate da sistemi fluviale che prendono l'acqua da zone con ricarica dai ghiacciai. Tenete anche presente che i ghiacciai sono una riserva importante di energia idroelettrica.



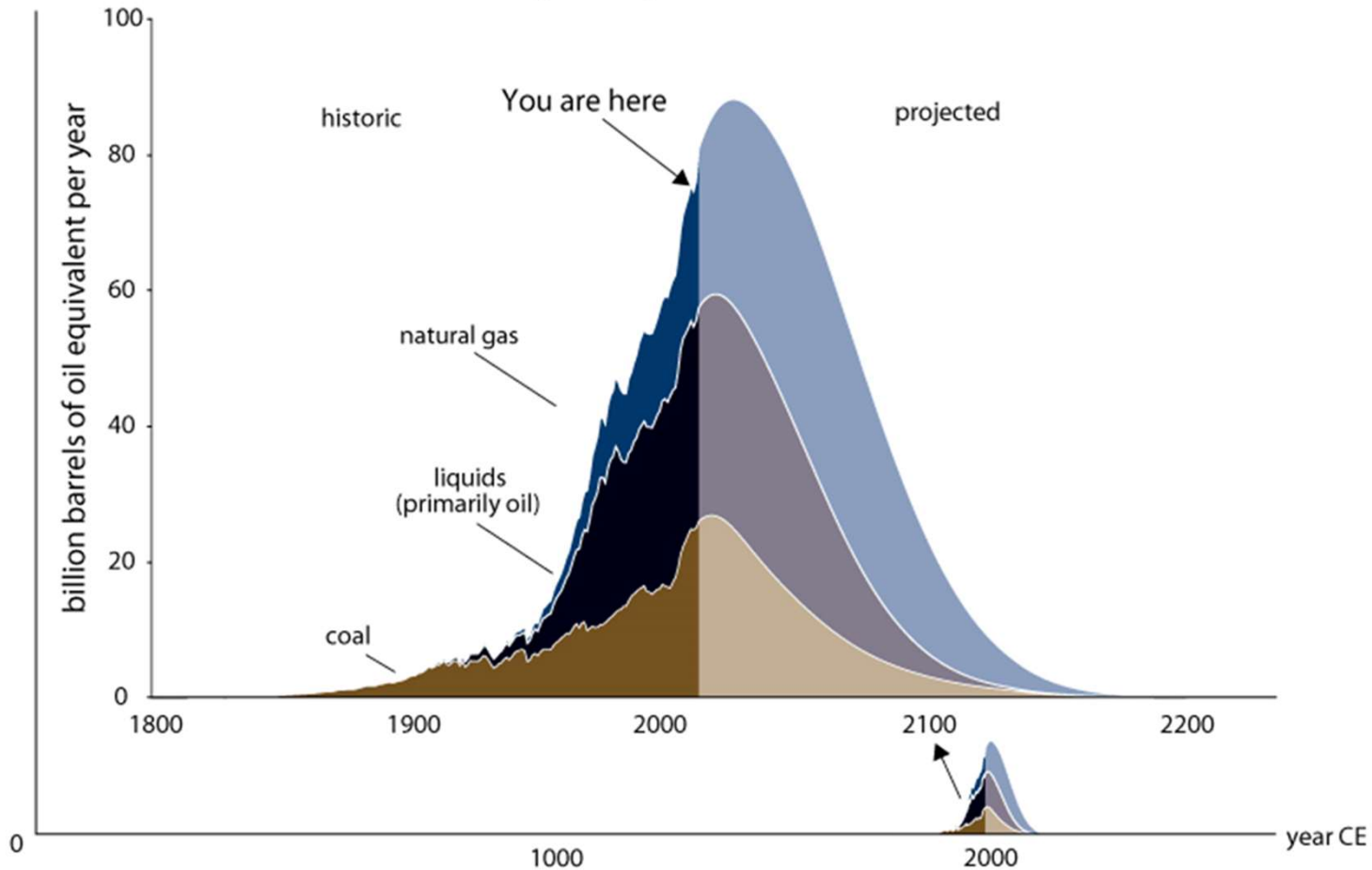


Se la temperatura aumenta i ghiacci continentali si sciolgono e fanno risalire il livello medio degli oceani. Inoltre la temperatura fa espandere il volume degli oceani. Questo trend è rilevabile dall'analisi dei dati dei mareografi. Per gli ultimi 20 anni questa tendenza è anche corroborata dai dati di misurazione da satellite. I dati mareografici confermano quello che si osserva per le temperature. In poche parole noi stiamo vivendo un'epoca di progressivo riscaldamento e risalita del livello del mare.

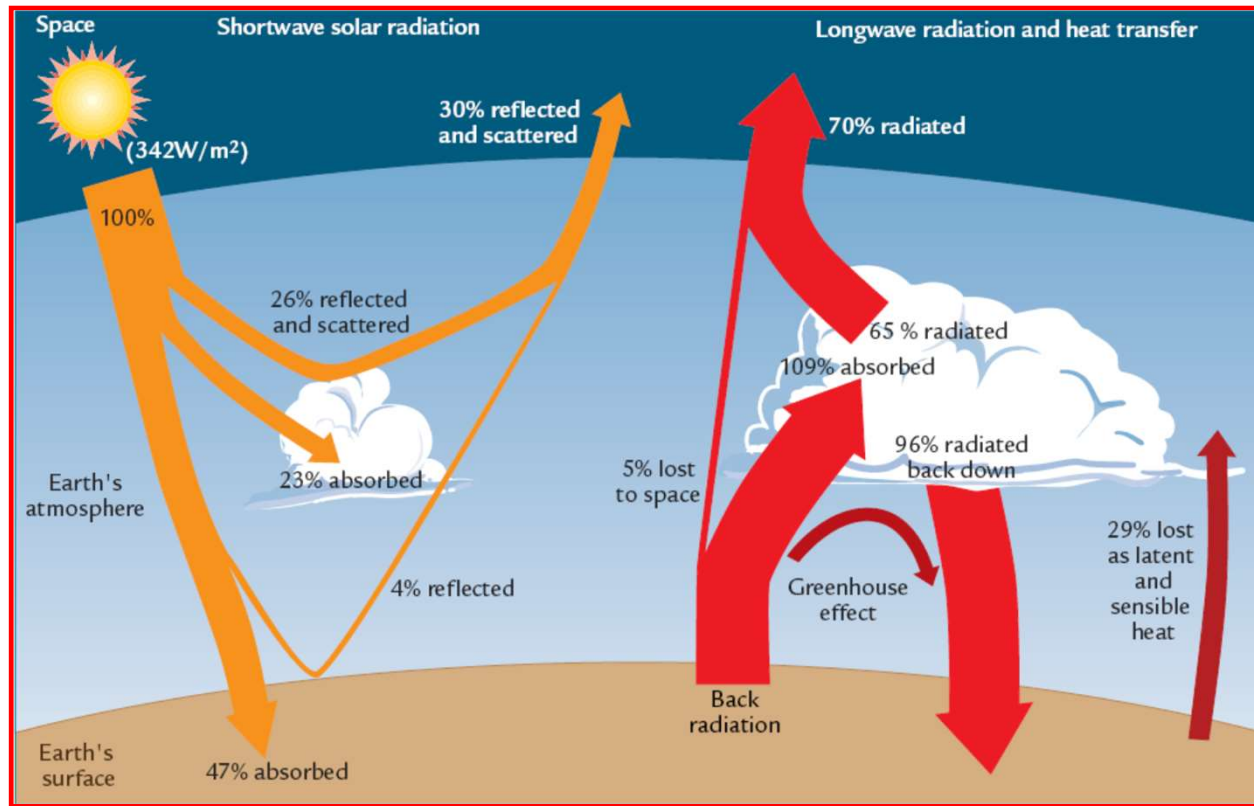
Secondo molti ricercatori l'aumento della temperatura degli ultimi 150 anni sarebbe principalmente dovuto all'aumento dei gas serra (CO_2 , CH_4 etc) in parte dovuti all'attività antropica (consumo dei combustibili fossili)



Fossil fuels: global production, 1800–2200



Il consumo di combustibili fossili a partire dalla rivoluzione industriale non ha avuto pari nella storia dell'Umanità. La possibilità di convertire grosse quantità di energia in lavoro ha radicalmente il nostro modo di vivere, lavorare e produrre.



Solar radiation arriving at the top of Earth's atmosphere averages 1342 W/m^2 , indicated here as 100% (upper left). About 30% of the incoming radiation is reflected and scattered back to space, and the other 240 W/m^2 (70%) enters the climate system. Some of this entering radiation warms Earth's surface and causes it to radiate heat upward (right). The greenhouse effect (lower right) retains 95% of the heat radiated back from Earth's heated surface and warms Earth by 31°C . Indeed, the average values is today ca. 16°C . Without the greenhouse effect the Earth will be ca. -15°C !

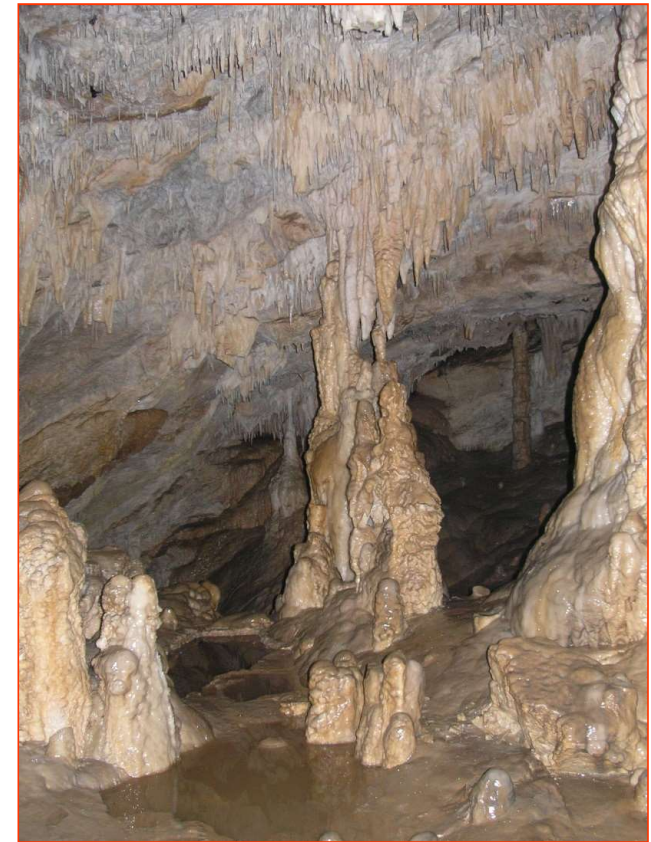
Tuttavia i dati misurati direttamente sono pochi e non vanno oltre alle poche centinaia di anni. I casi come i nilometri sono rari. Quindi possiamo anche dire che le misure dirette non considerano tutta la possibile variabilità climatica potenzialmente di interesse per le attività umane. Per questo noi abbiamo bisogno di archivi climatici diversi.



Marl lake deposits
(Sulmona basin, Central Italy, Middle Pleistocene)



Land snail shells
(Various localities)



Cave

The past is the key to the future*

BRUCE R. DOE

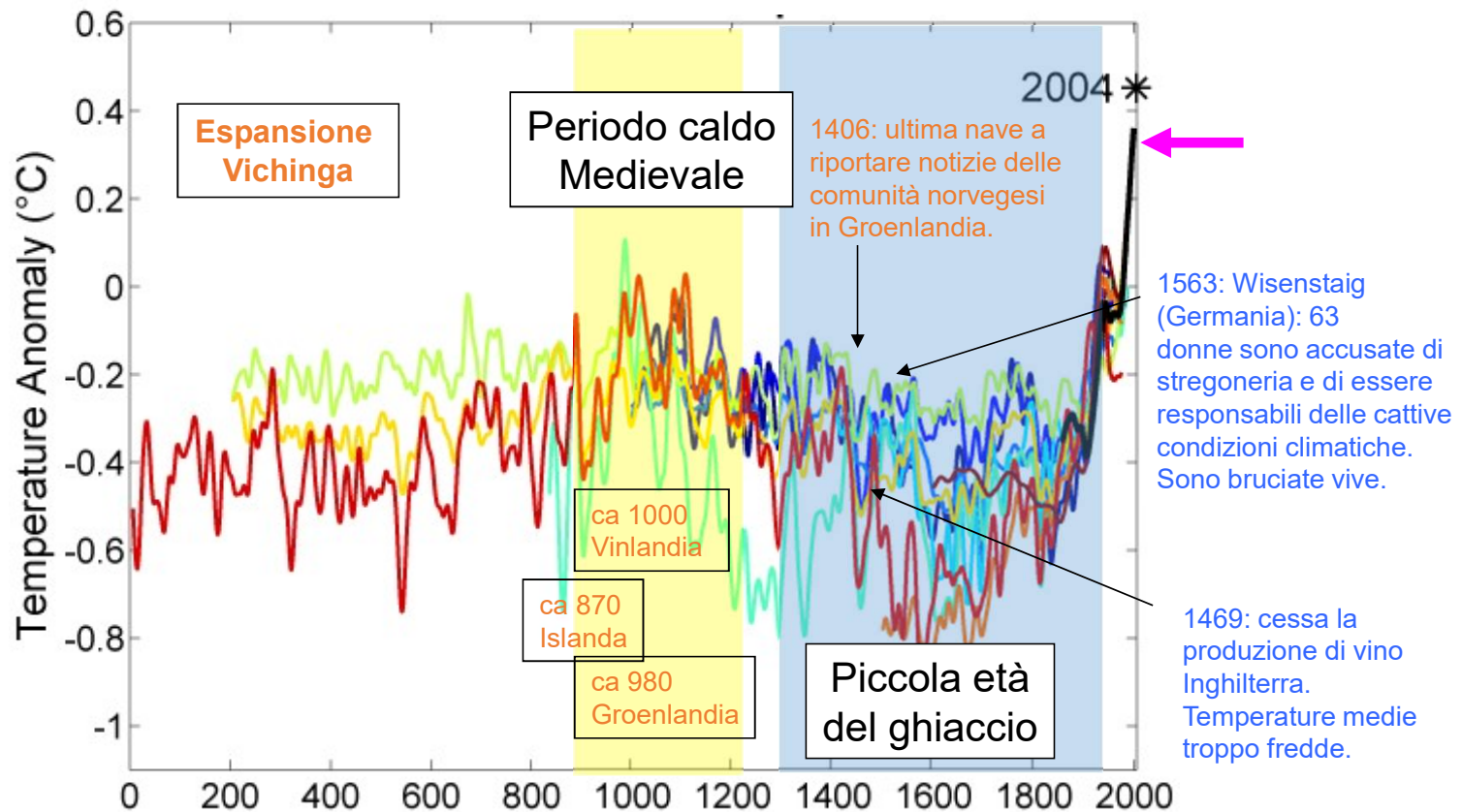
MS 981, U.S. Geological Survey, Reston, VA 22092

(Received January 18, 1983; accepted in revised form April 22, 1983)

Abstract—A new major frontier of geological research, which was initiated in the 1970's, involves predicting future geologic trends or events through study of the present and past, rather than trying to understand the past, often using what one knows about the present. Like most scientific frontiers, this one began from practical considerations—environmental concerns. The lack of formal recognition of this frontier results from fragmentation among many Federal agencies and highly focused mission-oriented programs (*e.g.*, earthquake prediction, CO₂, nuclear-energy safety, etc.). Most programs aim to predict only the next 50–100 years, but much longer periods of the past need to be studied to do this. Nuclear-waste disposal has sometimes been considered in terms of the next million years, a period of time permitting significant and broad geologic changes. Decreasing public interest in environmental concerns relegates many questions from the realm of applied research back to that of basic research. Most of these questions are so fascinating, however, that the frontier is still worth pursuing. Such questions include whether a phenomenon will or will not take place and the rates at which it can develop (*e.g.*, how fast do rifts form, how fast can a caldera event begin, and how quickly can a glacial maximum arrive?). Common elements of all studies include the historic record, trends in the Quaternary, analogues in various periods of the geologic time scale, and allowance for phenomena never experienced before. Other examples of studies include the Cretaceous as a period of a climatic extreme, an especially interesting time period; establishing the amount of paleocloudiness, a particularly challenging and important research area; acid rain as a possible new phenomenon. Geochemistry has much to contribute to this frontier science.

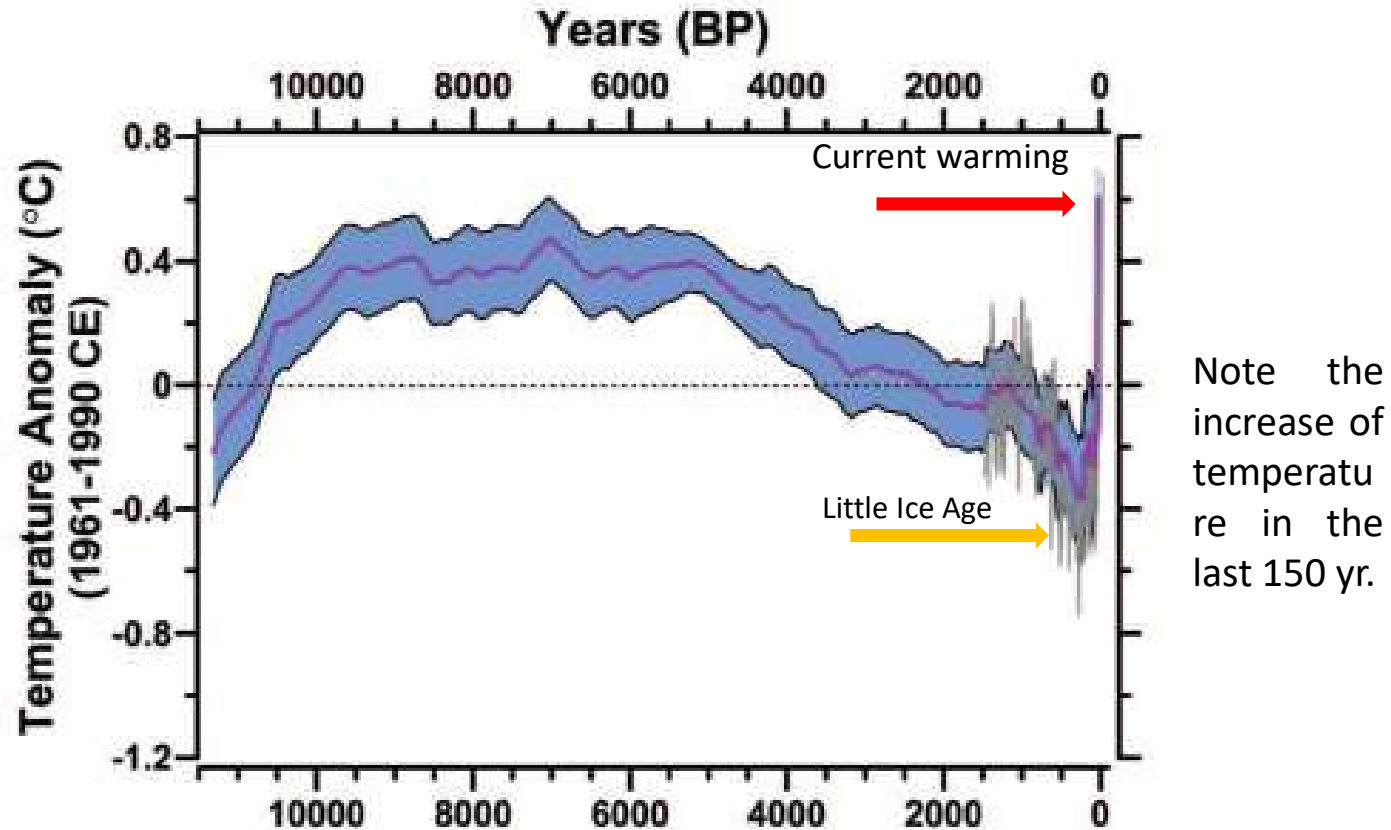
“Normally in geology, we try to understand the past, often making use of the law of uniformitarianism i.e. – the present is the key to the past. in the new frontier, the present and the past are used to forecast future geologic trends or event” (Doe, 1983).

**Temperature ricostruite negli ultimi 2000 anni
(ottenute con altri metodi rispetto alla precedente, come
fonti letterarie, anelli di accrescimento degli alberi ecc.)**

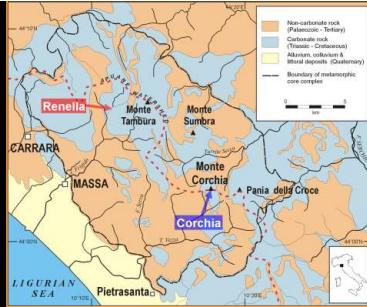


La variabilità climatica ha una scala che non viene completamente “catturata” dal registro delle misure strumentali.....

GLI ULTIMI 12000 ANNI DELLA STORIA CLIMATICA

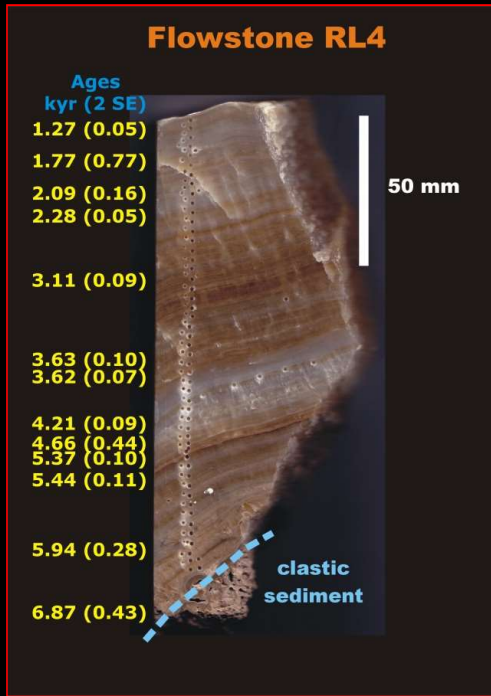


Globally stacked temperature anomalies for the $5^\circ \times 5^\circ$ area-weighted mean calculation (purple line) with its 1s uncertainty (blue band) and Mann et al.'s global CRUEIV composite mean temperature (dark gray line) with their uncertainty (light gray band) (*Marcott et al., 2013 Science*).



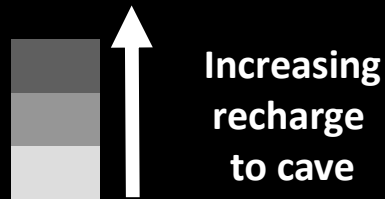
The 4.2 event: a widespread event over the Mediterranean?

4.2 Una mega aridità?

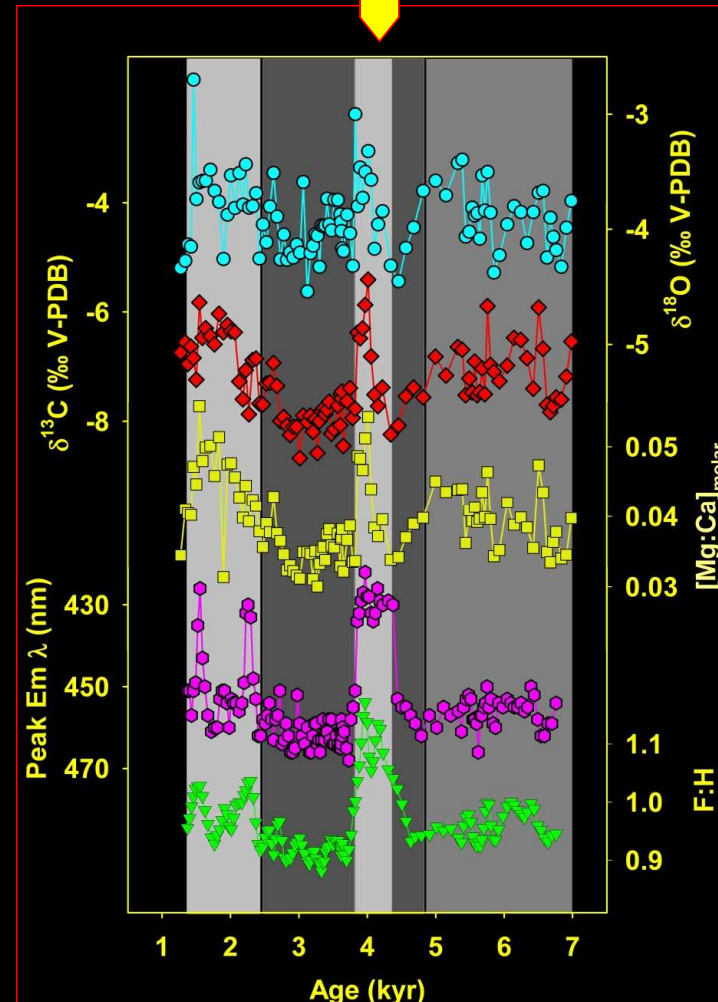


(Drysdale et al., 2006, Geology)

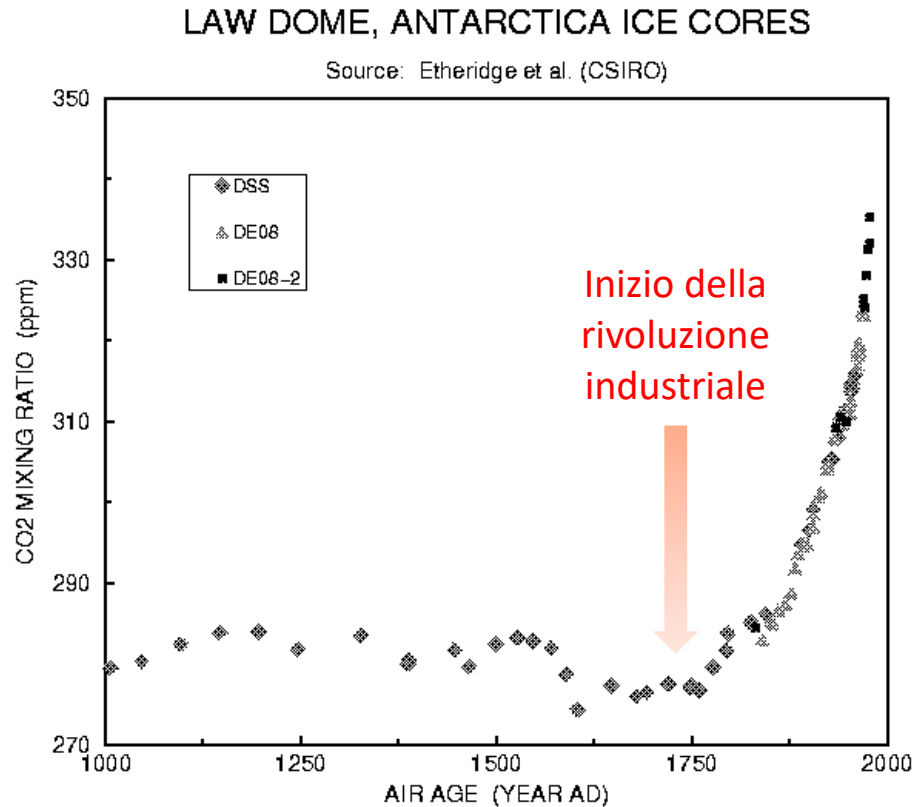
Renella Cave (Apuan Alps)



At Renella several geochemical proxies indicate a very prominent reduction in cave recharge at ca 4.2 ka.



La CO₂ negli ultimi 1000 anni



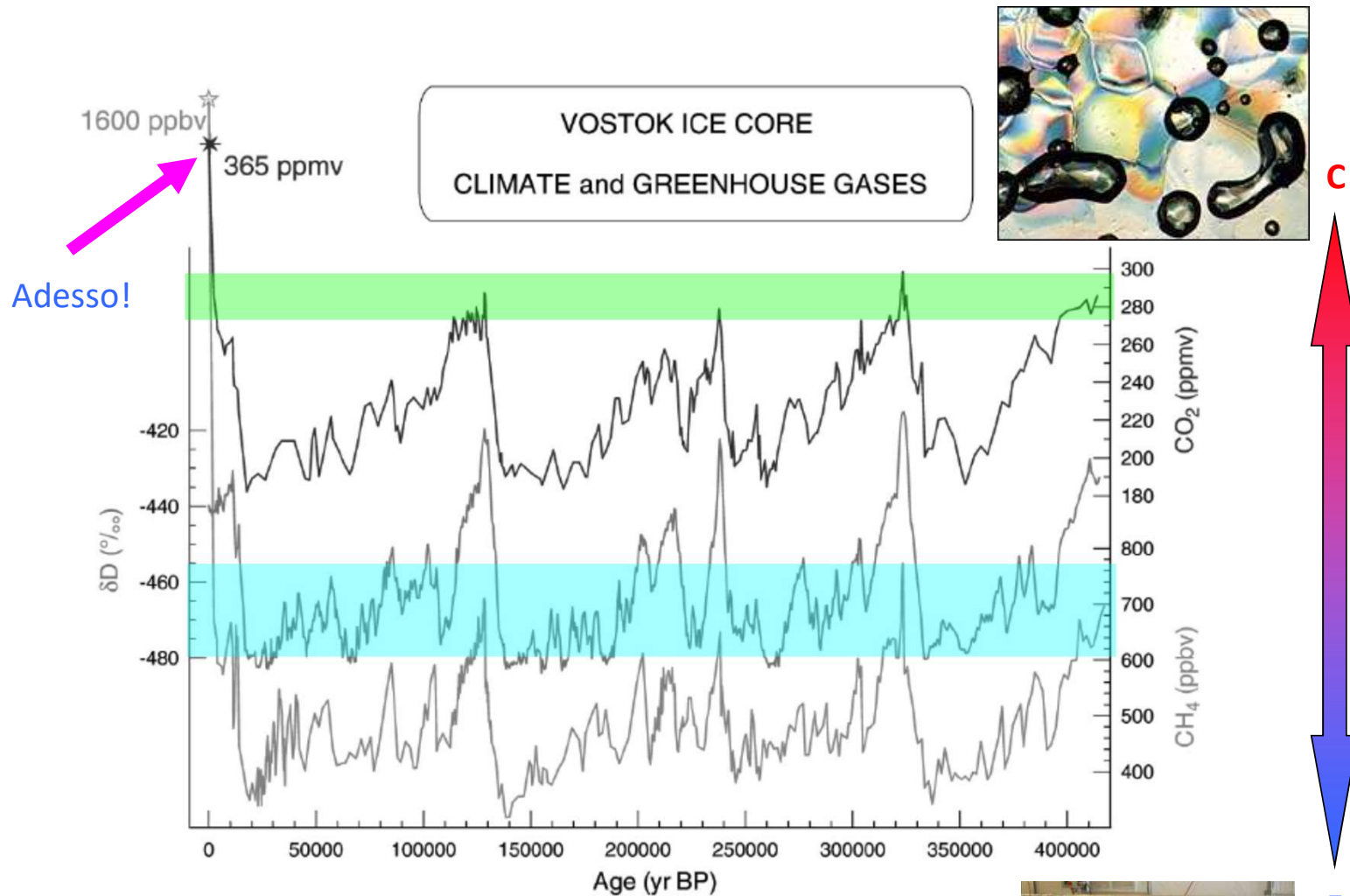
The CO₂ records in the figure are derived from three ice cores obtained at Law Dome, East Antarctica from 1987 to 1993. The Law Dome site satisfies many of the desirable characteristics of an ideal ice core site for atmospheric CO₂ reconstructions including negligible melting of the ice sheet surface, low concentrations of impurities, regular stratigraphic layering undisturbed at the surface by wind or at depth by ice flow, and high snow accumulation rate.

The period is between 1006 and 1978 AD.

<http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html>

I combustibili fossili hanno dato l'energia necessaria per il nostro sviluppo.....



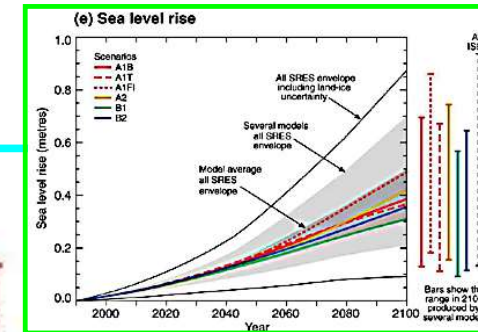
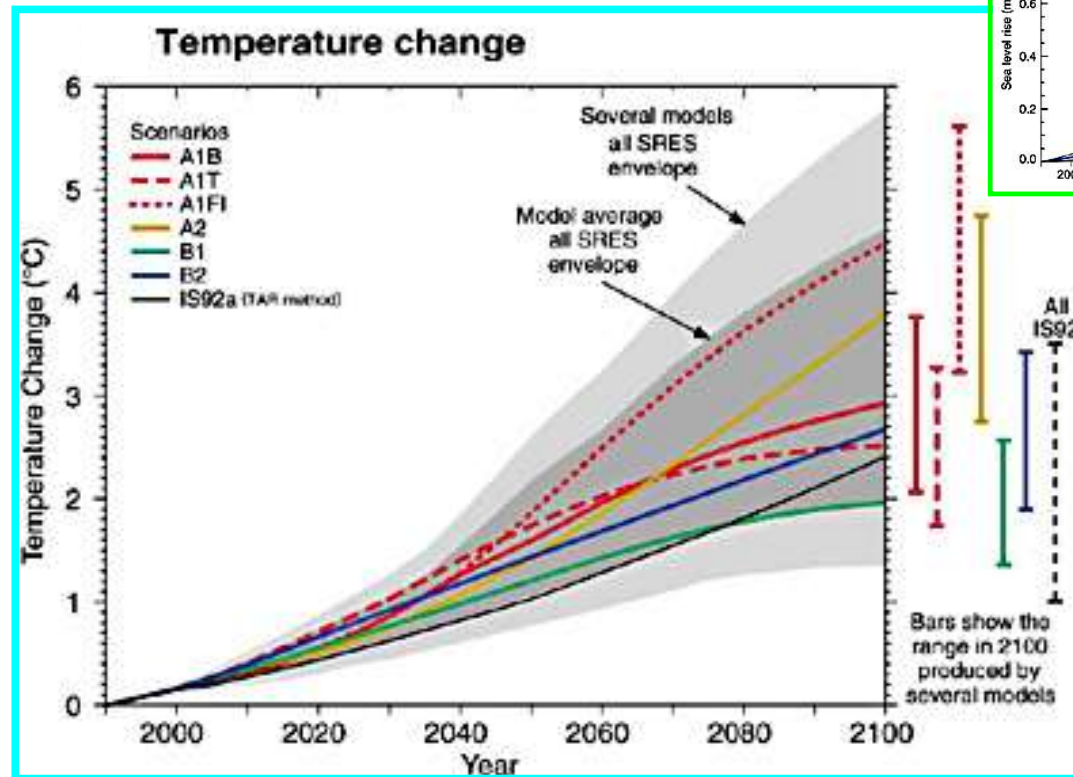


Raynaud et al., 2000 QSR

I gas serra (CO₂ e CH₄) variano in concerto con la temperatura (cioè sono i gas serra che “amplificano” le variazioni climatiche)



Le previsioni.....



.....a causa dell'aumento dei gas serra.....(sono modelli! I modelli devono essere testati su casi reali conosciuti)

Conclusioni

- Noi stiamo vivendo in un periodo di cambiamento climatico;
- I cambiamenti climatici hanno pervaso la superficie terrestre ma il «forzante» è oggi l'attività umana e, soprattutto, rischiamo di andare verso un «super-interglaciale»;
- Le conseguenze sono difficili da prevedere ma alcune sono già evidenti;
- Le proiezioni non sono tranquillizzanti;

Ma soprattutto dobbiamo pensare a che stile di vita vogliamo e a quello che vogliamo lasciare a chi ci seguirà.....

