

Scenario 7 : Il cambiamento climatico

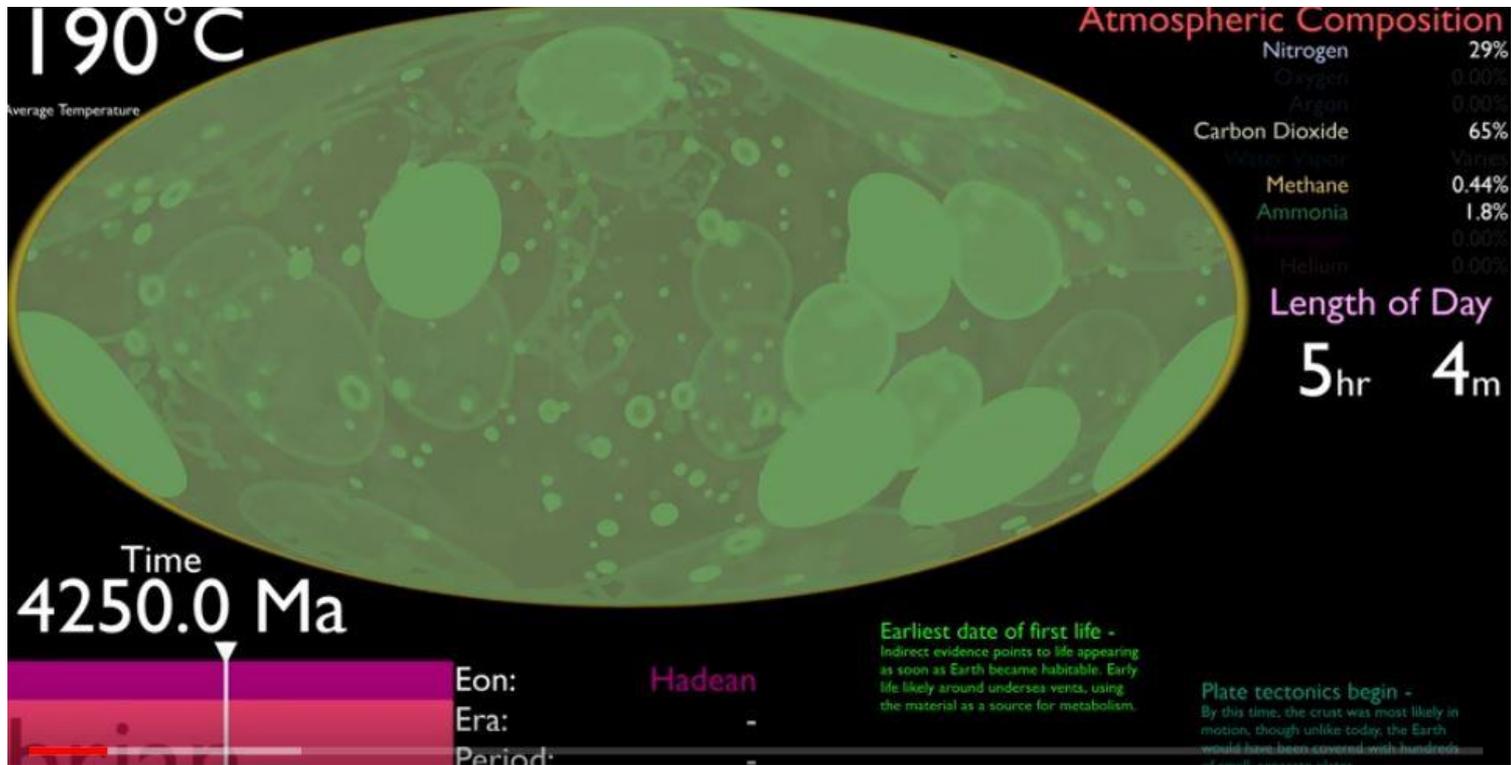


Mutamenti climatici nel passato

- L'umanità è stata in balia dei mutamenti climatici fin dalla sua comparsa. Essa ha attraversato otto, forse nove episodi glaciali nell'ultimo milione di anni. I nostri antenati si adattarono all'universale, ma irregolare riscaldamento globale a partire dalla fine dell'era glaciale con stupefacente senso dell'opportunità.

Come è variato il clima sul nostro pianeta

- La storia del nostro pianeta



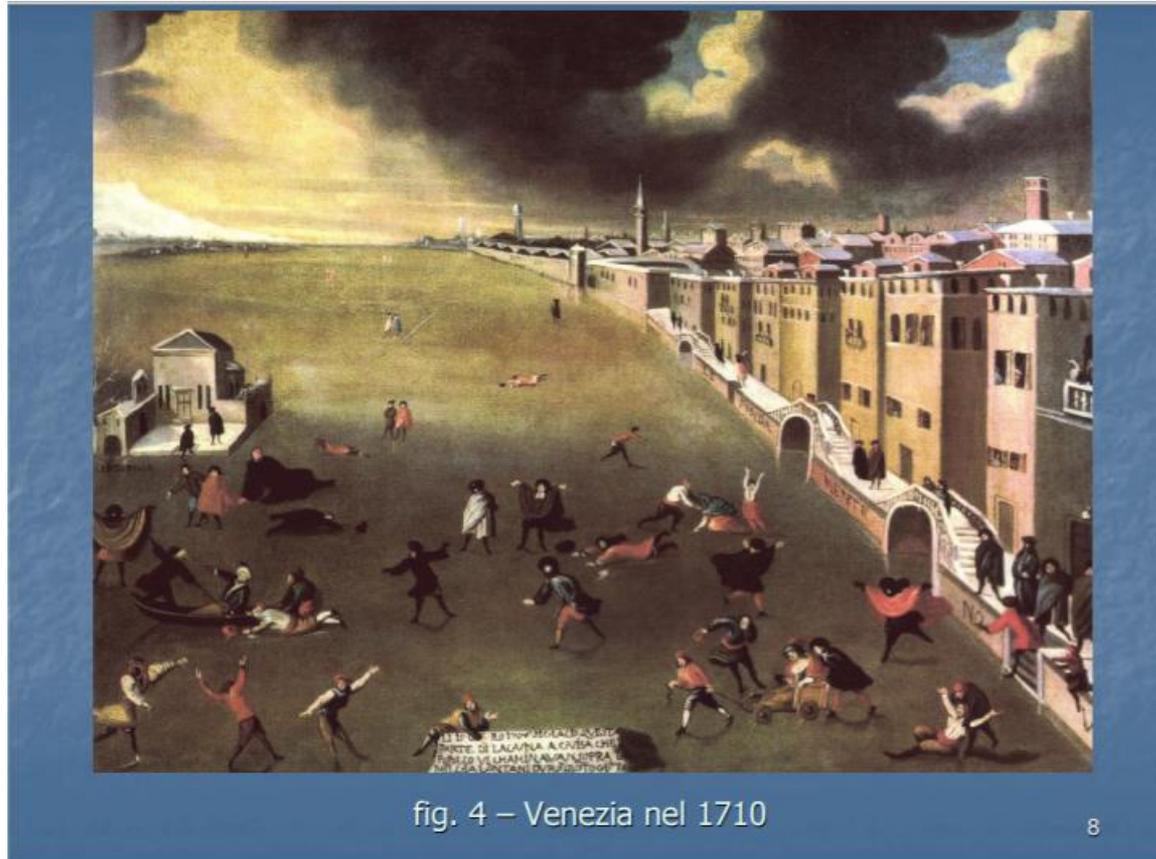
Storicamente da quando esiste l'uomo...

- Ha oscillato fra un minimo alla fine dell'ultima era glaciale, 11.000 anni fa, a due massimi nell'Olocene, circa 6.500 e 4.500 anni fa, quando ha raggiunto valori superiori a quelli attuali per toccare nuove punte 2.000 anni or sono e 900 anni or sono (Alto Medioevo) con valori di nuovo più alti, superiori a quelli attuali.
- L'andamento si è poi invertito e vi è infine stata una piccola breve era glaciale, circa 6 -700 anni addietro.

La piccola era glaciale

- Questa più recente era glaciale, detta **La Piccola Era Glaciale** (che andò dalla metà del XIV alla metà del XIX secolo) non fu affatto un gelo profondo . L'avvicinarsi portò cicli di inverni di freddo intenso, con bruschi passaggi ad anni con pesanti precipitazioni in primavera , all'inizio dell'estate ed in autunno, inverni miti e frequenti tempeste atlantiche, oppure a periodi di siccità, leggeri venti nordorientali e ondate estive di calore.

Venezia durante la piccola glaciazione (Michele Marieschi)



Mutamenti climatici nel passato

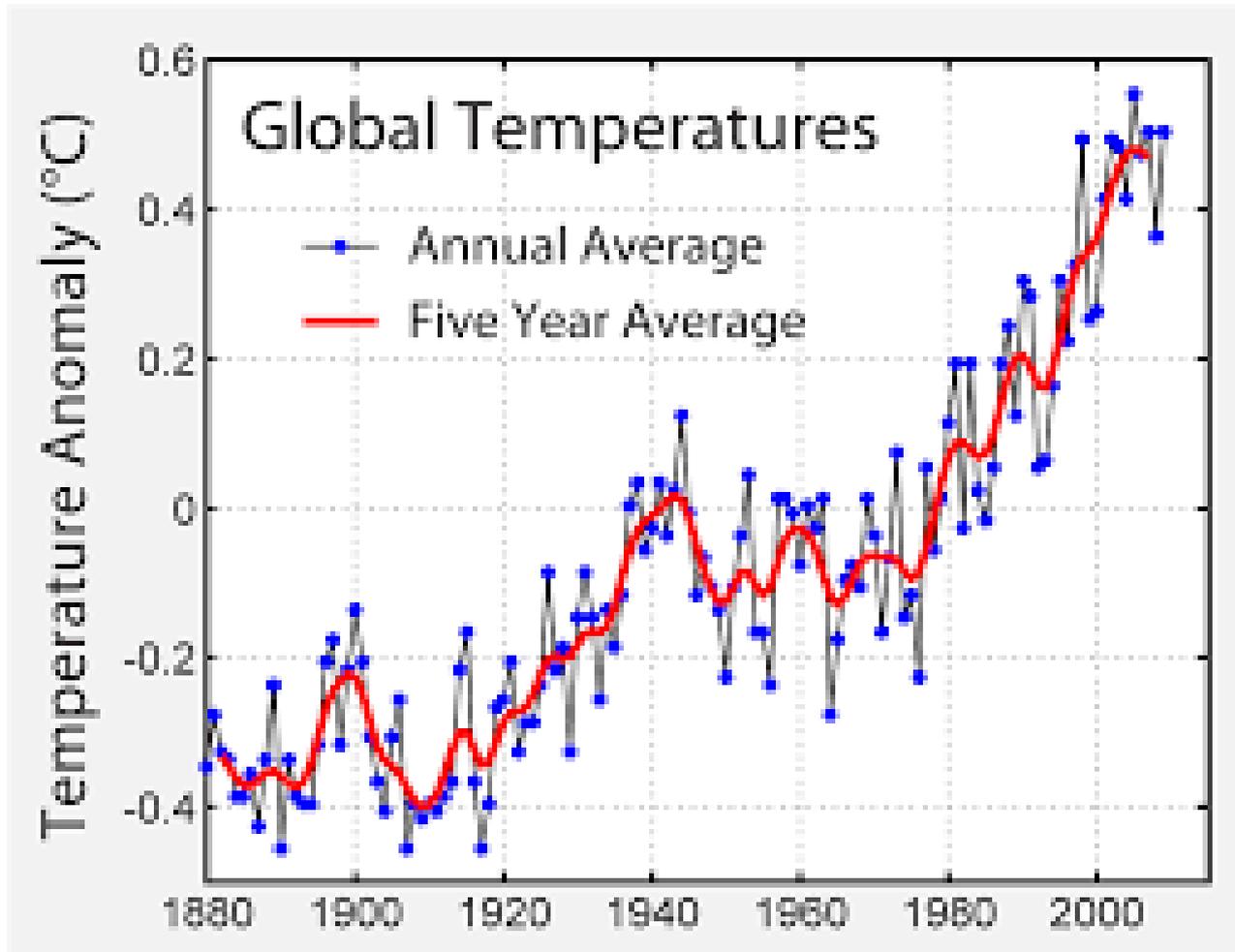
- Non dobbiamo dimenticare che appena due secoli fa l'Europa visse un ciclo di inverni molto freddi, i ghiacciai delle Alpi non erano mai stati ad una quota più bassa, e il ghiaccio circondava l'Islanda per buona parte dell'anno
- Tuttavia a partire dalla 2[°] metà del XIX ° secolo è iniziato un processo continuo di riscaldamento del pianeta

Mutamenti climatici nel passato

- La Piccola era glaciale terminò circa nel 1840.

Da allora iniziò il moderno periodo caldo, che portò ad un disboscamento senza pari provocando un aumento notevole di anidride carbonica ed un conseguente riscaldamento globale. Il legname alimentò anche le prime fasi della prima rivoluzione industriale, sommandosi ai livelli crescenti di gas serra. Le temperature globali cominciarono lentamente a salire dopo il 1850 e crebbero più rapidamente nel ventesimo secolo, quando l'utilizzo di combustibili fossili proliferò e i livelli di gas serra continuarono a salire.

Variazione Temperature sul Pianeta



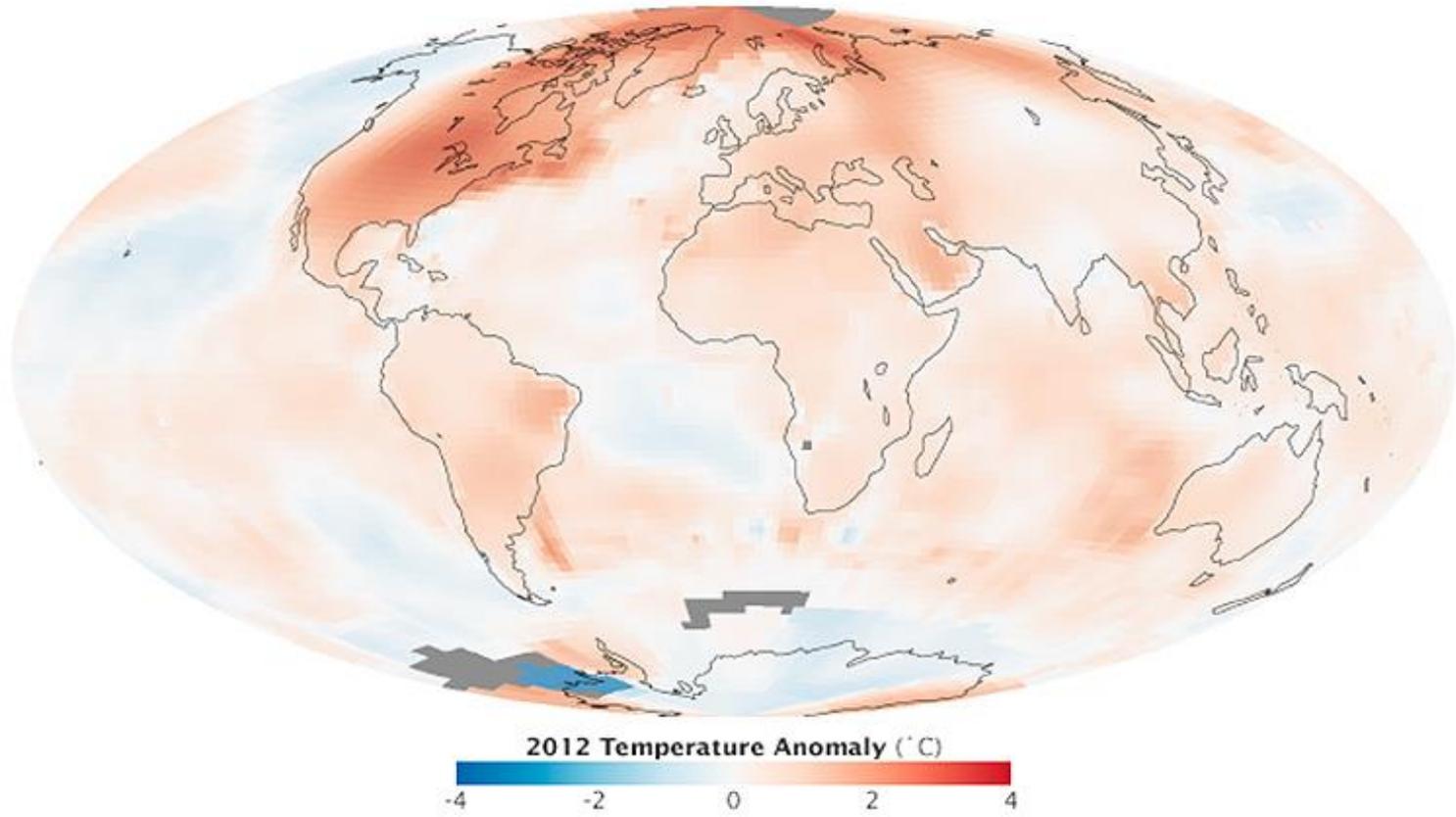
Mutamenti climatici nel passato

- Oggi viviamo un'epoca di riscaldamento globale, epoca che è durata più a lungo di ogni altro analogo periodo negli ultimi mille anni. Per la prima volta gli esseri umani con i loro disboscamenti, l'agricoltura e l'uso di fonti energetiche inquinanti, come il carbone o il petrolio, hanno portato i gas serra presenti nell'atmosfera a livelli davvero molto alti e ne stanno alterando il clima globale

Mutamenti climatici nel passato

- La crescita è stata ancora più grande a partire dal 1980, con livelli record di estati calde e inverni miti. La piccola era glaciale ha lasciato il posto a un nuovo regime climatico, contrassegnato da un prolungato e costante riscaldamento, senza segni di un'inversione di tendenza. Al tempo stesso, eventi climatici estremi come gli uragani F5, i più potenti, ed El Ninos eccezionalmente forti stanno diventando sempre più frequenti.

Variazione di temperatura nel 2012 rispetto alla media 1951-1980



Il Clima nel passato

- Come possiamo stabilire quale fosse il clima della Terra addirittura di epoche in cui non era presente l'uomo?
- La paleoclimatologia si basa essenzialmente sulla analisi dei cosiddetti **PROXY**

I Proxy

- Per effettuare **una buona previsione del clima futuro o di quello passato di cui non si hanno documenti**, bisogna tener conto di tantissimi fattori che influiscono in percentuali differenti nel complesso sistema climatico. Ognuno di questi fattori è definito **“Proxi”** e per poter valutare in maniera corretta la risposta di ognuno di esso, occorrono lunghi studi accurati.

I Proxies

- I “Proxies”, sono dunque quei fattori che hanno una correlazione con la temperatura, più calda o più fredda, esistente in un certo periodo climatico.
- Fra gli esempi si annoverano: **gli anelli di crescita degli alberi, i coralli, gli strati dei sedimenti, i pollini fossili, le carote di ghiaccio e i fori di trivellazione.**

Anelli di crescita degli alberi

- Sono normalmente più spessi nei periodi caldi e più sottili nei periodi freddi, e possono fornire stime sugli ultimi mille anni. Una crescita lenta (con anelli sottili), può essere però dovuta alla siccità indotta da **temperature** più calde anziché da temperature più fredde. In effetti ci sono prove del fatto che gli **anelli di crescita degli alberi** sono stati **proxies** mediocri per le temperature registrate dopo il 1960.

Anelli degli alberi



I Coralli

- Hanno bande di crescita annuale che forniscono stime delle temperature del mare, analogamente al funzionamento degli **anelli di crescita degli alberi**, che forniscono invece le temperature dell'aria.
- L'analisi delle loro bande di crescita fornisce stime del cambiamento del livello del mare.
- Gli anelli di crescita dei coralli pongono problemi analoghi a quelli posti dagli **anelli di crescita degli alberi**. Solo di rado permettono di risalire indietro di duecento anni.

Bande di crescita dei coralli



Sedimenti marini e lacustri

- Ogni fiume trasporta sabbia, frammenti di roccia e suolo che si depositano sul fondo dei laghi.
- La composizione dei materiali trasportati nei laghi dai fiumi è determinata dalle temperature estive, dalle **precipitazioni nevose invernali** e dalle piogge annuali. Di nuovo, non è facile separare gli effetti della temperatura da quelli delle piogge.

I granuli di polline

- Anch'essi si conservano **negli strati dei sedimenti sul fondo degli stagni, dei laghi o del mare**, di modo che un'analisi dei pollini ci dice quali tipi di piante stavano crescendo al tempo in cui il sedimento è stato depositato. Poiché sappiamo quali piante possono sopravvivere a una data temperatura, i mutamenti che si verificano **nella vegetazione** ci forniscono un quadro del cambiamento delle temperature nel corso del tempo. I pollini fossili risalgono fino a un passato di qualche migliaio d'anni. La capacità delle diverse **specie vegetali** di sopportare temperature diverse è ovviamente un'informazione indiretta di gran lunga migliore della **crescita annuale del tronco degli alberi**.

Le carote di ghiaccio

- Sono i migliori **proxies**. Le **trivellazioni** più profonde ci forniscono informazioni fino a 800.000 anni fa.
- Ad esempio, le bolle di gas intrappolate nel ghiaccio, conservano informazioni sulla composizione dell'**atmosfera** del passato. C'è una correlazione fra il contenuto medio di idrogeno pesante (**deuterio**) della neve e la temperatura superficiale media: quanto maggiore è la quantità di deuterio intrappolato, tanto più caldo è stato l'anno preso in considerazione.

Canada : lo spettacolo delle bolle di gas nel lago ghiacciato



I fori di trivellazione

- Molti geologi ritengono che i fori di trivellazione siano i migliori **proxies** che abbiamo a disposizione al di fuori delle **regioni polari**.
- La temperatura della superficie del suolo invia un'onda termica verso il basso a un ritmo costante. Nel corso del tempo ogni nuova temperatura invierà verso il basso la sua onda peculiare. Man mano che un'onda scende, non lascia dietro di sé alcun effetto capace di contaminare le onde che seguiranno e non riesce mai a raggiungere quelle che l'hanno preceduta. Il metodo consiste nel trovare un **foro** adatto, nel misurare a intervalli la temperatura del sostrato (suolo o roccia) mentre si scende nel sottosuolo, a cominciare dal presente e scendendo sempre più nel passato

Meteo e Clima

- Occorre chiarire bene la differenza tra questi due concetti, dove il primo rappresenta una condizione “del momento” , mentre il secondo indica la natura di un lungo nel medio periodo
- È la stessa differenza che potremmo fare tra umore e personalità.

Da quando ci si è accorti del problema?

- La scoperta del fenomeno del **riscaldamento globale** risale alla fine del Diciannovesimo secolo quando **Svante Arrhenius**, chimico e fisico svedese che ha ricevuto il premio Nobel per la chimica nel 1903, illustrò per la prima volta la teoria secondo la quale l'anidride carbonica avrebbe un'incidenza sul clima, causando cioè i cambiamenti climatici.

Prima metà del '900

- Da quel momento in avanti, la consapevolezza che l'umanità ha un'influenza sul clima è andata notevolmente crescendo.
- Nella prima metà del Ventesimo secolo, molti scienziati credevano, forse speravano, che gli oceani sarebbero riusciti nell'impresa di mantenere costante il livello di CO₂ in atmosfera, assorbendo gran parte delle emissioni create dall'uomo.

Le prime misurazioni sul vulcano Mauna Loa, alle isole Hawaii

- Nel 1957, però, questo assunto è stato messo in discussione dallo studio degli scienziati Roger Revelle e Hans Suess che hanno dimostrato come gli oceani, pur assorbendo la CO₂ in eccesso, lo fanno a un ritmo molto più lento di quanto precedentemente previsto e che negli anni si sarebbe potuto verificare un aumento della temperatura media globale.

Anni '60 e '70

- La ricerca ha trovato poi conferma durante gli anni Sessanta e Settanta del Novecento quando diversi chimici hanno cominciato a realizzare misurazioni accurate dei gas serra dall' **Osservatorio sulla vetta del vulcano hawaiano Mauna Loa** portandoli ad affermare che la concentrazione dell'anidride carbonica nell'atmosfera stava progressivamente aumentando.

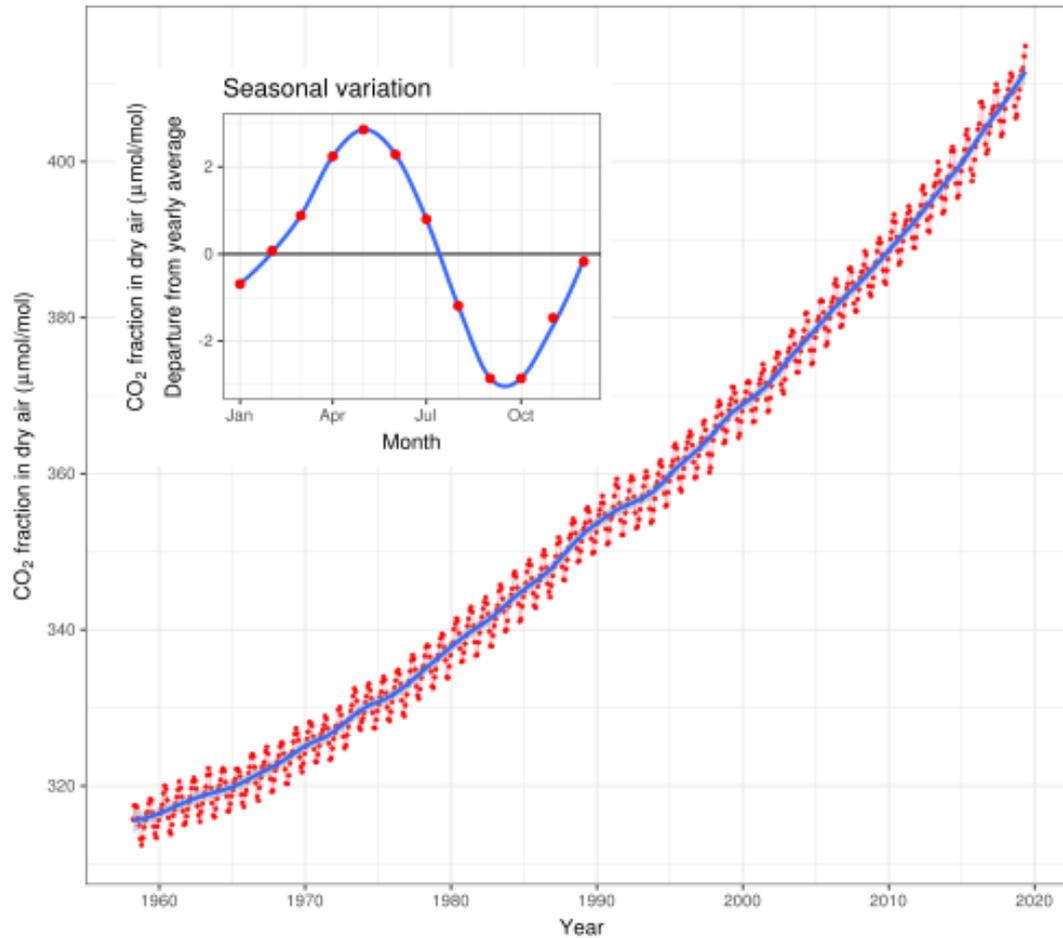
La curva di Keeling

- In particolare **Charles David Keeling**, è riuscito a dar vita a un'analisi di lungo periodo sfociata in un diagramma noto al mondo come **“curva di Keeling”** che tiene traccia mese dopo mese, anno dopo anno, della concentrazione di anidride carbonica in atmosfera. L'oscillazione della concentrazione ha poi portato gli studiosi a definire il grafico come la riproduzione del respiro della Terra. Gli alti e bassi sarebbero infatti assimilabili alla tecnica di inspirazione ed espirazione.

La curva di Keeling

Monthly mean CO₂ concentration

Mauna Loa 1958 - 2019



Data : R. F. Keeling, S. J. Walker, S. C. Piper and A. F. Bollenbacher
Scripps CO₂ Program (<http://scrippsco2.ucsd.edu/>). Accessed 2019-07-20

- Sulla base di questi nuovi dati, la questione è stata portata all'ordine del giorno presso i più importanti convegni scientifici internazionali dove si è cominciato – siamo negli anni Ottanta e le tecnologie iniziano ad essere più avanzate e precise – ad approfondire la questione.

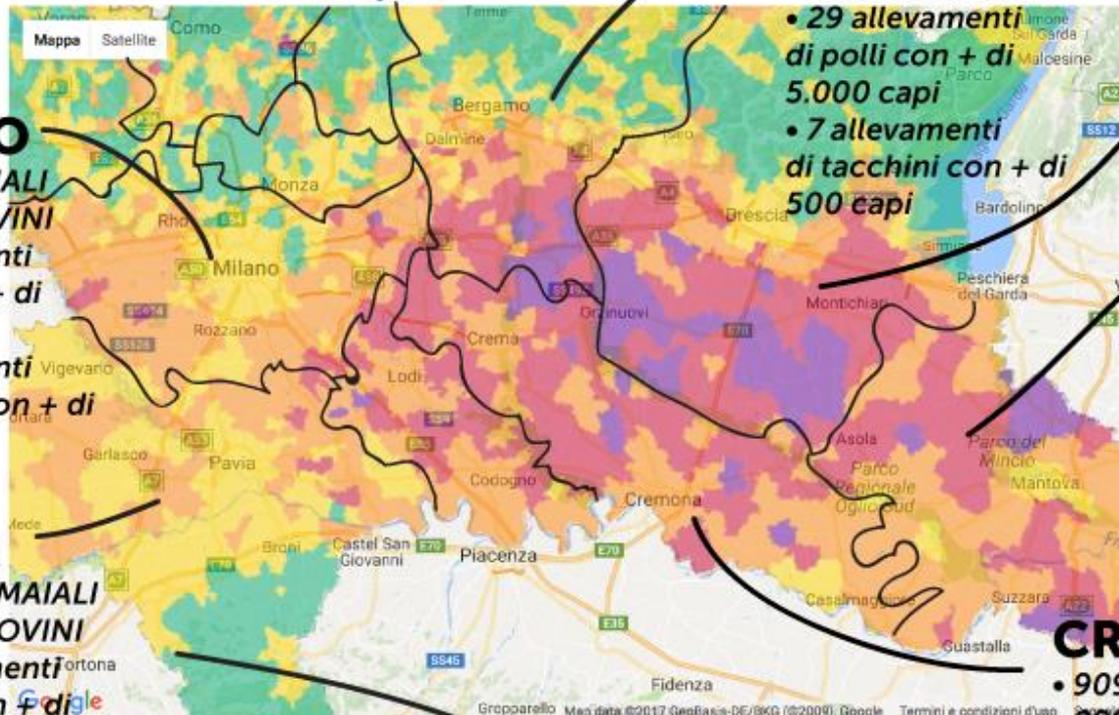
Cause del surriscaldamento

- L'uomo esercita un'influenza crescente sul clima e sulla variazione della temperatura terrestre in particolare attraverso attività quali essenzialmente:
 - **La combustione di combustibili fossili;**
 - **La deforestazione;**
 - **L'industrializzazione;**
 - **L'allevamento del bestiame (in Italia è il 9,3% di tutto il gas serra)**

Mappa emissioni annuali 2014 di NH3 per km²

Risultati dell'Inventario Regionale di Emissioni in Atmosfera Anno 2014 espressi in tonnellate/Km²

PM10 NOX COVNM **NH3** GAS SERRA



MILANO

- 75.000 MAIALI
- 79.000 BOVINI
- 0 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 0 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

PAVIA

- 234.000 MAIALI
- 41.000 BOVINI
- 2 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 4 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

BERGAMO

- 321.000 MAIALI
- 123.000 BOVINI
- 29 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 7 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

BRESCIA

- 1.304.000 MAIALI
- 448.000 BOVINI
- 166 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 76 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

MANTOVA

- 1.136.000 MAIALI
- 315.000 BOVINI
- 53 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 45 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

CREMONA

- 909.000 MAIALI
- 289.000 BOVINI
- 58 allevamenti di polli con + di 5.000 capi
- 19 allevamenti di tacchini con + di 500 capi

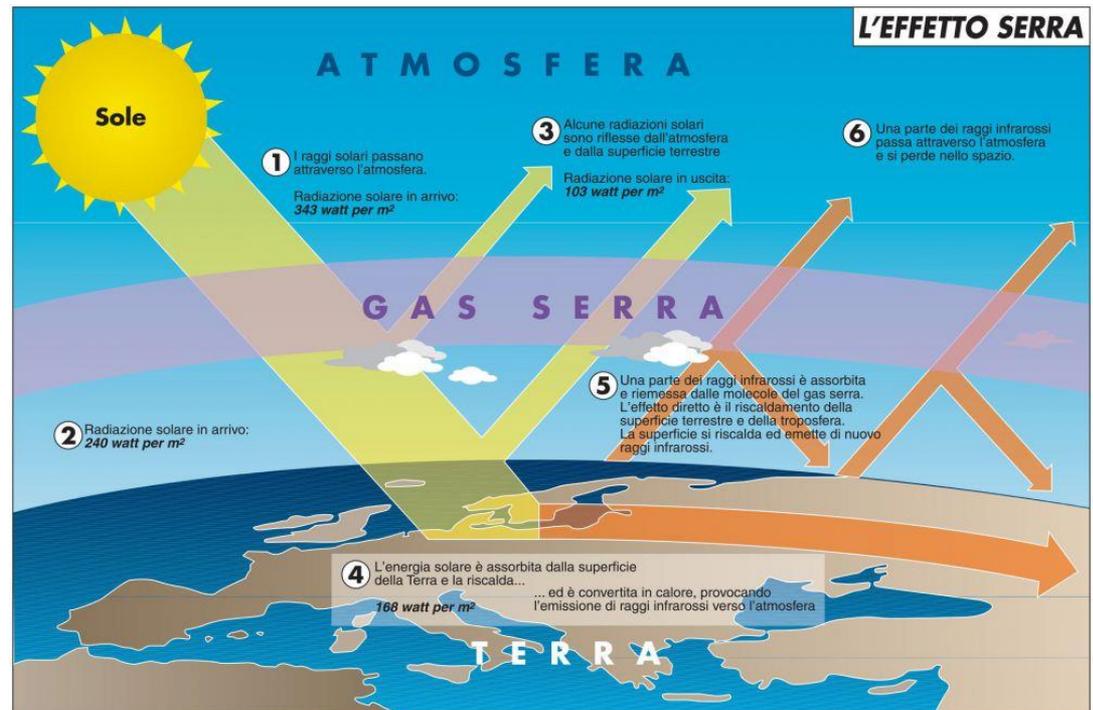


Effetto Serra

- Queste attività aggiungono enormi quantità di **gas serra** a quelle naturalmente presenti nell'atmosfera, **incrementando l'effetto serra naturale** e determinando così il fenomeno del **riscaldamento climatico globale**.
- I gas serra sono chiamati così in quanto agiscono un po' come il vetro di una serra, catturando in calore emesso dalla Terra dopo la ricezione dell'energia solare, ma impedendogli di ritornare nello spazio (intrappolandolo quindi nell'atmosfera). (ES Venere)

Gas responsabili

- l'anidride carbonica
- il metano
- il protossido di azoto
- i gas fluorurati



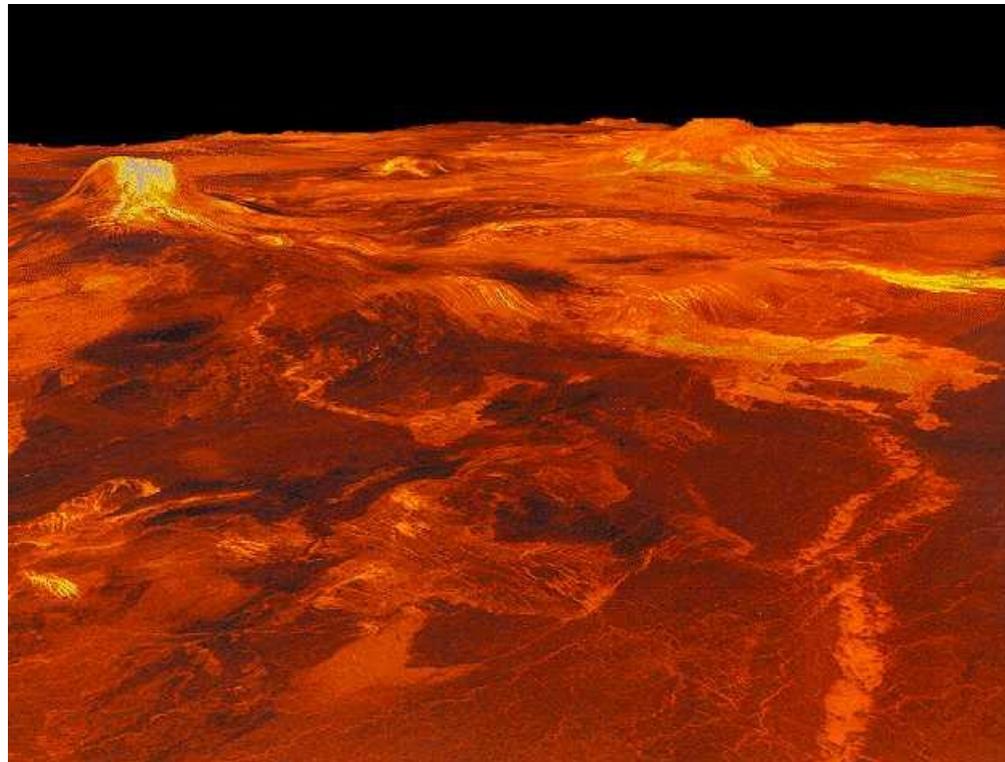
I cambiamenti climatici

- [Filmato: Effetto Serra](#)



Venere e l'effetto serra

- [Venere - un paradiso mancato](#)



Complessità del sistema climatico

- Il clima è influenzato da 5 importanti sotto sistemi:
- l'atmosfera
- gli oceani
- le superfici terrestri
- le aree coperte dal ghiaccio
- la biosfera.

Complessità del sistema climatico

- Ciascuno di questi sistemi è estremamente complesso ed il suo equilibrio dipende da moltissimi fattori.
- E' evidente come l'interazione fra questi sistemi – da cui dipendono in definitiva le condizioni climatiche del nostro pianeta – sia ulteriormente complessa

Effetti del cambiamento climatico

- Scioglimento dei ghiacciai
- Innalzamento livello dei mari
- Acidificazione degli oceani (CO₂)
- Desertificazione
- Perdita della biodiversità

Scioglimento dei ghiacciai

- Secondo alcune previsioni, **i ghiacci dell'Artico potrebbero addirittura essere soggetti a scioglimento completo nei periodi più caldi dell'anno (come in tarda estate) già verso la fine del secolo.**



Innalzamento livello dei mari

- Una riduzione della calotta glaciale antartica e di quella della Groenlandia ha quasi certamente contribuito a un innalzamento del livello dei mari tra il 1993 e il 2003 di entità pari 3,1 millimetri all'anno secondo l'Ipcc. Ci si aspetta che entro il 2100 l'innalzamento sarà compreso tra i 15 e i 95 centimetri.

Cosa succede in Italia se

- simulazione innalzamento livello dei mari



Acidificazione degli oceani

- L'aumento di CO₂ nell'atmosfera porterà anche a un'acidificazione degli oceani provocando danni irreparabili all'ecosistema marino – ad esempio, alla Grande barriera corallina, inclusa tra i beni protetti dall'Unesco nel 1981 perché ospita “più di 400 tipi di coralli, 1.500 specie di pesce, 4.000 tipi di molluschi.

Desertificazione

- La desertificazione si espanderà verso quelle regioni che attualmente godono di un clima temperato come, ad esempio, le aree a nord e a sud del deserto del Sahara, come l'area del mar Mediterraneo (**Italia inclusa**) provocando gravi danni per l'agricoltura. Le colture subiranno un calo e aumenterà il numero di persone a rischio denutrizione. In particolare, **i rendimenti dei campi di mais e di grano potrebbero calare anche del 50 per cento nei prossimi 35 anni** per colpa del riscaldamento globale

Perdita della biodiversità

- Il tasso di estinzione delle specie terrestri è vertiginoso ed entro la fine del secolo **metà delle specie viventi rischia di sparire per sempre.**
- Questo fenomeno avrà “implicazioni gravi e di vasta portata sul benessere umano” secondo John Knox, relatore speciale delle Nazioni Unite sull’ambiente e i diritti umani.
- Come per la desertificazione, la perdita di biodiversità, in particolare la scomparsa delle piante, potrebbe rallentare la lotta alle malattie e aumentare la diffusione di patologie infettive e autoimmuni.

I fattori alteranti del clima

- la radiazione solare
- la presenza nell'atmosfera di gas capaci di produrre effetto serra (vapor d'acqua, CO₂, metano, N₂O, ed altri gas minori quali HFC S, PFC S e SF₆)
- complessi fenomeni atmosferici capaci di riflettere o assorbire la radiazione solare.

Il report della Ipcc

- **La IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change** (agenzia delle Nazioni Unite) in un suo studio pubblicato alla fine del 2018 risulta molto pessimista sul futuro del nostro pianeta
- In sostanza, il messaggio è che siamo sull'orlo del baratro, e che salvarci sarà estremamente difficile

Ma cosa possiamo ancora fare per evitare tutto questo?

- Arginare l'aumento delle temperature a **non oltre un grado e mezzo** rispetto ai livelli pre-industriali
- L'impresa è considerata titanica e necessita di sforzi senza precedenti: per farlo occorre agire sulla diminuzione di emissioni di anidride carbonica

Ridurre le emissioni di CO2

- Il report ha evidenziato che, per stare sotto la soglia del grado e mezzo, le emissioni di anidride carbonica devono **diminuire del 45% entro il 2030** (rispetto al valore del 2010), e raggiungere lo zero (non in assoluto: al netto dell'anidride carbonica riassorbita dall'atmosfera) entro il 2075. Le emissioni degli altri gas serra devono essere ridotte del 35% entro il 2050 rispetto a quelle del 2010

Come diminuirla

- Si può agire anche nell'altro senso, **umentando la quantità di anidride carbonica catturata dall'aria.**
- Il modo più semplice per farlo è quello di piantare nuovi alberi, sfruttando l'assorbimento della **fotosintesi clorofilliana** ma anche utilizzando impianti per la cattura, lo stoccaggio e la riconversione dell'anidride carbonica.
- Al momento, tuttavia, la tecnologia è ancora piuttosto acerba: esistono diversi impianti sperimentali, ma i dispositivi proposti non sembrano ancora essere maturi per la commercializzazione su larga scala.

Sfruttare le energie rinnovabili

- Gli esperti raccomandano nel report che entro il 2050 tra il **70% e l'85%** dell'energia elettrica sia prodotta da **fonti rinnovabili**.
- Il gas dovrebbe essere utilizzato solo per l'8% e il carbone dovrebbe essere totalmente abbandonato

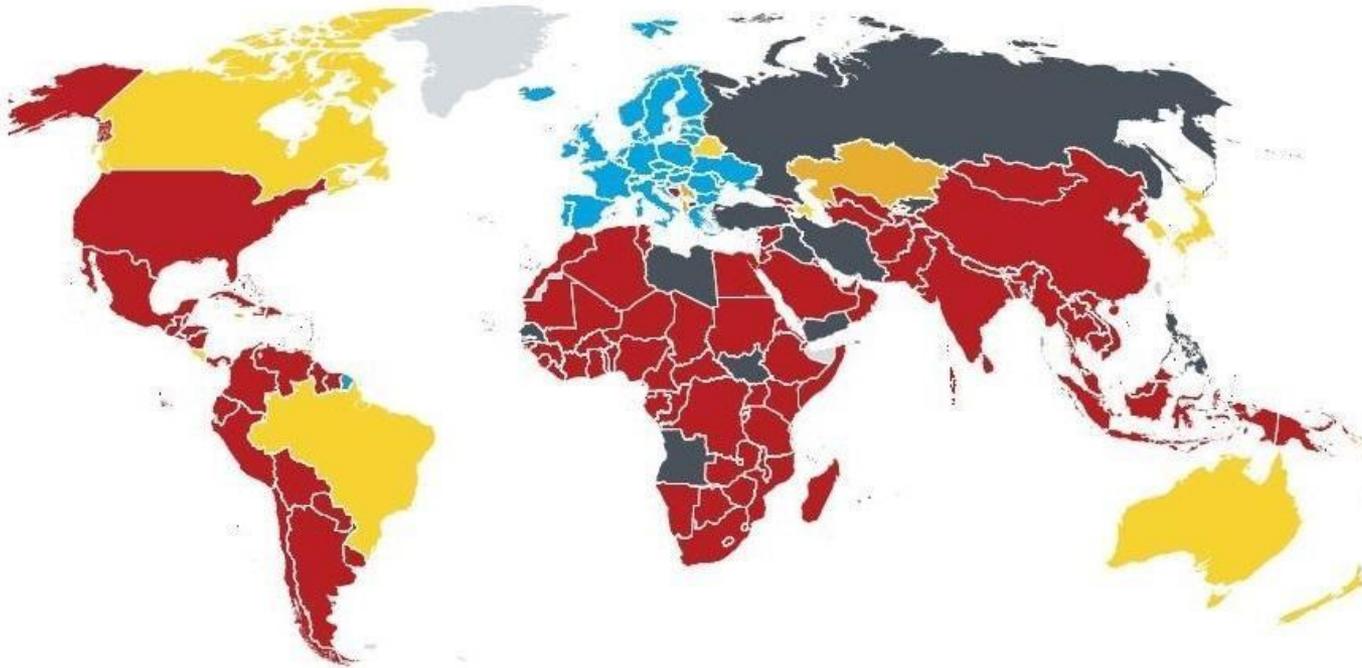
Riforestazione del pianeta

- Il report auspica di aggiungere alle foreste esistenti, entro il 2050, una superficie di circa **dieci milioni di chilometri quadrati**, pari più o meno all'estensione del Canada. E ancora: **7 milioni di chilometri quadrati di pascoli e circa 5 milioni di chilometri quadrati di terreni agricoli** dovrebbero esser convertiti in colture per biocarburanti.

Assolvimento impegni di Parigi

LA MAPPA DEGLI IMPEGNI DI PARIGI

- Sufficienti - Emissioni ridotte del 40%
- Parzialmente sufficienti 20-40%
- Parzialmente insufficienti 0-20%
- Insufficiente Nessuna riduzione
- Nessun impegno
- Nessun dato



Per terminare

- [La favola di cappuccetto rosso](#)
- [Le favole al tempo dei cambiamenti climatici](#)



Feedback del corso

	Ottimo	Buono	Medio	Scarso	Insuff
Rispondenza agli obiettivi annunciati					
Rispondenza alle aspettative personali					
Interesse degli argomenti trattati					
Durata del corso	Troppo corto		Giusto	Troppo lungo	
Chiarezza espositiva					
Difficoltà degli argomenti trattati	Facili		Giusti	Difficili	
Qualità della documentazione (on line)					

Lezione preferita :

domotica	internet
shopping	genetica
trasporti	clima

Proposte per il prossimo anno :

1) Astronomia classica	
2) Astronomia e stato della ricerca su forme di vita extraterrestre	
3) Storia dell'Informatica e di Internet	
3) La fisica per principianti	
4) Altre proposte	

Orario

15,00	16,30
-------	-------

Lunedì	SI	NO
Martedì	SI	NO
Mercoledì	SI	NO
Giovedì	SI	NO
Venerdì	SI	NO

Frequenza	Settimanale	Quindicinale
Periodo	Da Ottobre	Da Gennaio

Eventuali osservazioni :

--

Grazie a tutti !

- I dati del questionario saranno pubblicati in bacheca non appena elaborati .

