

IL CLIMA È GIÀ CAMBIATO. Cosa fare?

con il Prof. **Stefano Caserini**

Il prof. Caserini è titolare del corso di Mitigazione dei cambiamenti climatici al Politecnico di Milano e autore di numerose pubblicazioni scientifiche e divulgative, oltre che direttore della rivista *Ingegneria dell'ambiente*, autore e interprete di *A qualcuno piace caldo - incontro spettacolo sul clima che cambia* e fondatore del sito www.climalteranti.it.



Incontro con le studentesse e gli studenti

Venerdì 22 Aprile
ore 8.00

INCONTRO ONLINE

Iscrizioni su:

bit.ly/CaseriniSiR

www.studentibelluno.it

Stefano Caserini

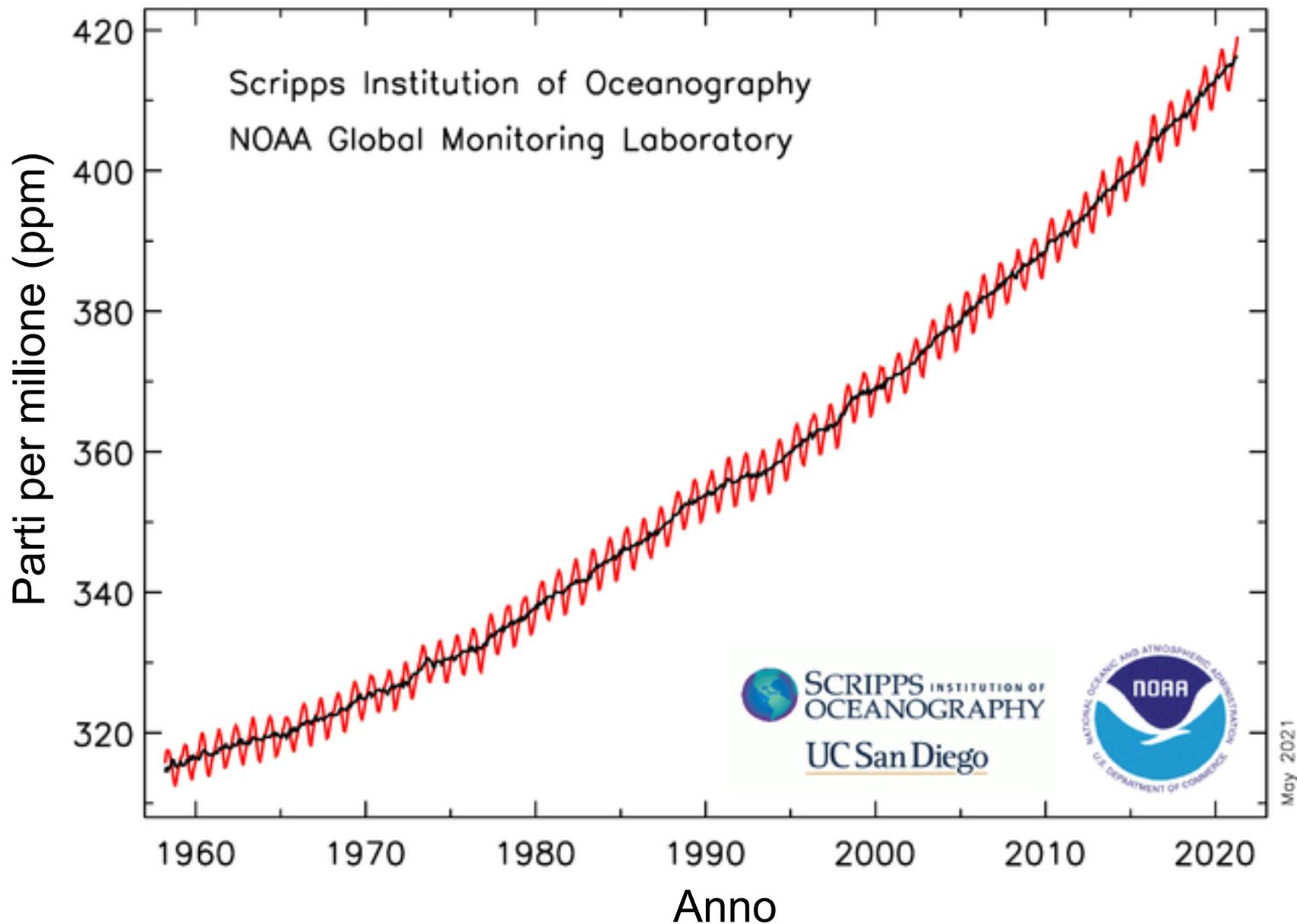
stefano.caserini@polimi.it

@Caserinik

www.climalteranti.it

www.caserinik.it

Concentrazioni di CO₂ in atmosfera misurate a Mauna Loa (Hawaii, USA)



L'aumento è dovuto alle attività umane

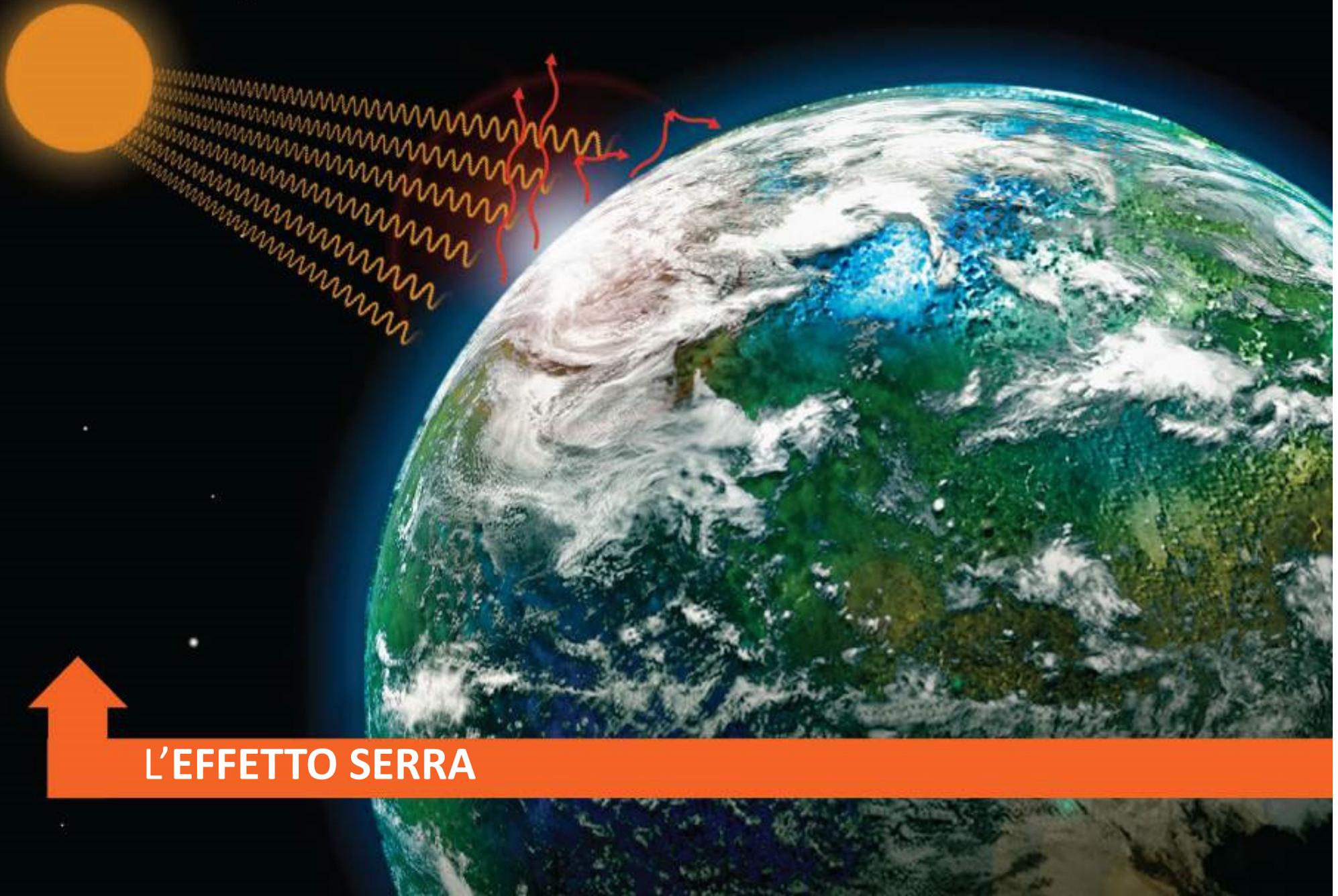


Principale causa: combustione
di combustibili fossili



Altra causa importante:
la deforestazione

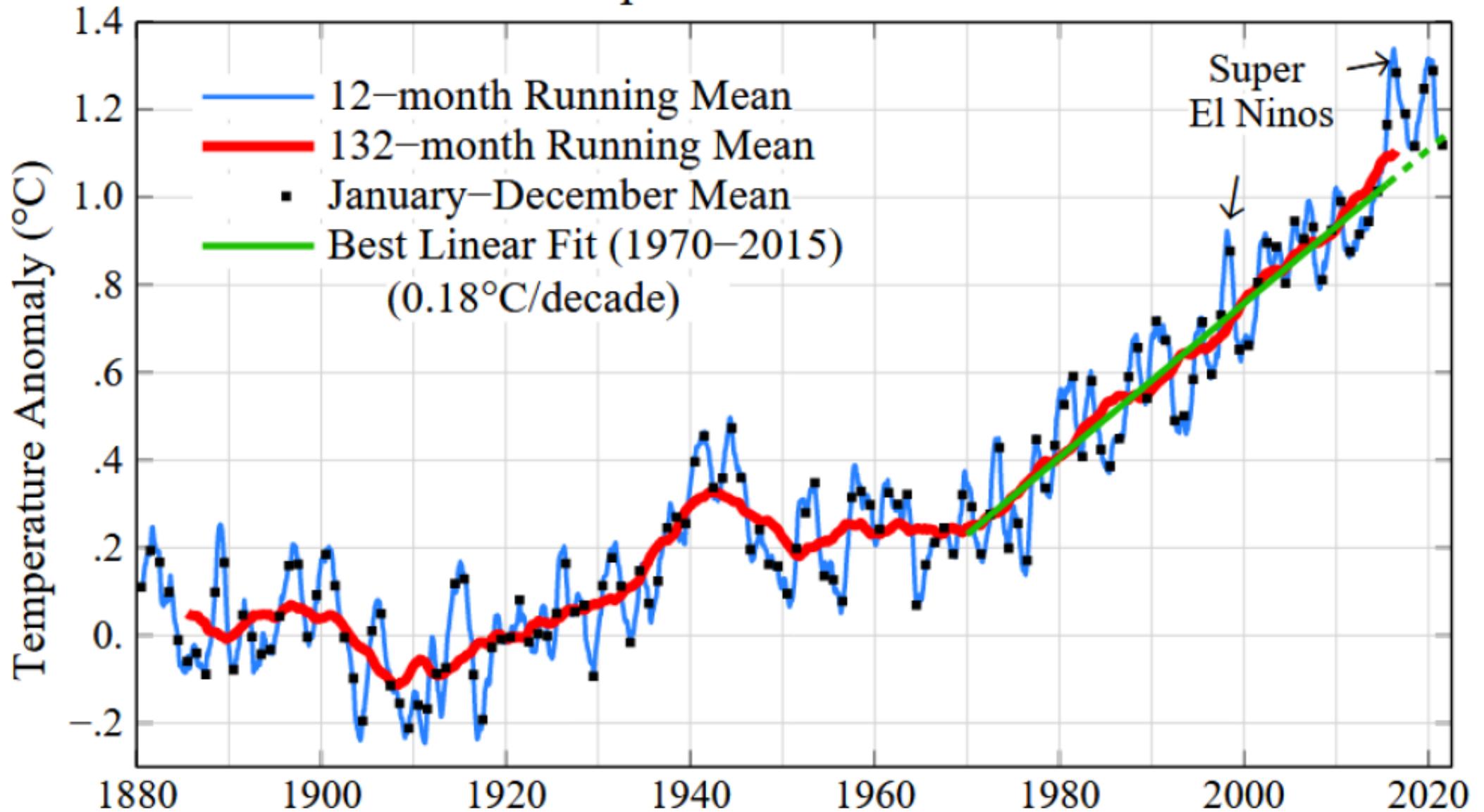
Nell'atmosfera del nostro pianeta i gas serra (CO_2 , metano, vapore acqueo e altri gas) intrappolano parte del calore emesso



L'EFFETTO SERRA

Andamento delle temperature globali dal 1880 al 2021

Global Surface Temperature Relative to 1880–1920 Mean



Source: Hansen et al., 2022, *Global Temperature in 2021*

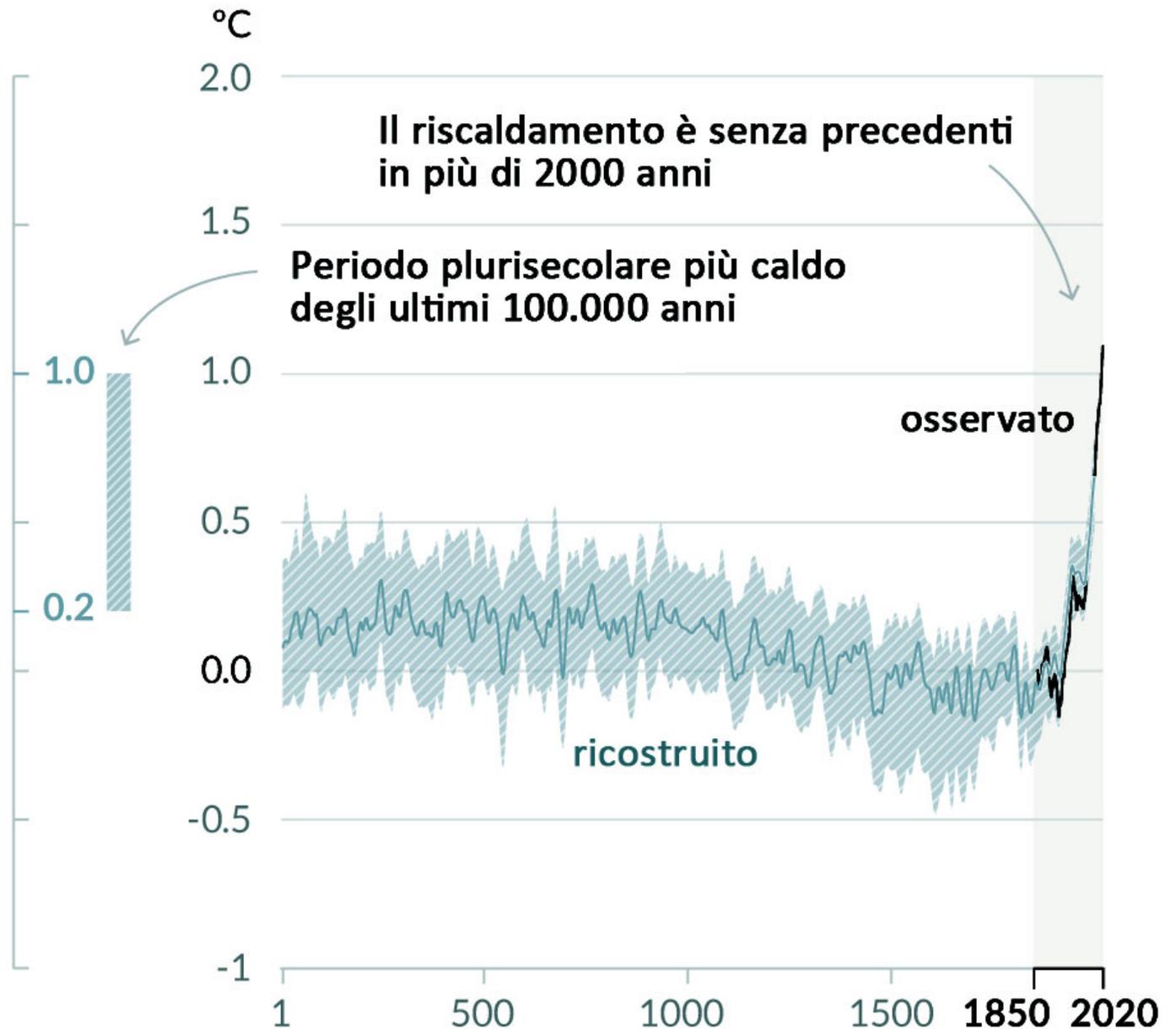


La variazione delle temperature degli ultimi 50 anni è senza precedenti da migliaia di anni

Variazione delle temperature rispetto alla media 1850-1900

Fonte: IPCC, 2021, WG1-AR6, SPM

Variazione della temperatura superficiale globale (media decennale) come **ricostruita (1-2000) e **osservata** (1850-2020)**



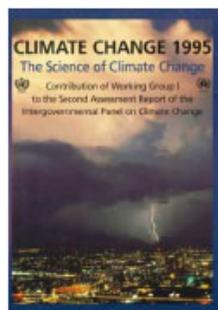
L'IPCC pubblica ogni 6-8 anni un «Rapporto di Valutazione» e su richiesta «Rapporti speciali» su specifici temi

Assessment reports

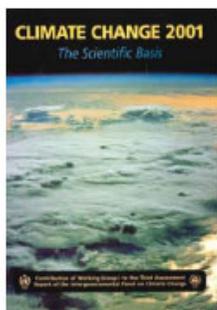
Special reports



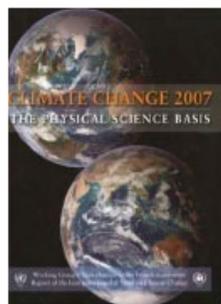
FAR 1990



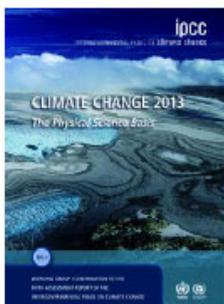
SAR 1995



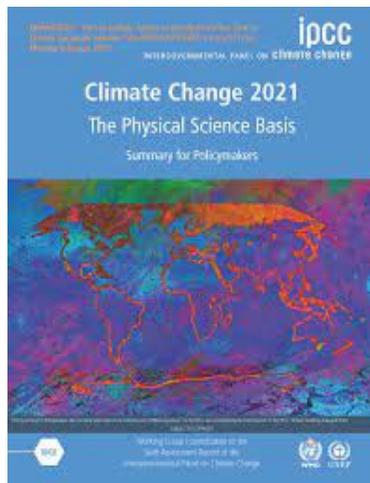
TAR 2001



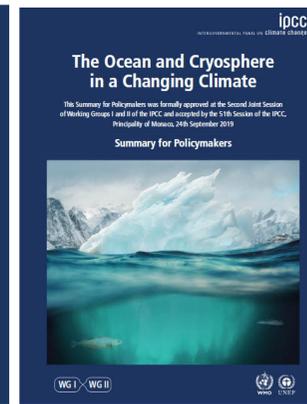
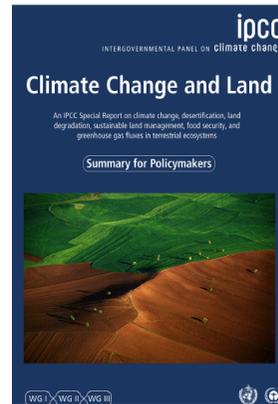
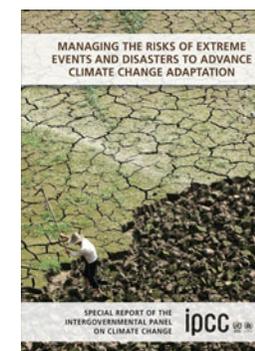
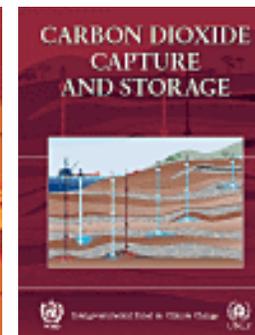
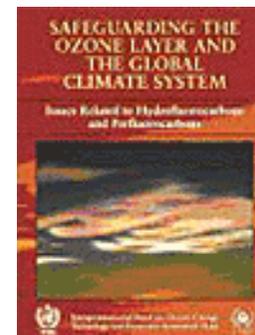
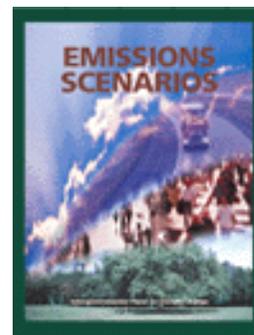
AR4 2007



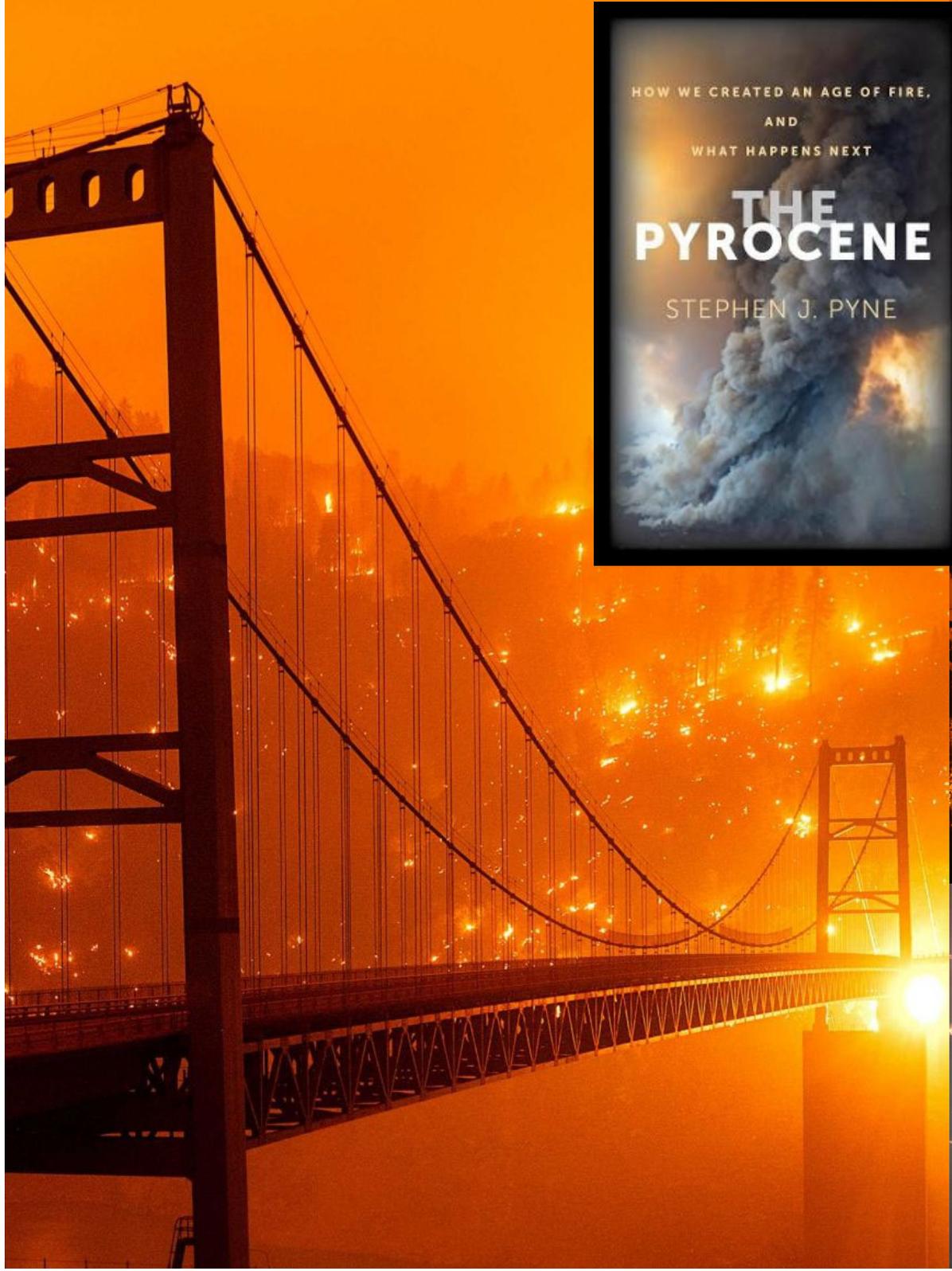
AR5 2013



AR6 2021-2022

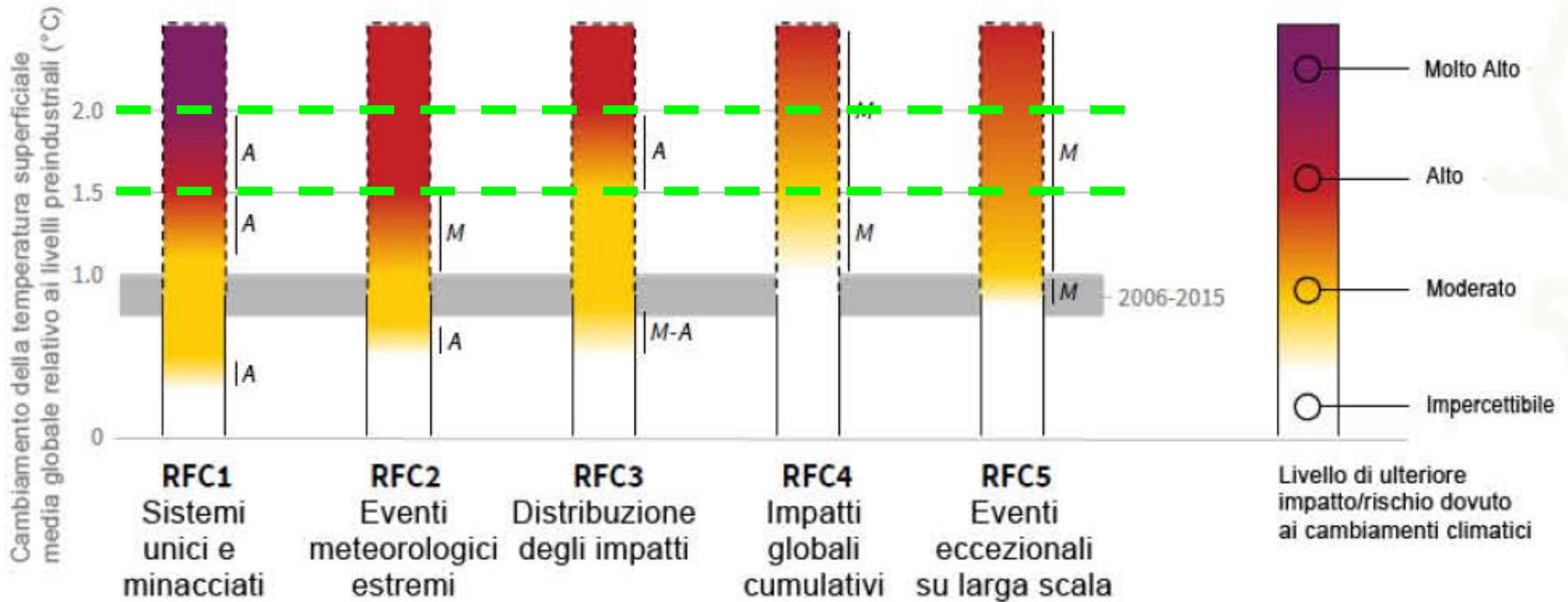


Tutti i documenti sono disponibili gratis sul sito IPCC (www.ipcc.ch) in formato pdf.



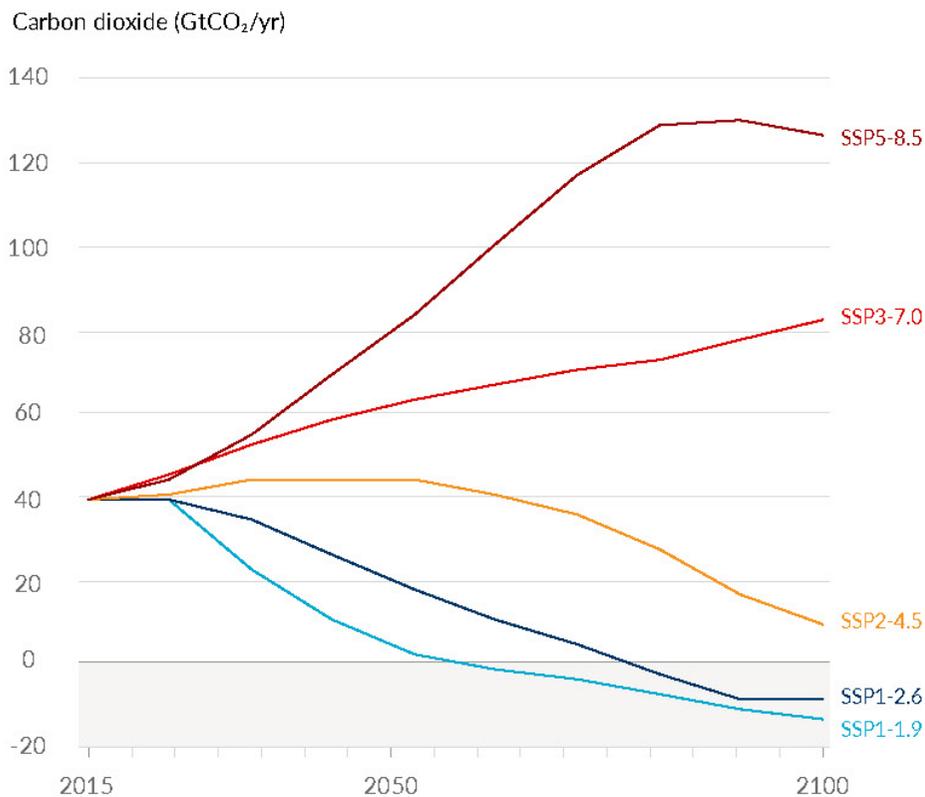


Ci stiamo rapidamente avvicinando ai livelli di temperature associati a rischi elevati per diverse categorie di impatti (chiamati «motivi di preoccupazione», «Reasons for Concern»)



«...mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali, e perseguire sforzi volti a limitare l'aumento di temperatura a 1,5 °C» (Art.2, Accordo di Parigi)

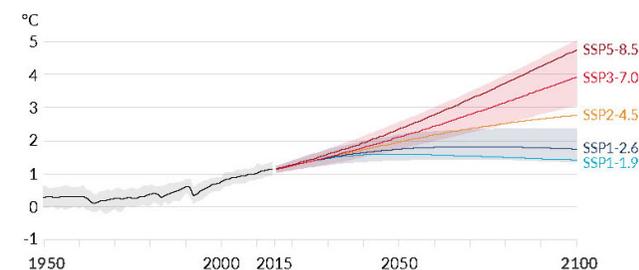
Solo gli scenari con ingenti rimozione di CO₂ permettono di rispettare l'obiettivo dell'Accordo di Parigi e di limitare gli impatti a lungo termine



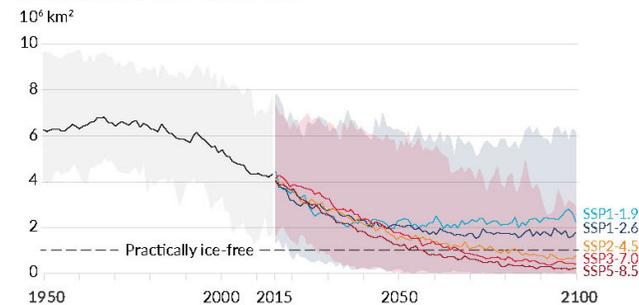
“CDR aims to compensate for residual emissions to reach net zero CO₂ or net zero GHG emissions or, if implemented at a scale where anthropogenic removals exceed anthropogenic emissions, to lower surface temperature.”

Fonte: IPCC, 2021 AR6-WG1 Summary for Policymakers

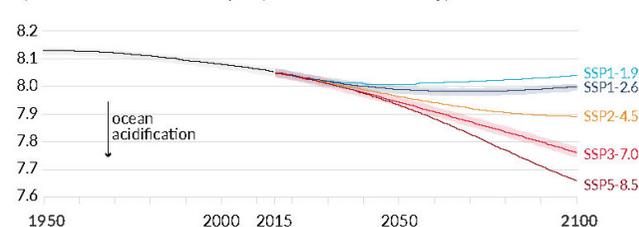
a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



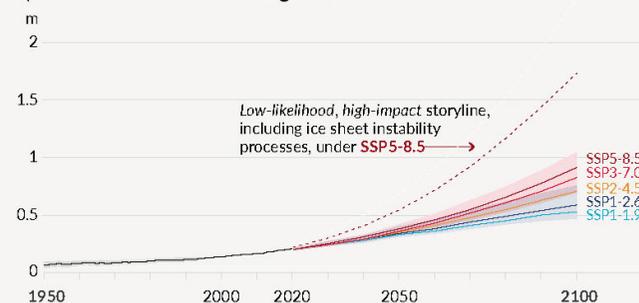
b) September Arctic sea ice area



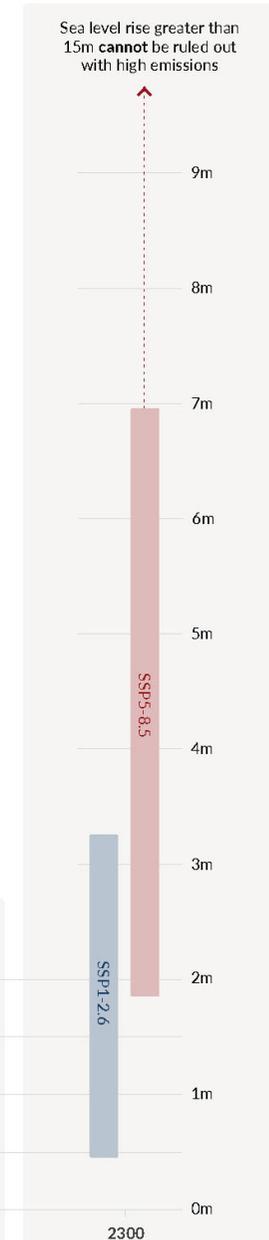
c) Global ocean surface pH (a measure of acidity)

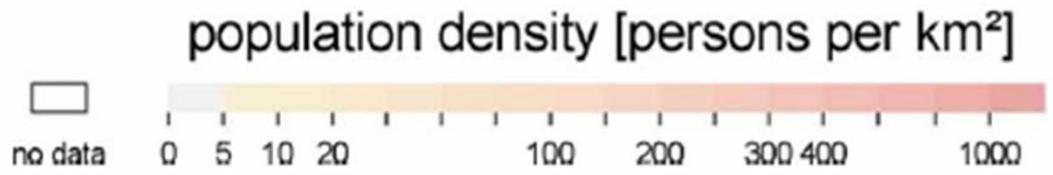
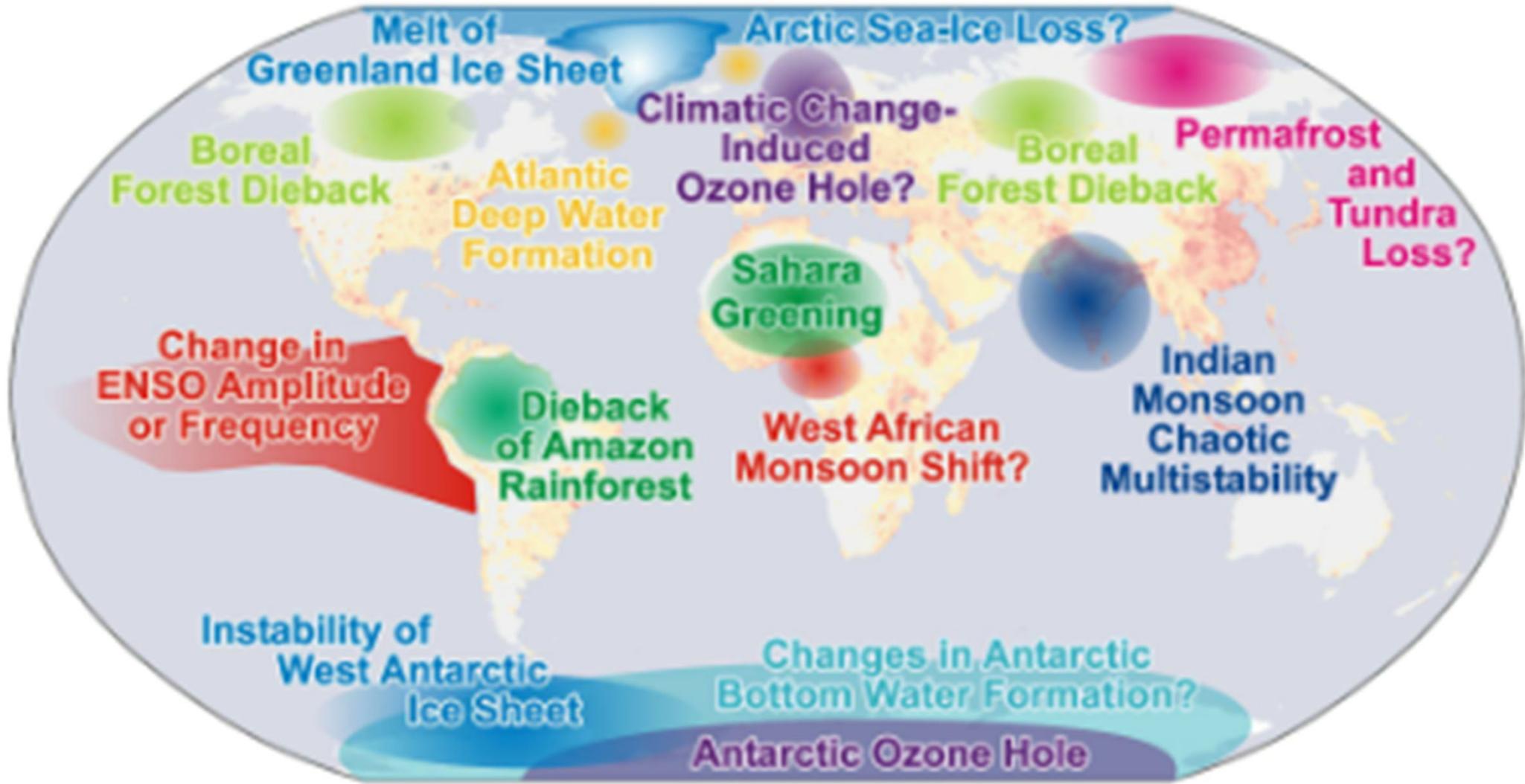


d) Global mean sea level change relative to 1900



e) Global mean sea level change in 2300 relative to 1900



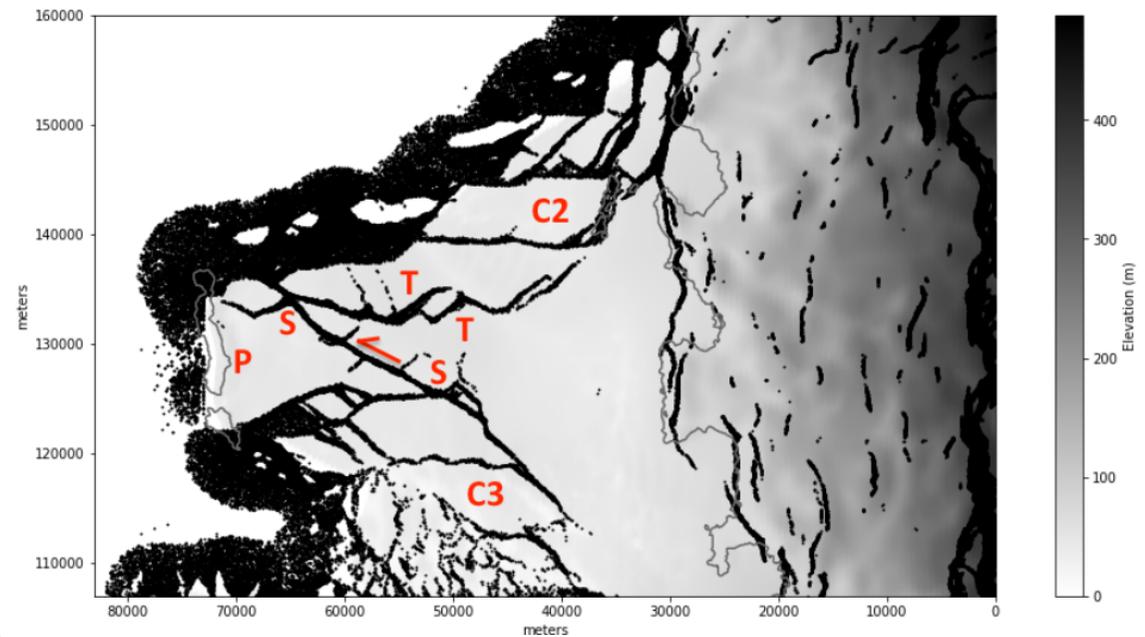


Mappa dei potenziali “tipping elements” nel sistema climatico sovrapposti alla mappa della densità della popolazione mondiale (Lenton et al., 2008)



Rapid fragmentation of Thwaites Eastern Ice Shelf, West Antarctica

Douglas I. Benn¹, Adrian Luckman², Jan A. Åström³, Anna J. Crawford¹, Stephen L. Cornford², Suzanne Bevan², Rupert Gladstone⁴, Thomas Zwinger³, Karen Alley⁵, Erin Pettit⁶ and Jeremy Bassis⁷



Antartide, a rischio uno dei più grandi ghiacciai del pianeta

L'allarme degli scienziati che studiano il Thwaites, un colosso grande quanto la Gran Bretagna. Se si sciogliesse completamente, alzerebbe da solo il livello degli oceani di 65 centimetri

SE SI VUOLE LIMITARE IL RISCALDAMENTO GLOBALE, LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS CLIMALTERANTI È MOLTO URGENTE

Servono impegni a tutti i livelli:

- della comunità internazionale
- degli Stati
- delle Regioni
- dei Comuni
- delle aziende
- degli investitori
- delle organizzazioni della società civile
- delle persone

Cosa stiamo facendo ?

Cosa possiamo fare ?



- Negare il problema

- Rinviarlo o affrontarlo in modo superficiale

- Fingere di affrontarlo seriamente (“greenwashing”)

- Affrontarlo seriamente (cogliendo le opportunità)

È agosto, ma sembra novembre

Fa così tanto caldo che a Cortina nevicava già

Dieci centimetri di fiocchi sulle Dolomiti, bora a 90 chilometri orari a Trieste, acquazzoni ovunque: il meteo smonta le balle sul riscaldamento globale

LO SCIENZIATO

Il «riscaldamento globale»? I fatti sono lì a negarlo

Franco Battaglia

Il sogno comunista di esercitare il controllo totale sulla società e sui comportamenti individuali è fallito. Ma ci stanno provando con l'ambientalismo, ora evolutosi in Gretinismo. Siccome l'ambiente (...)

Il brivido della realtà Riscaldamento del pianeta? Ma se fa freddo

Neve in montagna. E a Milano minima a 5°
Il termometro smentisce i gretini nostrani

**PRESUNTA
VERITÀ**
Scarichi industriali macchiano l'azzurro del cielo. La pretesa «scientifica» di un nesso diretto tra l'aumento delle emissioni di anidride carbonica e il riscaldamento globale è smentita dai dati degli ultimi quindici anni



La più grande menzogna dei nostri tempi ansiosi

L'aumento delle temperature indotto dall'uomo è un falso: non c'è nesso con le emissioni di CO2

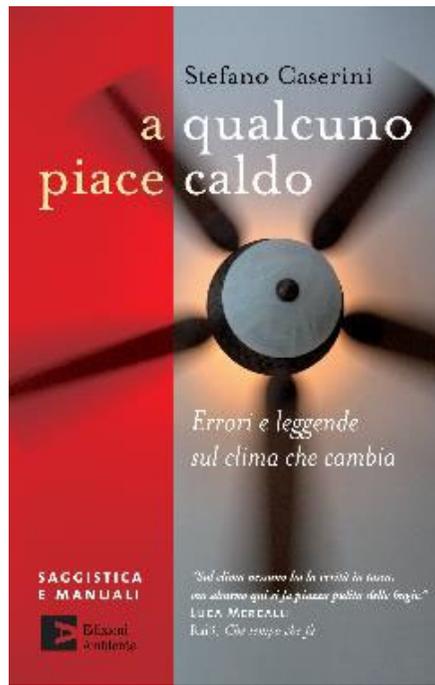
Il riscaldamento globale non dipende dalle emissioni. E l'energia rinnovabile è un flop

- Negare il problema



NEGAZIONISMO CLIMATICO

Rifiuto testardo e irragionevole di prendere atto delle evidenze scientifiche su cui la comunità scientifica ha raggiunto un consenso



gratis su:
www.caserinik.it/aqpc



Argomentazioni negazioniste

Così le statistiche smentiscono i seguaci di Greta

Trent'anni fa faceva più caldo

Nel 1990 ci furono 7-8 gradi sopra la media. E dal IX al XIV secolo il clima fu torrido

segue dalla prima

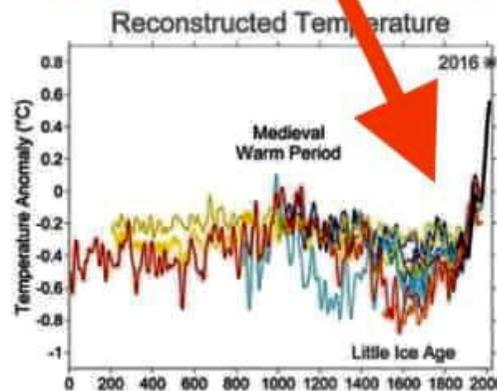
AZZURRA BARBUTO

(...) (in Sicilia si toccano i 25 gradi) già qualcuno azzarda il tuffo in mare e persino all'estremo Nord della penisola, addirittura a Bergamo, si registrano 18 gradi.

Gongolano i gretini, i quali ritengono di potere sventolare questo dato e codeste evidenze in faccia a quanti si mostrano scettici davanti alle teorie ambientaliste tanto di moda oggi. In base ad esse il criminale uomo, che ha abusato senza ritegno del pianeta, sarebbe spacciato: entro 10 anni si estinguerà in quanto la Terra diventerà una sorta di deserto in cui si schialterà di caldo. Lo dice l'attivista svedese Greta Thunberg. E guai a voi a contraddirla, poiché l'ecologismo oggi non è una semplice mania, bensì una vera e propria religione. Bisogna riporre fede nella catastrofe planetaria. Del resto le grandi religioni, cattolicesimo incluso, sono in crisi e gli esseri umani rivolgono il proprio bisogno di credere in qualcosa di trascendente orientandosi verso nuovi pseudo-credenti, da cui scaturiscono regole comportamentali, alimentari ed etiche rigorose ed assolute. Chi non le osserva è un nemico, un idiota, o almeno un soggetto da convertire.

AFA NEL MEDIOEVO

Insomma, se fa caldo a febbraio è a causa del surriscaldamento globale. Se fa freddo a giugno, idem. Non vi è scampo. Eppure la scienza e la storia ci raccontano che il clima varia a prescindere dai fattori umani. Non che questi ultimi non stiano influenzando l'ecosistema, pure abbastanza negativamente, tuttavia non in modo così determinante come proclamano i fanatici gretini, dal momento che è provato che nei secoli caldo e freddo intensi si sono



succeduti.

Ad esempio, il lasso di tempo che va dal IX al XIV secolo (quindi circa 500 anni) fu caratterizzato nella regione del nord Atlantico da un inusuale clima relativamente torrido e perciò questa fase storica è conosciuta con il nome di "Periodo caldo medievale"

(PCM). Poi, dal 1300, avvenne un graduale avanzamento dei ghiacci precedentemente ritirati o addirittura scomparsi. Tale ciclo, che va dalla metà del XIV alla metà del XIX secolo, è noto come "piccola era glaciale" e vide un violento abbassamento della temperatura media terrestre,

accompagnato da carestie e malattie. Gli inverni furono terribilmente rigidi, tanto che intorno al 1650 il ghiaccio delle

Alpi svizzere avanzò a tal punto da inglobare interi villaggi di pastori. In particolare l'inverno del 1709 è considerato da numerosi esperti il più gelido degli ultimi 500 anni. Allora non si moriva di freddo soltanto in Europa, ma anche in America. La glaciazione, purtroppo, era destinata a proseguire per altri 200 anni, ovvero fino al 1850, anno in cui le temperature tornarono a lievitare provocando, nuovamente, la riduzione dei ghiacci. Stadio che stiamo tuttora attraversando.

ALTERNANZA

Insomma, è da circa 150 anni che ci stiamo riscaldando e, di conseguenza, i ghiacciai arretrano. L'azione dell'uomo sull'ambiente, di sicuro, accentua il fenomeno eppure non ne è la causa, in quanto è accertato che da sempre gelo e calore, raffreddamento e riscaldamento, si alternano. Alcuni scienziati ritengono che a determinare la piccola era glaciale possa essere stata la diminuzione dell'attività solare, però resistono numerose domande sul perché il clima muti in maniera talvolta brusca nel corso dei secoli.

Pure gli antichi romani dovettero misurarsi con terribili ondate di calore. Secondo uno studio apparso su *Environmental Research Letters Journal*, le loro estati non furono meno bollenti delle nostre. Tuttavia a noi va meglio: almeno abbiamo il condizionatore. E pure il frigorifero.

La maschera di Greta sul carro di Carnevale; l'attivista pensa che la terra sarà distrutta dal surriscaldamento globale. Sotto l'alternanza del clima nei secoli

La scheda

GIORNI MITI

■ Era dal 1990 che non si registrava un inverno così miti con temperature superiori alla media di 7-8 gradi.

ALTALENANTE

■ Nei secoli le temperature sono sempre state altalenanti. Il periodo compreso dal IX al XIV secolo fu caratterizzato, nella regione del Nord Atlantico, da clima torrido e ribattezzato Periodo caldo medievale. Dal XIV al XIX le temperature si abbassarono di nuovo per poi tornare a risalire dal 1850.

 **Donald J. Trump** 
@realDonaldTrump 

This very expensive GLOBAL WARMING bullshit has got to stop. Our planet is freezing, record low temps, and our GW scientists are stuck in ice

5:39 PM - 1 Jan 2014

  2,061  1,176

 **Donald J. Trump** 
@realDonaldTrump 

It's really cold outside, they are calling it a major freeze, weeks ahead of normal. Man, we could use a big fat dose of global warming!

RETWEETS 7,585 FAVORITES 10,926 

6:30 AM - 19 Oct 2015

 **Donald J. Trump** 
@realDonaldTrump 

Snowing in Texas and Louisiana, record setting freezing temperatures throughout the country and beyond. Global warming is an expensive hoax!

RETWEETS 428 LIKES 358 

1:27 AM - 29 Jan 2014

 **Donald J. Trump** 
@realDonaldTrump

It's snowing & freezing in NYC. What the hell ever happened to global warming?

RETWEETS 653 LIKES 317 

12:25 AM - 22 Mar 2013

 **Donald J. Trump** 
@realDonaldTrump 

The concept of global warming was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing non-competitive.

RETWEETS 24,831 LIKES 14,654 

2:15 PM - 6 Nov 2012

"I'm not a believer in global warming... **and I'm not a believer in man-made global warming.** It could be warming, and it's going to start to cool at some point."
-Donald Trump



TRUMP
www.DonaldJTrump.com
Urbandale, Iowa
MAKE AMERICA GREAT AGAIN!

READ MORE AT: <http://thkpr.gs/3704239>
photo credit: AP Photo/Charlie Neibergall

THINKPROGRESS

Cosa possiamo fare ?

- Negare il problema

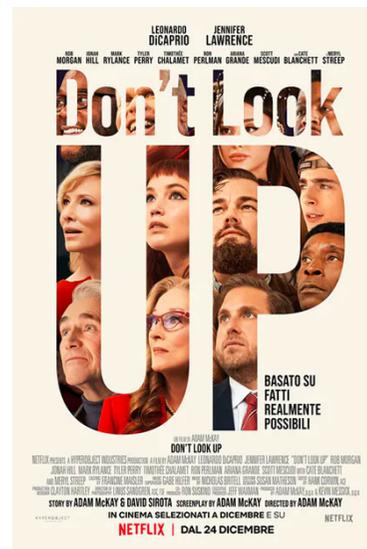
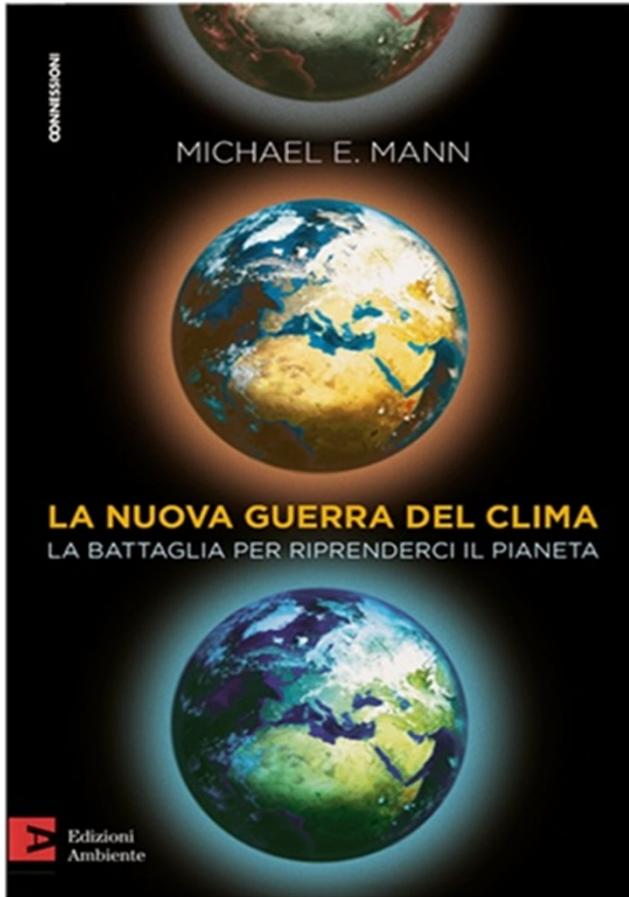
- Rinviarlo o affrontarlo in modo superficiale

- Fingere di affrontarlo seriamente (“greenwashing”)

- Affrontarlo seriamente (cogliendo le opportunità)

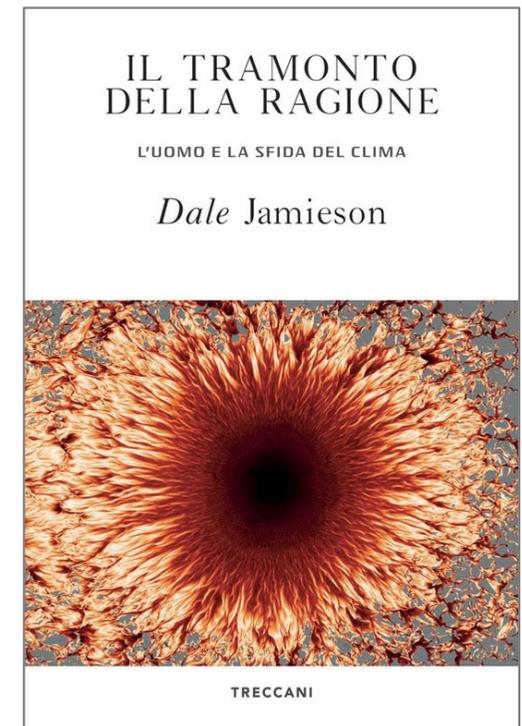
Inattivisti del clima

Chi diffonde disinformazione, chi inganna, chi cerca di dividere gli ambientalisti, chi vuole rallentare le azioni, chi sparge disperazione e rassegnazione.



Fingere di affrontarlo seriamente («greenwashing»)

La morale comune non fornisce una guida etica per affrontare molti degli aspetti del cambiamento climatico, che è un grande problema globale, collettivo: ognuno di noi con le sue azioni, spinto dai propri desideri, contribuisce in piccola parte a un risultato che non era né voluto né desiderato.



Anche quando la catastrofe climatica sarà più avanzata, gli esseri umani continueranno a essere guidati non solo dalla ricerca di soddisfare i bisogni primari, ma anche dal loro desiderio di rendersi più attraenti.

Scollegare i beni materiali più energivori dallo status simbolico di segnalazione sessuale potrebbe essere quindi molto utile, nei contesti affetti da iperconsumo e obesità dei corpi e del sistema produttivo



Greenwashing: strategia di comunicazione finalizzata a costruire un'immagine di sé ingannevolmente positiva sotto il profilo dell'impatto ambientale, allo scopo di distogliere l'attenzione dagli effetti negativi per l'ambiente dovuti alle proprie attività.

La politica ha bisogno di consenso su tempi brevi

Molte aziende cercano profitti su tempi brevi

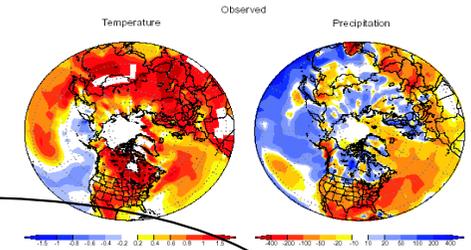
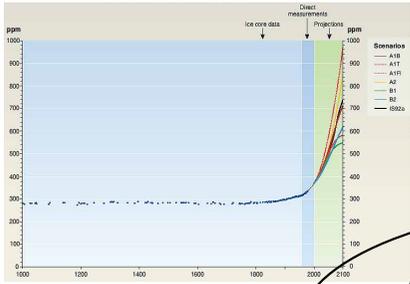
Il greenwashing è una comoda scorciatoia

Cosa possiamo fare ?

- Negare il problema
- Rinviarlo o affrontarlo in modo superficiale
- Fingere di affrontarlo seriamente (“greenwashing”)
- Affrontarlo seriamente (cogliendo le opportunità)

Cosa possiamo fare per affrontare seriamente il problema dei cambiamenti climatici ?

- Riconoscere** l'esistenza del problema dei cambiamenti climatici: smettere di negare, di rinviare
- Comprendere** meglio quello che sta succedendo e che succederà, i motivi diretti e profondi
- Adattarsi** ai cambiamenti climatici : ridurre i danni dei cambiamenti climatici in atto e inevitabili in futuro
- Mitigare** i cambiamenti climatici: ridurre le emissioni e potenziare gli “assorbimenti” delle foreste



Concentrazioni
di gas serra

Temperatura media
Altri effetti climatici

Emissioni
di gas serra

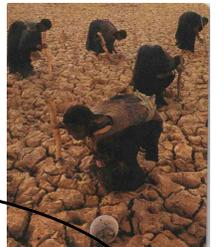
Impatti sull'uomo e
sugli ecosistemi

Mitigazione

Adattamento

Attività umane

Produzione e consumo di
energia, uso del suolo



*Mitigazione dei cambiamenti climatici :
ridurre le emissioni e potenziare gli assorbimenti di gas serra*

Risparmio energetico

Aumento efficienza energetica nella produzione di energia

Aumento efficienza energetica nel consumo finale di energia

Produzione energia non fossile (solare, eolica, ecc.)

Interventi su agricoltura, diete

Molte azioni sono di tipo tecnologico, altre dipendono da comportamenti individuali (es. risparmio energetico).

L'utilizzo di tecnologie più efficienti può essere influenzato da preferenze individuali non legate solo alla valutazione dei costi.

Energia eolica

On-shore



Photo by [Aniek Wessel](#) on [Unsplash](#)

Off-shore



Photo by [Nicholas Doherty](#) on [Unsplash](#)

«floating»

The five-turbine, 30-MW Hywind Scotland Pilot Park, first floating wind farm, situated 15 miles off the Aberdeenshire Coast



Energia Solare

Solare fotovoltaico



Solare a concentrazione



Solare termico



Punto critico: produzione energetica non costante e programmabile, ma variabile con l'insolazione → necessità di sistemi di accumulo dell'energia prodotta

Agrofotovoltaico

installazioni che minimizzano la sottrazione di terreno agricolo



- Utilizzo di moduli fotovoltaici semitrasparenti: parte della luce raggiunge le piante,
- Protezione del raccolto da grandine, pioggia intensa e calore



Le comunità energetiche in Italia

Note per il coinvolgimento dei cittadini nella transizione energetica



LA COMUNITÀ ENERGETICA

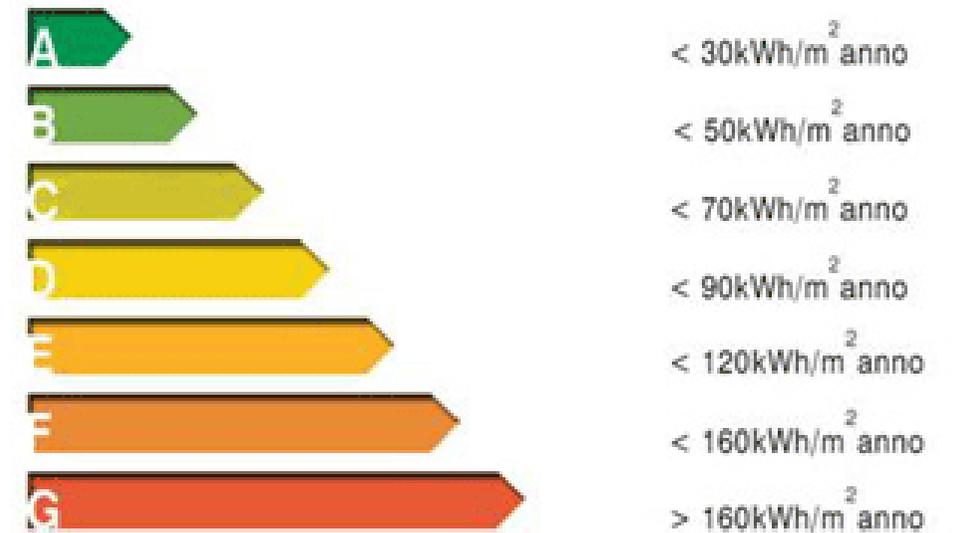


Efficienza energetica nei consumi finali termici degli edifici

- criteri costruttivi per l'isolamento dei nuovi edifici
- interventi di isolamento su edifici esistenti (pareti esterne, sostituzione serramenti esterni, isolamento coperture)
- caldaie ad alta efficienza
- pompe di calore



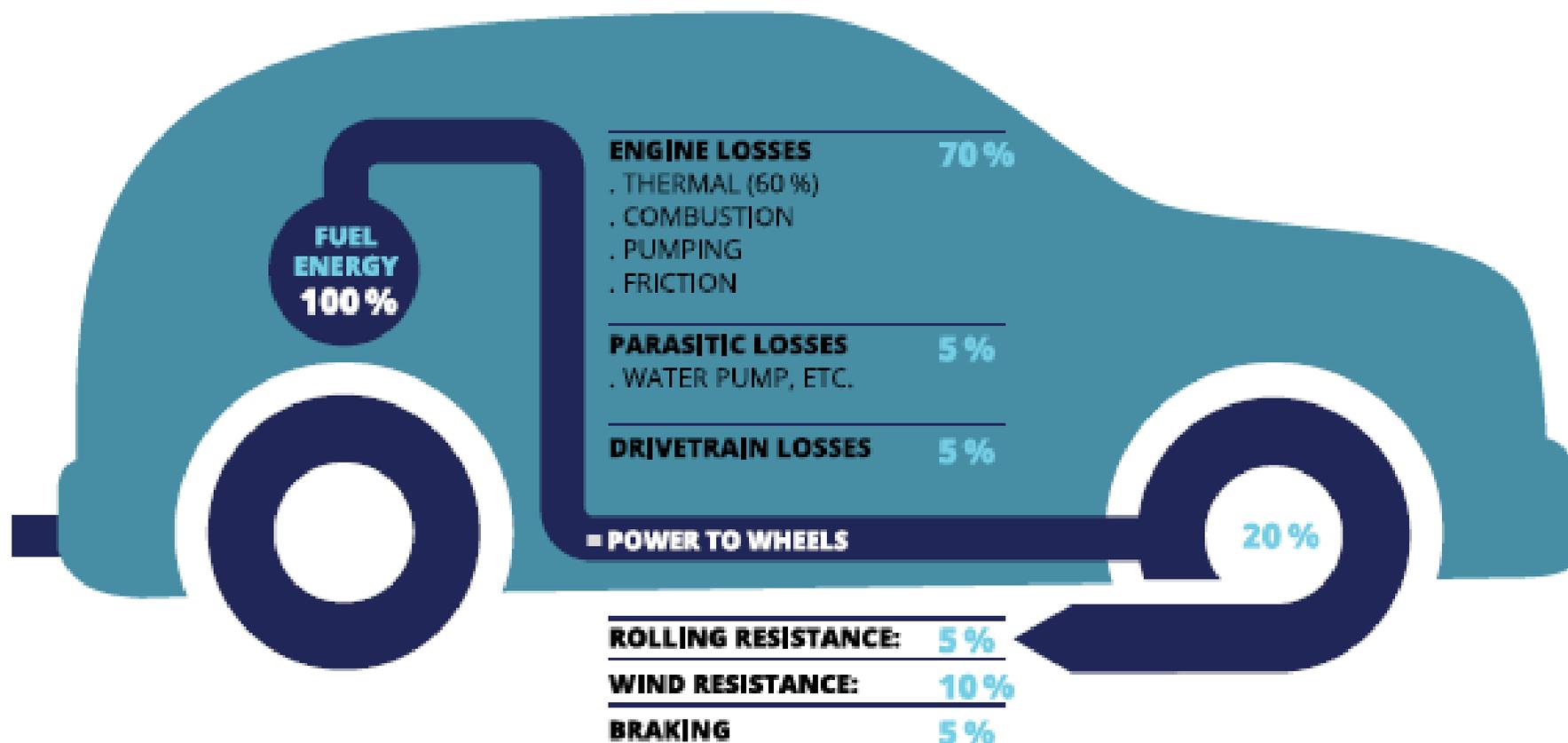
CASA PASSIVA



- Come accelerare gli interventi?
- Come fare in modo che gli incentivi riguardino anche i condomini più difficili e con minori risorse?
- Come assicurare equità sociale nell'uso degli incentivi?

Riduzione delle emissioni specifiche dei veicoli (gCO₂/km)

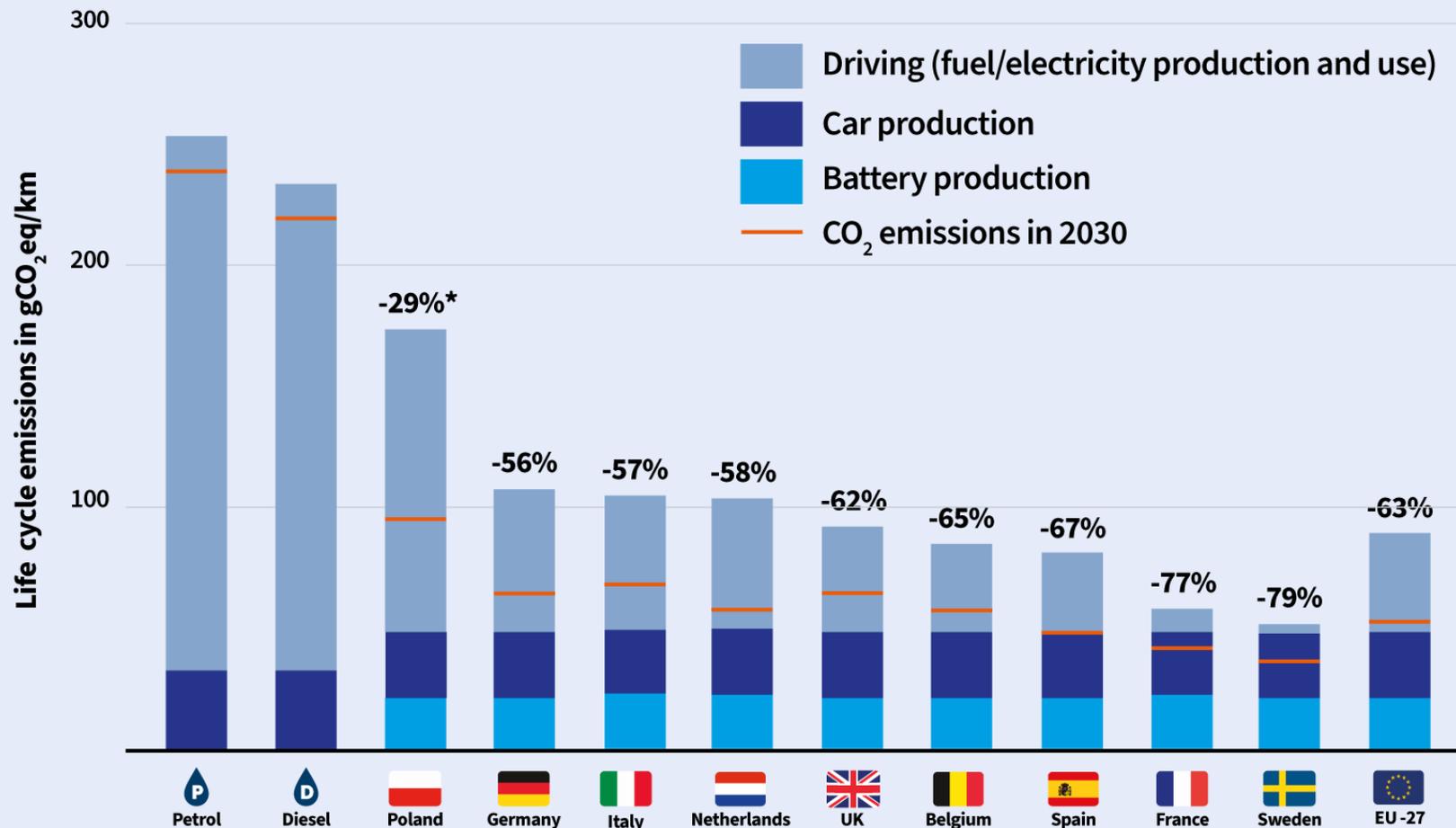
- Un motore diesel è più efficiente di un motore a ciclo otto nel convertire in energia cinetica l'energia del combustibile: ~ 28% diesel vs ~ 16% benzina (media parco: ~ 20%)
- Gas naturale: benefici minimi rispetto all'auto a benzina



Il motore elettrico e la cella a combustibile sono molto più efficienti del motore a scoppio, ma l'elettricità e l'idrogeno sono dei vettori energetici che devono essere prodotti → le emissioni sono solo indirette e dipendono dalle modalità di produzione

La filiera elettrica è tanto più vantaggiosa tanto più è disponibile elettricità prodotta da fonti rinnovabili

Today petrol and diesel cars emit almost 3 times more CO₂ than the average EU electric car



Scenario where average EU electricity is used to produce the batteries and the cars

Le azioni di mitigazione hanno molti co-benefici

Le politiche sul clima permettono di rispondere anche ad altri importanti obiettivi strategici:

- sicurezza nell'approvvigionamento energetico
- riduzione dei costi per l'importazione dell'energia
- miglioramento della qualità dell'aria
- competitività nel settore delle nuove tecnologie
- sviluppo di nuovi posti di lavoro
- minori conflitti geopolitici?

Gli investimenti per le politiche sul clima non sono solo costi. Ma i costi e i benefici delle azioni di mitigazione sono distribuiti in modo non uniforme nello spazio e nel tempo.



Cingolani: “La transizione ecologica potrebbe essere un bagno di sangue”

Intervista alla Stampa del ministro: “I cambiamenti radicali hanno un prezzo”

DI HUFFPOST

CRITICALLY INSUFFICIENT	HIGHLY INSUFFICIENT	INSUFFICIENT	ALMOST SUFFICIENT	1.5°C PARIS AGREEMENT COMPATIBLE
IRAN (ISLAMIC REPUBLIC OF)	ARGENTINA	CHILE	COSTA RICA	THE GAMBIA
RUSSIAN FEDERATION	AUSTRALIA	EU	ETHIOPIA	
SAUDI ARABIA	BRAZIL	GERMANY	KENYA	
SINGAPORE	CANADA	JAPAN	MOROCCO	
THAILAND	CHINA	NORWAY	NEPAL	
	COLOMBIA	PERU	NIGERIA	
	INDIA	SOUTH AFRICA	UNITED KINGDOM	
	INDONESIA	SWITZERLAND		
	KAZAKHSTAN	USA		
	MEXICO			
	NEW ZEALAND			
	SOUTH KOREA			
	UAE			
	UKRAINE			
	VIET NAM			

Conclusioni

Il riscaldamento globale è inequivocabile

La responsabilità principale è delle attività umane

Gli impatti dei cambiamenti climatici sono già evidenti

C'è un indubbio legame con il problema delle migrazioni

Un percorso di riduzione delle emissioni di gas climalteranti è ormai inevitabile

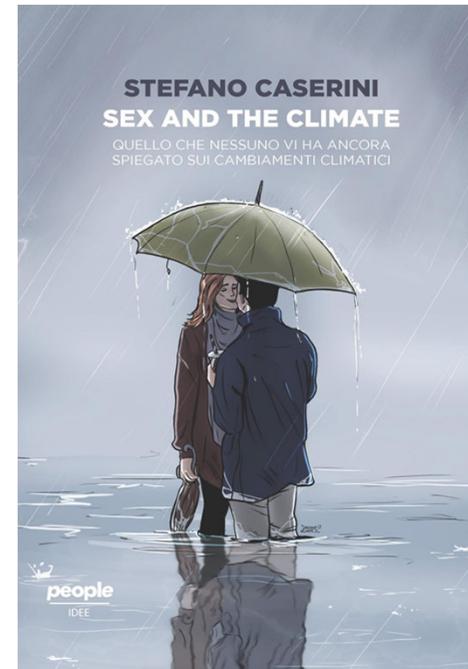
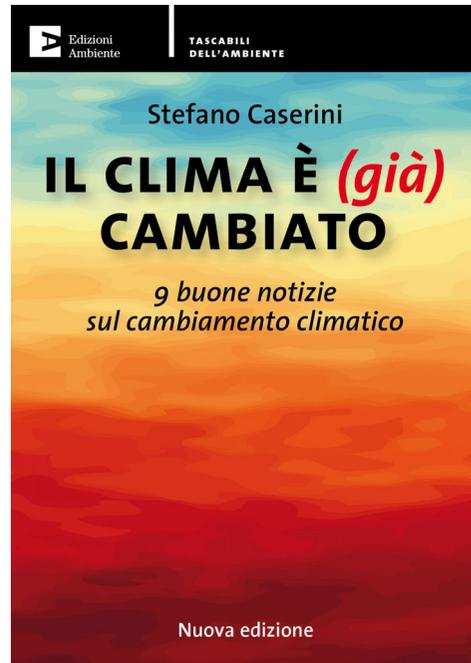
Prendere sul serio l'Accordo di Parigi comporta drastiche riduzioni delle emissioni in tempi molto rapidi

È necessario partire subito e accelerare i cambiamenti

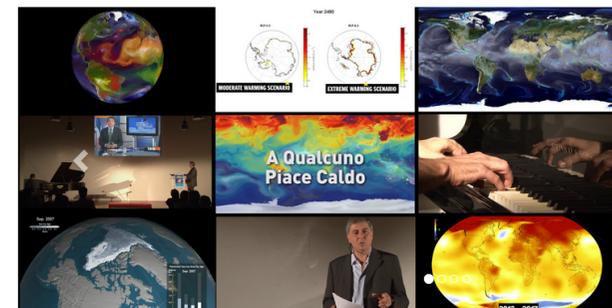
Questo non è il «solito» problema ambientale: è richiesta una trasformazione radicale in uno dei settori cruciali del sistema economico e che riguarda la quasi totalità dell'umanità.

stefano.caserini@polimi.it

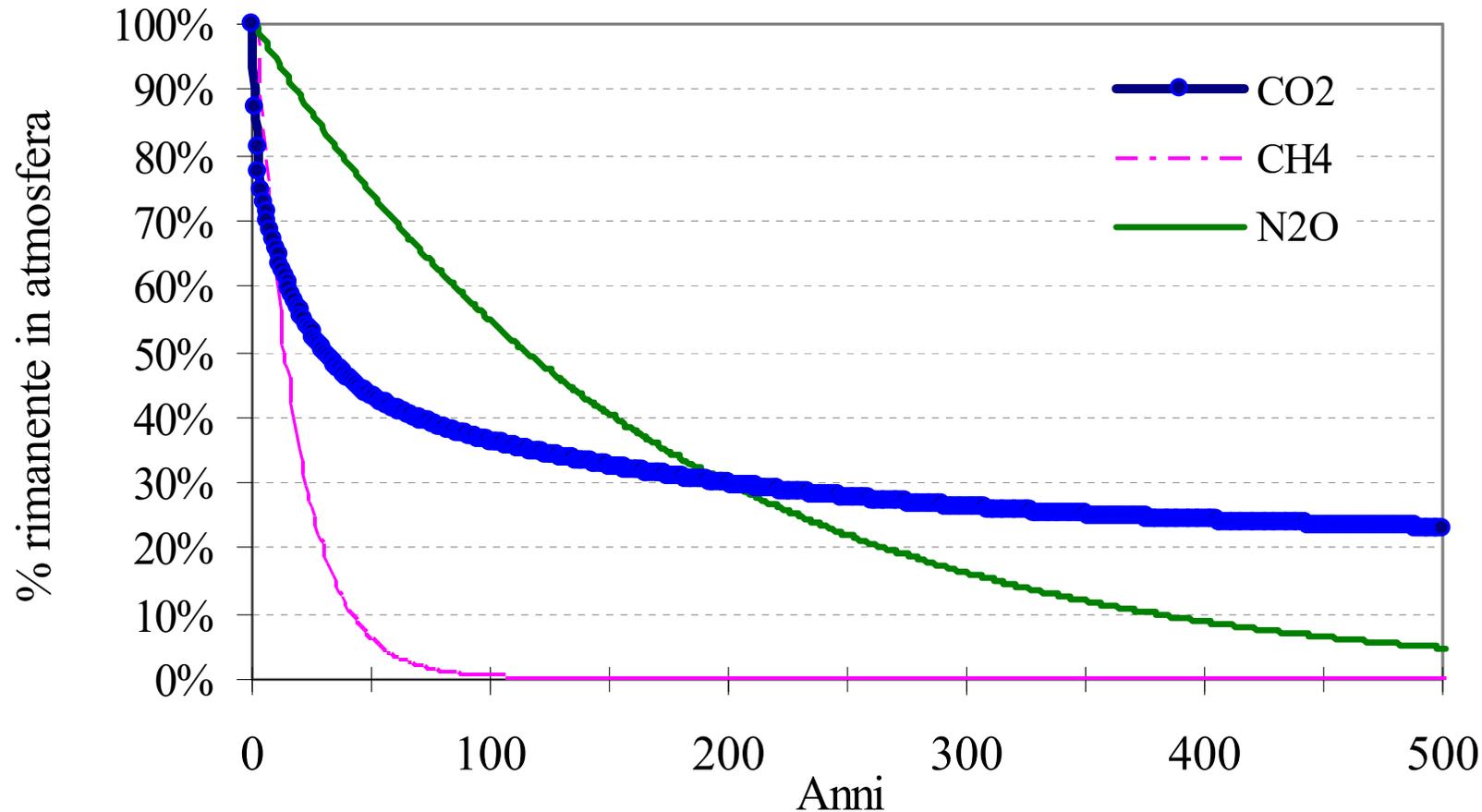
www.climalteranti.it www.caserinik.it @caserinik www.italiaclima.org



A qualcuno piace caldo
Incontro spettacolo sul clima che cambia
www.aqualcunopiacecaldo.it



Confronto fra l'andamento delle concentrazioni di CO₂, CH₄ e N₂O in atmosfera in seguito all'immissione di una quantità unitaria della sostanza al tempo t=0



Rispetto a CH₄ e N₂O, CO₂ conta di più su lungo periodo...

Per CH₄ e N₂O il processo di rimozione è descritto da un decadimento esponenziale, caratterizzato da un tempo di vita rispettivamente di 12,4 e 114 anni (AR5, WG1, Tab. 8.A.1). Altri inquinanti atmosferici, come **le polveri**, sono facilmente rimosse dall'atmosfera, in pochi giorni o un paio di settimane.

Sono disponibili molte opzioni per la rimozione della CO₂ dall'atmosfera

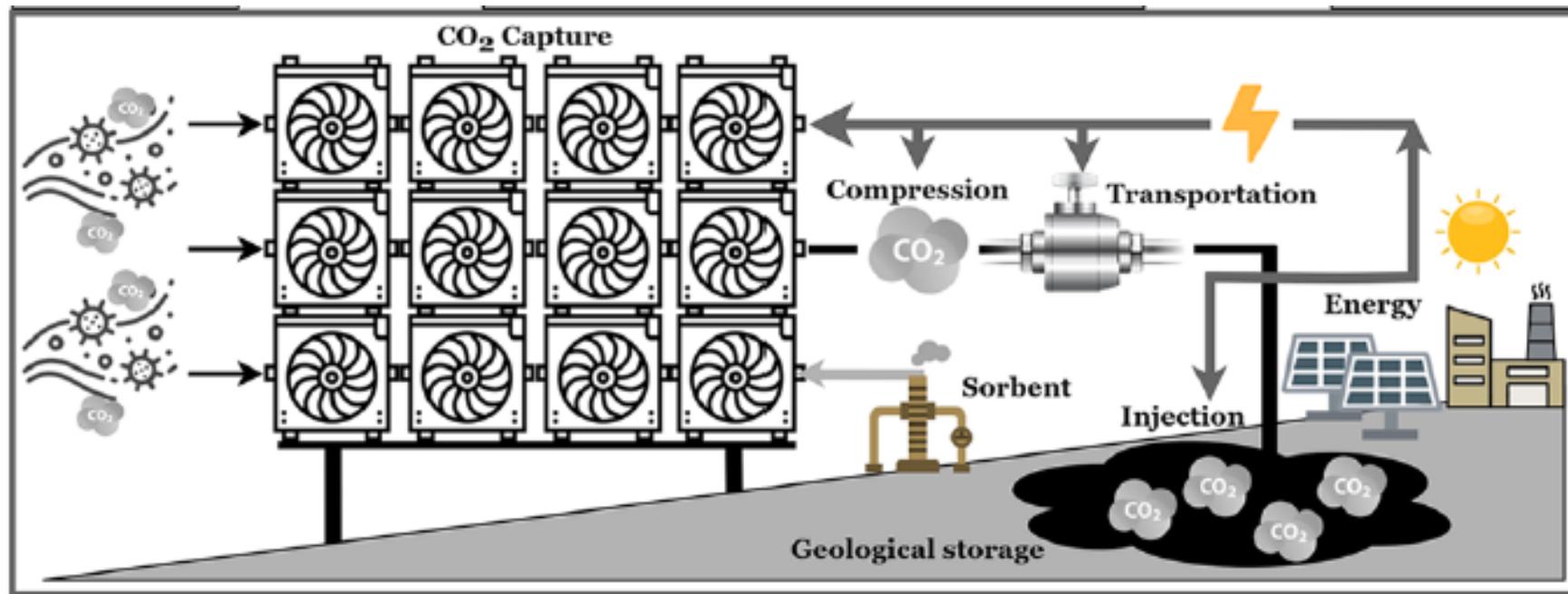
NEGATIVE EMISSION TECHNOLOGIES (NET) CARBON DIOXIDE REMOVAL (CDR) TECHNOLOGIES

- **Afforestation and reforestation**
- **Agricultural practices / Soil Carbon Sequestration**
- **Biochar**
- **Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)**
- **Direct Air Capture of CO₂ from air – and storage (DACCS)**
- **Ocean alkalization**
- **Enhanced terrestrial weathering**

Il contenuto di carbonio nei suoli agricoli può essere incrementato adottando le cosiddette pratiche di gestione raccomandate (“Recommended Management Practices”, RMP), a volte indicate col termine «Agricoltura «conservativa»



- diminuire la profondità di aratura;
- sostituire l’aratro rovesciatore con attrezzi discissori (es. scarificatore)
- ridurre la preparazione del letto di semina al rimescolamento solo dei pochi centimetri superficiali, solo al fine di utilizzare normali seminatrici: “lavorazione minima”(minimum tillage);
- eliminare ogni lavorazione meccanica superflua ed utilizzare seminatrici in grado di seminare su terreno sodo: “non lavorazione”(no tillage).
- riduzione dei consumi energetici delle lavorazioni agricole



Terlow et al., 2021

Four startup companies are differentiated by the air contactor design and the regeneration process

<p>Carbonengineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cross flow slab-geometry packed structure with Kalium hydroxide solution • Regenerated by high temperature heat 	<p>Climeworks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amine containing fiber structure • Regenerated with low temperature heat 	<p>Global Thermostat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porous ceramic blocks coated with amine • Regenerated with low temperature heat 	<p>Lackner (Kilimanjaro)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anionic exchange resin • Regenerated by drying in air