

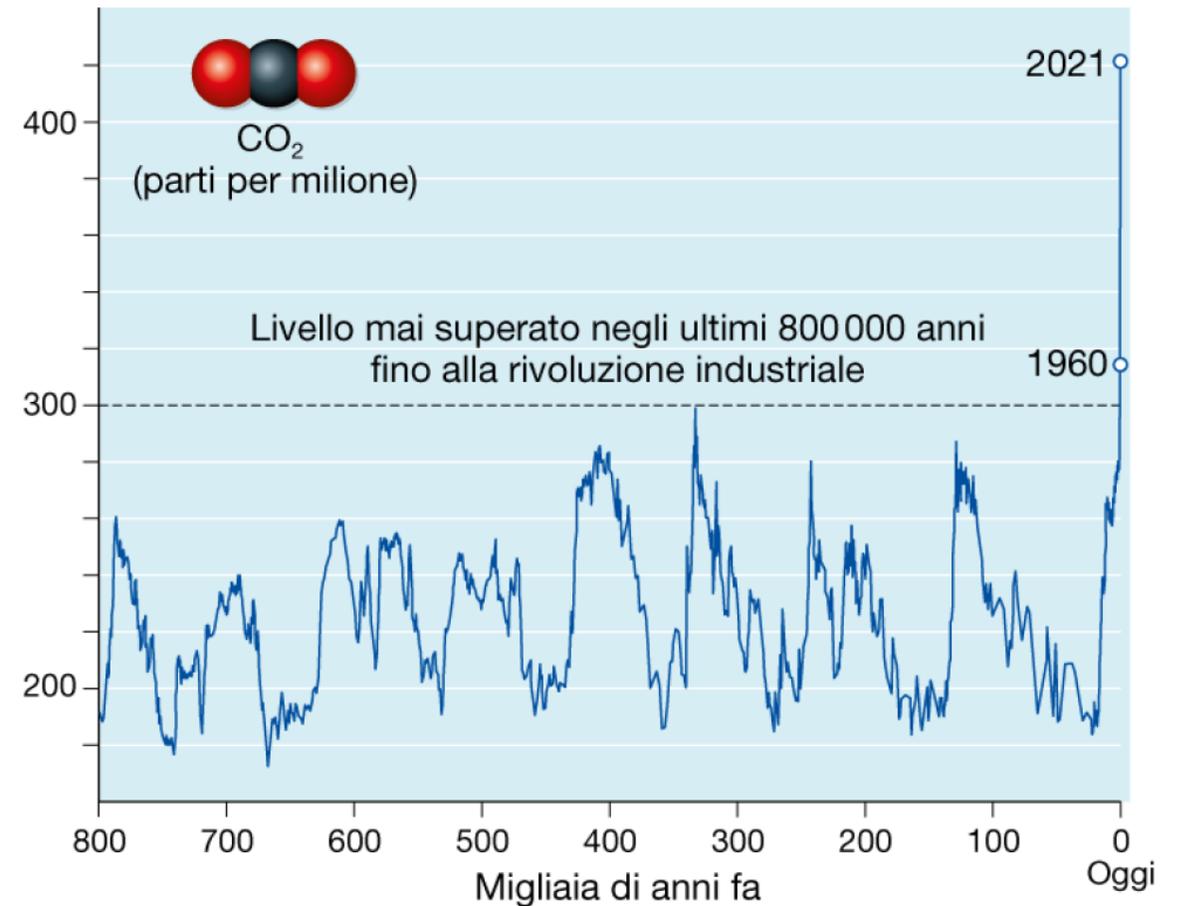
L'aumento di CO₂ dal passato ad oggi

Le trivellazioni effettuate nell'ambito del progetto di ricerca europeo EPICA hanno raggiunto strati di ghiaccio formatisi 800.000 anni fa e hanno evidenziato che mai, fino alla Rivoluzione industriale dell'Ottocento, nell'aria ci sono state più di 300 parti per milione di CO₂.

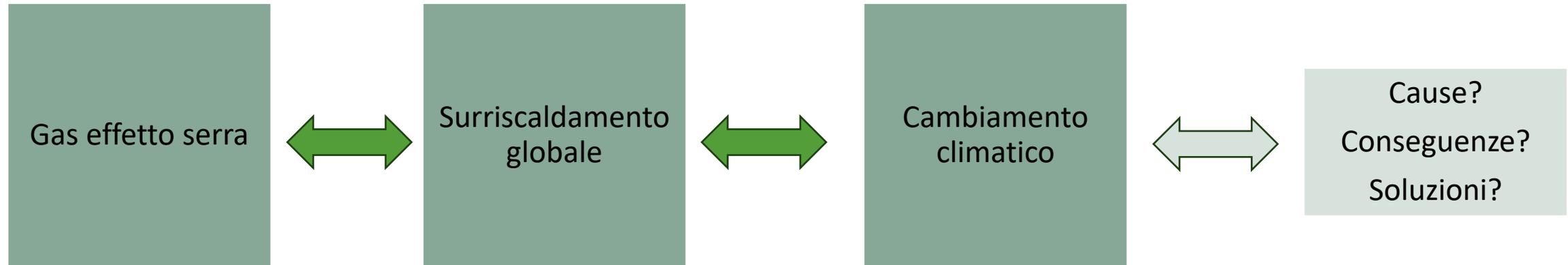
La parte finale della curva mostra cosa è accaduto negli ultimi 150 anni (gli ultimi 60 sono misurati anche dalla curva di Keeling): la concentrazione è aumentata in un tempo brevissimo rispetto alla normale scala dei tempi delle oscillazioni associate alle ere glaciali

Oggi l'atmosfera contiene più di 400 ppm di CO₂ → l'anidride carbonica rappresenta lo 0,04% dell'aria

Metano: +10% negli ultimi 30 anni. Oggi ci sono meno di 2 ppm di metano (0,0002%); la sua concentrazione è 200 volte minore della CO₂, ma è 25 volte più efficiente come gas-effetto serra.



Quali sono i collegamenti?



Il Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC)

Centinaia di gruppi di ricercatori nel mondo producono ogni anno migliaia di ricerche sul cambiamento climatico, poi sottoposti al vaglio critico di scienziati esperti (metodo detto di *peer review* = revisione tra pari)

L'IPCC (= *Intergovernmental Panel on Climate Change*) è l'organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici

È stato creato nel 1988 dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP).

Attualmente conta 195 Paesi membri

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
climate change



L'IPCC e le sue attività

Esamina in modo onnicomprensivo, obiettivo, aperto e trasparente le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche prodotte nel mondo nel campo del clima e cambiamenti climatici

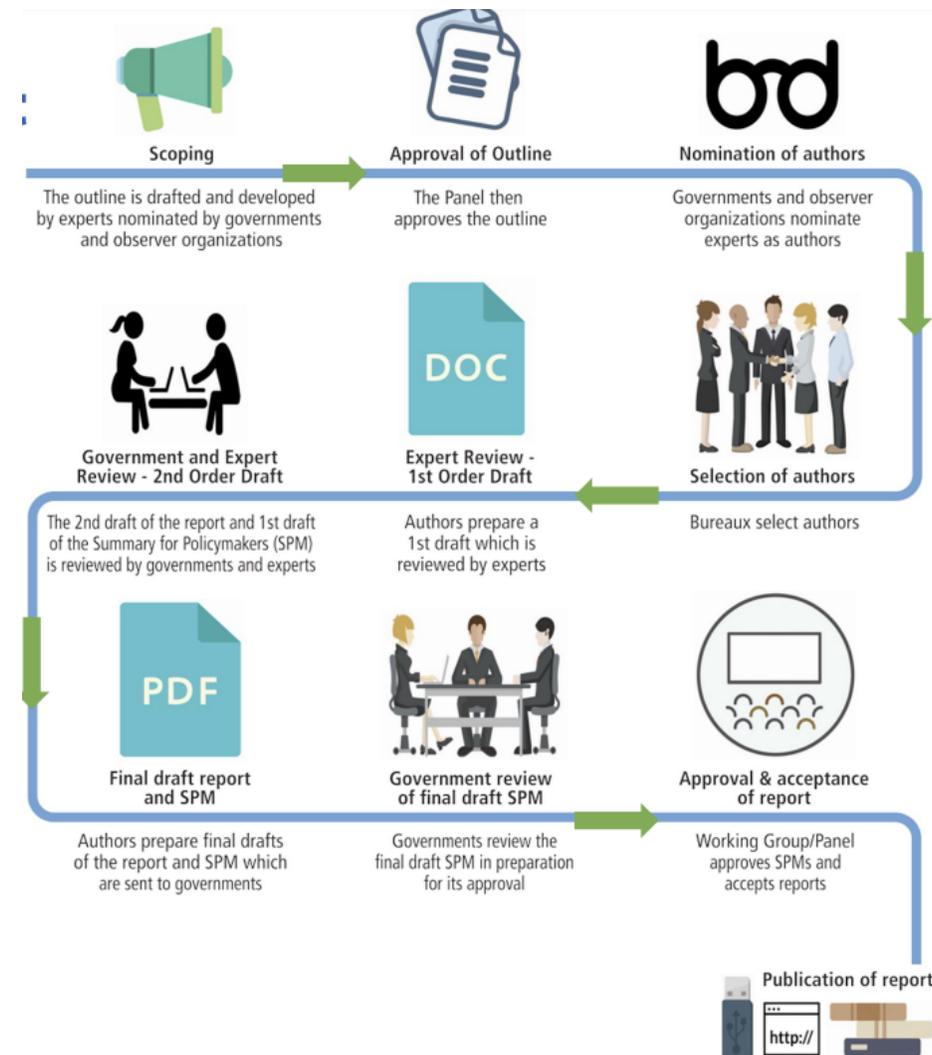
Produce periodicamente **Rapporti di Valutazione** scientifica sullo stato delle conoscenze (Assessment Reports), nonché Rapporti Speciali e Articoli tecnici su argomenti di interesse scientifico.

Tutti i rapporti passano attraverso un rigoroso processo di ricerca, redazione e revisione per garantire la massima qualità →

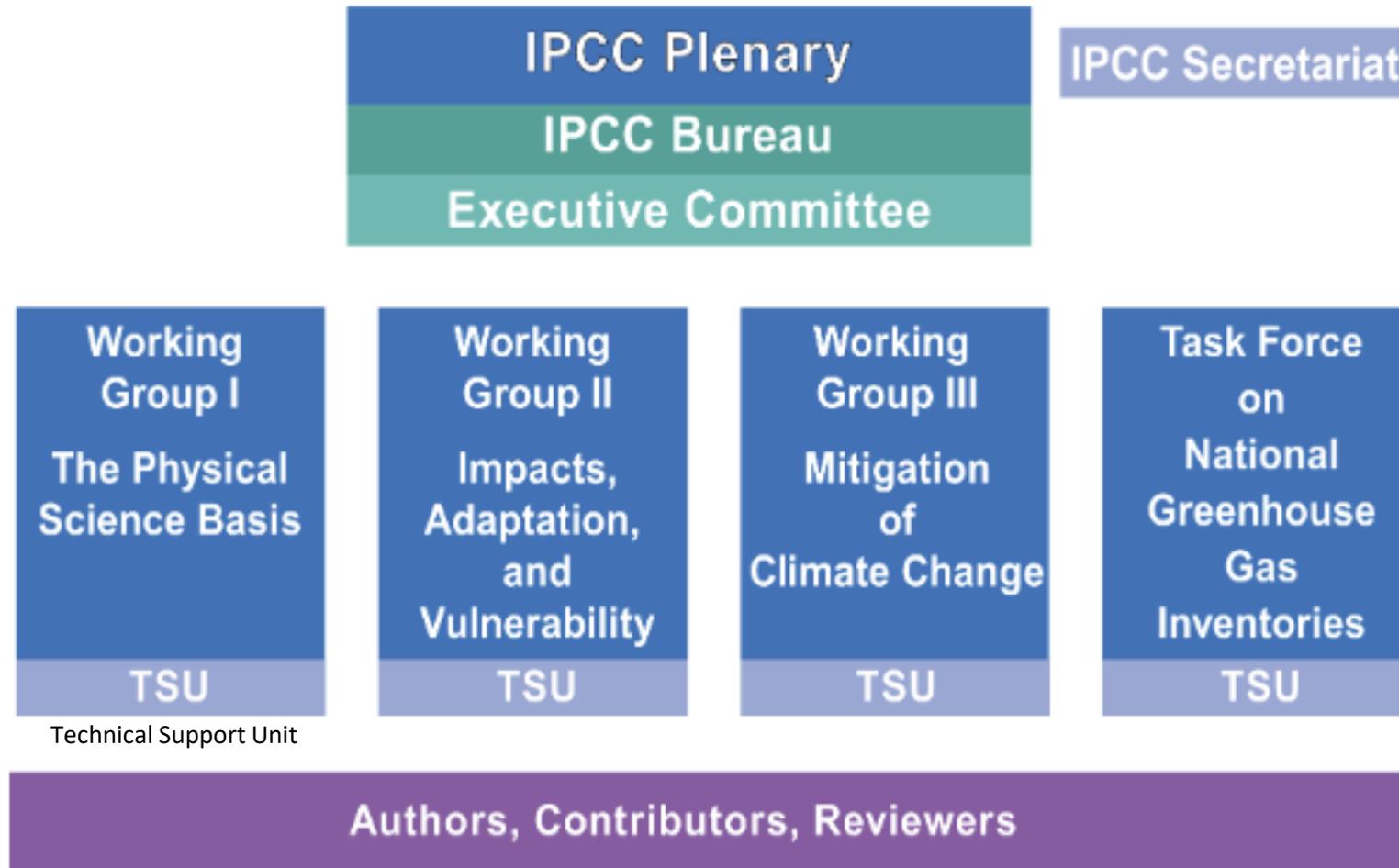
Migliaia di ricercatori contribuiscono al lavoro dell'IPCC su base volontaria

Ogni governo ha un Focal Point IPCC che coordina le attività relative all'IPCC nel proprio Paese. <https://ipccitalia.cmcc.it/>

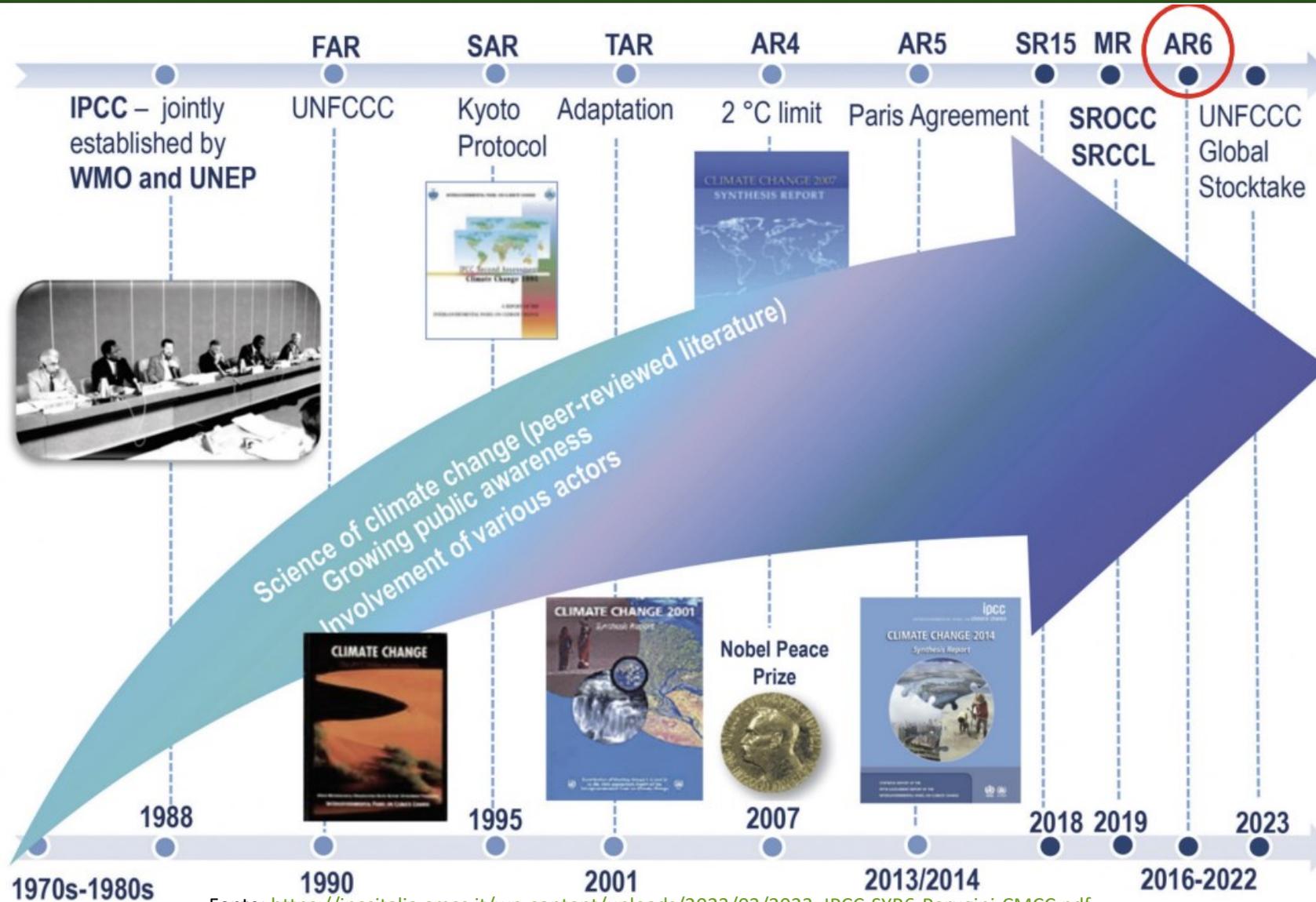
Fonte: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2023/03/2023_IPCC-SYR6-Perugini-CMCC.pdf



La struttura dell'IPCC: i gruppi di lavoro



L'IPCC nel tempo



Fonte: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2023/03/2023_IPCC-SYR6-Perugini-CMCC.pdf



Il Focal Point IPCC per l'Italia: le attività

Il Focal Point Nazionale IPCC è il punto di incontro tra l'IPCC, la comunità scientifica e l'opinione pubblica nazionale al fine di favorire il mutuo scambio di informazioni sulle attività in corso.

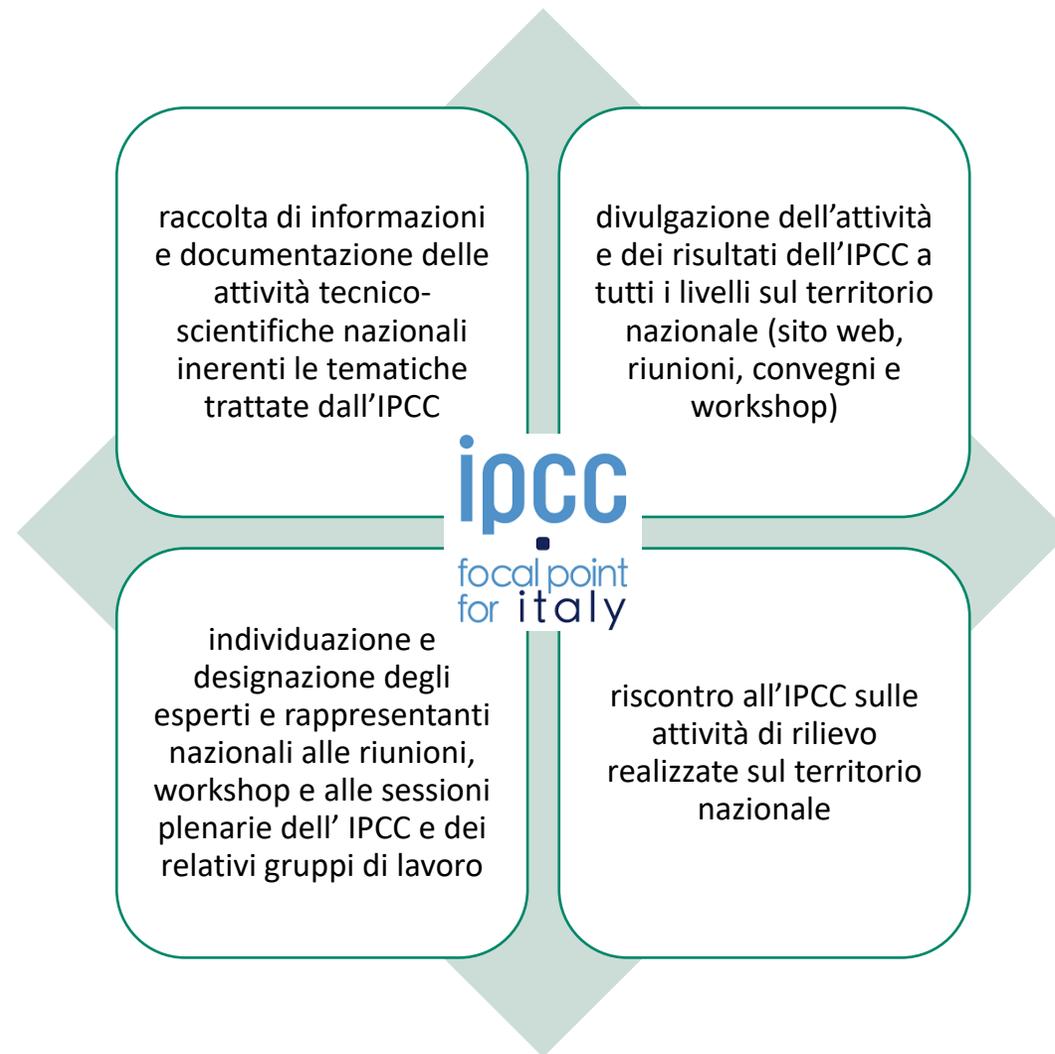
Il Focal Point Nazionale IPCC partecipa alle sessioni plenarie e agli incontri dell'IPCC, rappresenta l'IPCC nel proprio paese e svolge attività di comunicazione e divulgazione riguardo alle attività dell'IPCC.

L'attività di Focal Point IPCC per l'Italia è svolta dal 2006 presso il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

<https://ipccitalia.cmcc.it/il-focal-point-ipcc-per-litalia/>



Fonte: https://files.cmcc.it/ar6/wg2/ar6_wg2_navarra_ita.pdf



Presentazione IPCC

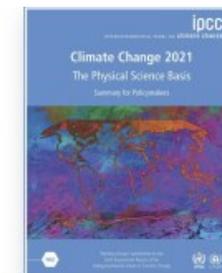


L'ultimo Rapporto di Sintesi (AR6)

L'ultimo Rapporto di Sintesi (2023), ovvero il sesto (AR6), integra i risultati degli ultimi report dei 3 gruppi di lavoro e dei 3 rapporti speciali →

E' diviso in 3 sezioni per favorire l'integrazione dei contenuti e fornire un'analisi completa:

- 1) Stato attuale e tendenze
- 2) Cambiamenti climatici futuri, rischi e risposte a lungo termine
- 3) Risposte a breve termine

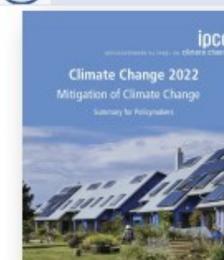
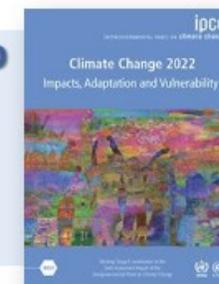


WGI – Basi scientifiche

14000 Pubblicazioni
234 Autori
+78 000 Commenti

WGII-Impatti, adattamento

Pubblicazioni → 34 000
Autori → 270
Commenti → +62 000



WGIII - Mitigazione

Pubblicazioni → 18 000
Autori → 278
Commenti → +59 000

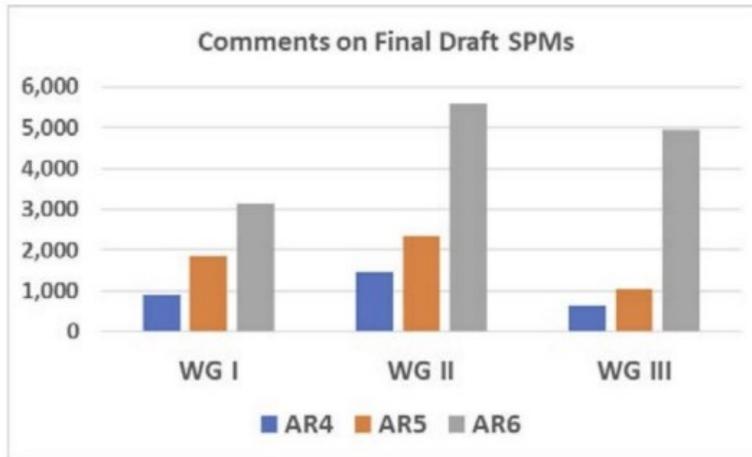
Sesto rapporto IPCC → <https://ipccitalia.cmcc.it/ar6-sesto-rapporto-di-valutazione/>

Fonte: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2023/03/2023_IPCC-SYR6-Perugini-CMCC.pdf



Pubblicazioni e revisioni del Rapporto

Numero di revisioni nei vari rapporti



Fonte: Carbon Brief

Attenzione scientifica in aumento

Volume di pubblicazioni sul cambiamento climatico

Il volume della letteratura scientifica è in crescita esponenziale (raddoppia ogni 5 anni)

Migliore conoscenza delle cause e impatti

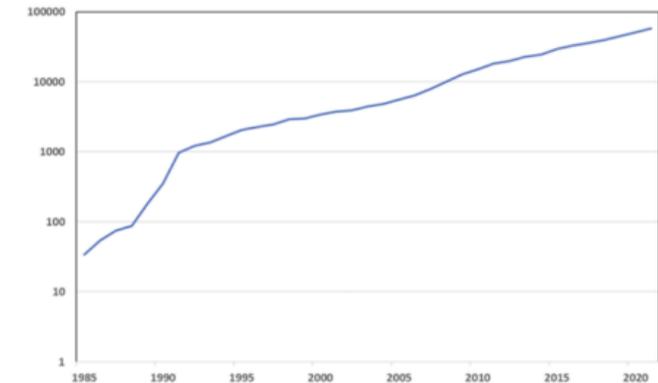


Figure 1: Volume of scientific literature on climate change (logarithmic scale)
Source: Web of Knowledge



Messaggi principali del rapporto



GRAVITÀ

2011-2020: la temperatura superficiale globale ha raggiunto 1,1°C di incremento rispetto 1850-1900

Danni e perdite irreversibili in ecosistemi terrestri, costieri e oceanici, d'acqua dolce, sulla criosfera. Al di sopra di questo livello, molti ecosistemi non potranno più adattarsi ai cambiamenti.



URGENZA

A livello globale dobbiamo correggere le traiettorie emissive e raggiungere il picco delle emissioni entro il 2025, dimezzandole entro il 2030

Maggiori saranno l'entità e la durata del superamento di +1.5°C, più gli ecosistemi e le società saranno esposti a impatti e rischi maggiori e diffusi.



SPERANZA

Il rapporto presenta una varietà di soluzioni in settori specifici e non, con benefici promettenti.

Aumento degli investimenti di 3-6 volte → i benefici sono maggiori dei costi legati ad azioni ritardate

**AZIONE NECESSARIA A TUTTI I LIVELLI
OGNUNO DI NOI PUÒ CONTRIBUIRE**



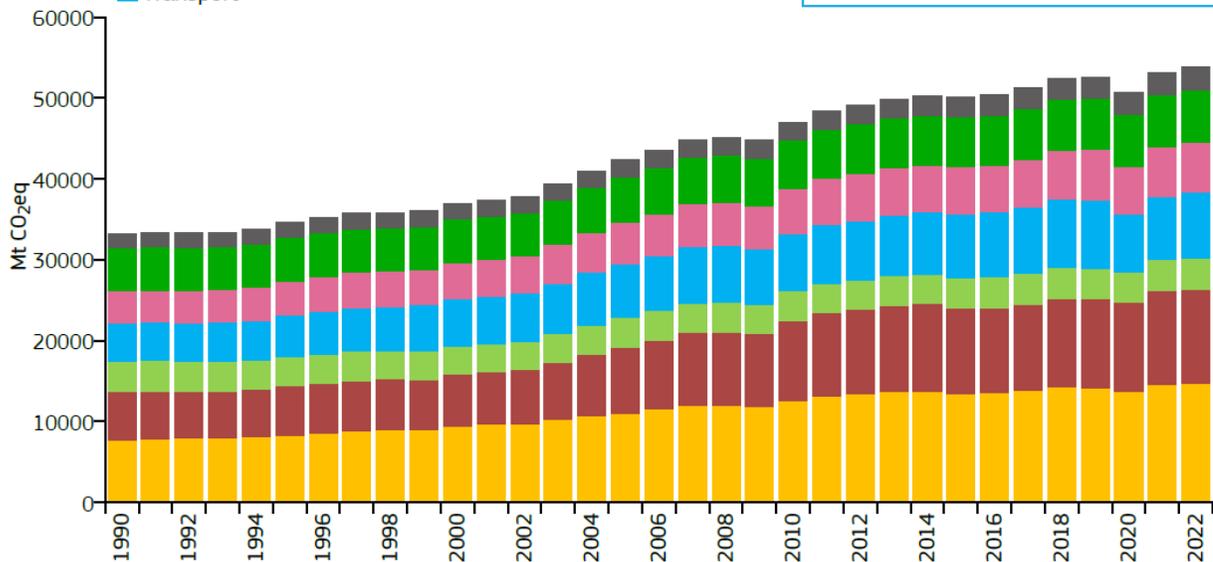
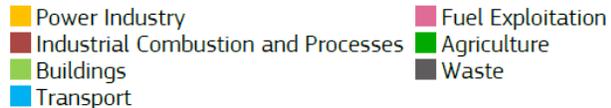
I gas serra: da dove arrivano?



I gas serra: da dove arrivano? Dati medi globali

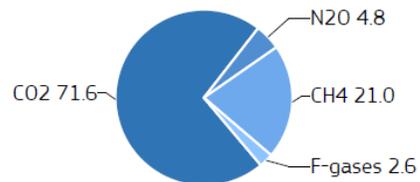
WORLD

GHG emissions by sector



Year	GHG emissions Mt CO ₂ eq/yr	GHG emissions per capita t CO ₂ eq/cap/yr	GHG emissions per unit of GDP PPP t CO ₂ eq/kUSD/yr	Population
2022	53786.039	6.762	0.386	7.954G
2015	50134.384	6.792	0.436	7.381G
2005	42318.428	6.470	0.515	6.540G
1990	33268.121	6.242	0.641	5.330G

GHG % in 2022



2022 vs 1990

2022 vs 2005

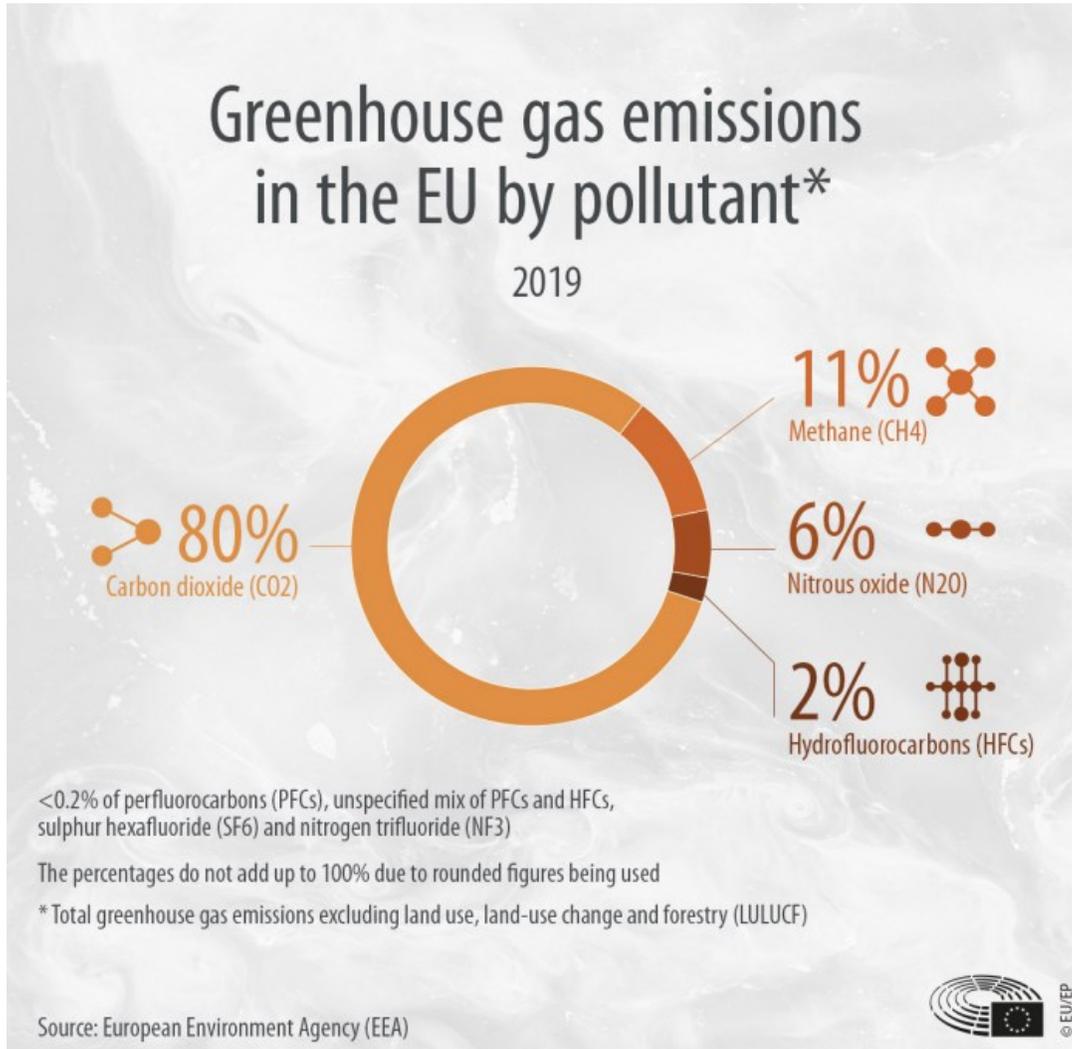
2022 vs 2021



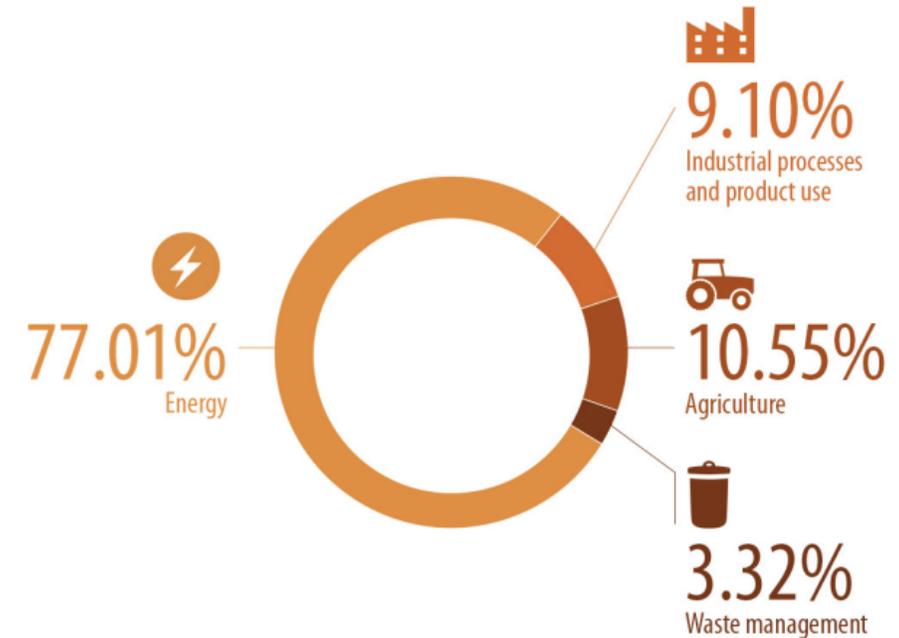
Fonte: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023



I gas serra: da dove arrivano? Dati medi Europei



Greenhouse gas emissions in the EU by sector* in 2019



* All sectors excluding land use, land-use change and forestry (LULUCF)
The percentages do not add up to 100% due to rounded figures being used

Source: European Environment Agency (EEA)



Greenhouse gas emissions in the EU by sector

Fonte: https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/3/story/20180301STO98928/20180301STO98928_en.pdf



Ecco perché...

Il Sindaco Michele Guerra ha firmato l'ordinanza di **riduzione del periodo di esercizio degli impianti termici a combustione ad uso riscaldamento**.

In particolare l'ordinanza prevede:

- il posticipo dell'accensione al 22 ottobre 2023 e l'anticipo dello spegnimento all'8 aprile 2024;
- la riduzione del periodo di funzionamento per un massimo di 13 ore giornaliere comprese tra le ore 5 e le ore 23 di ciascun giorno;
- la riduzione di 1°C della temperatura dell'aria indicata all'art. 3 comma 1, del DPR n. 74/2013, come recepito dal Regolamento Regionale 3 aprile 2017 N. 1, ossia 19°C + 2°C di tolleranza per tutti gli edifici ad esclusione di quelli indicati nella medesima DGR al punto 7 comma 1 lettera a), ovvero esclusi quelli adibiti ad attività industriali, artigianali e assimilabili il cui limite rimane invariato a 18°C + 2°C di tolleranza per gli edifici adibiti ad attività industriali, artigianali e assimilabili.

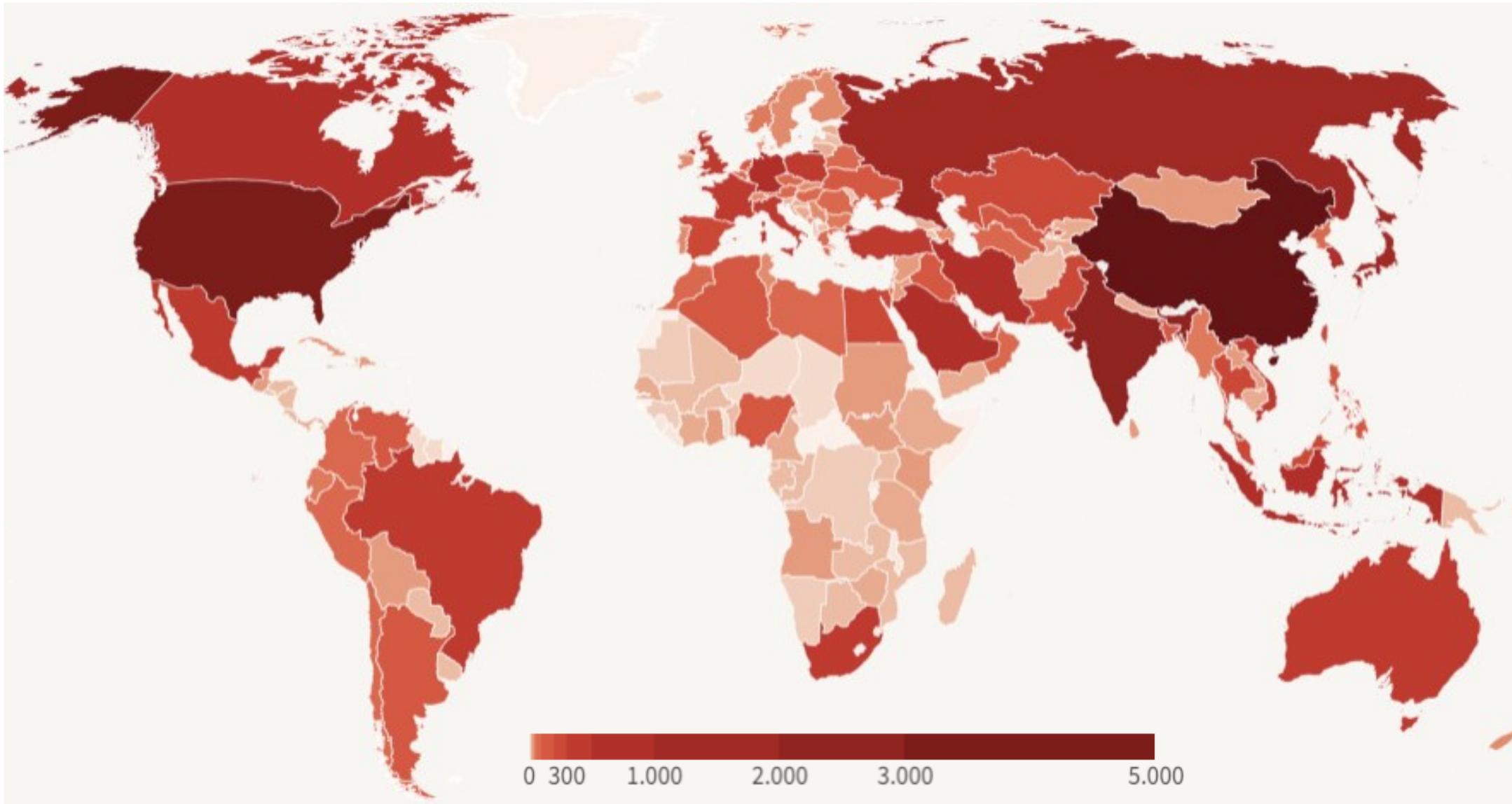
Le motivazioni alla base del provvedimento tengono conto delle temperature **sensibilmente al di sopra della media stagionale** registrate a Parma dalle stazioni meteorologiche di ARPAE Emilia-Romagna e della particolare attenzione dell'Amministrazione ai temi della **sostenibilità ambientale**.

Sostenibilità ambientale. Il Comune di Parma è sensibile ai temi della sostenibilità ambientale, della tutela ambientale e della qualità dell'aria e ha intrapreso da anni azioni volte a mitigare le emissioni climalteranti e a migliorare l'adattamento del territorio rispetto alle pressioni negative dei cambiamenti climatici, anche attraverso l'approvazione del Piano d'Azione per l'energia sostenibile ed il Clima - PAESC del 2021. Parma è tra le 100 città europee selezionate nella Cities Mission delle città intelligenti e a impatto climatico zero entro il 2030 della Commissione Europea. Va considerato che gli impianti termici a uso civile rappresentano una delle principali fonti di emissione di inquinanti atmosferici locali.

- <https://www.comune.parma.it/it/novita/avvisi/posticipo-accensione-riscaldamento>



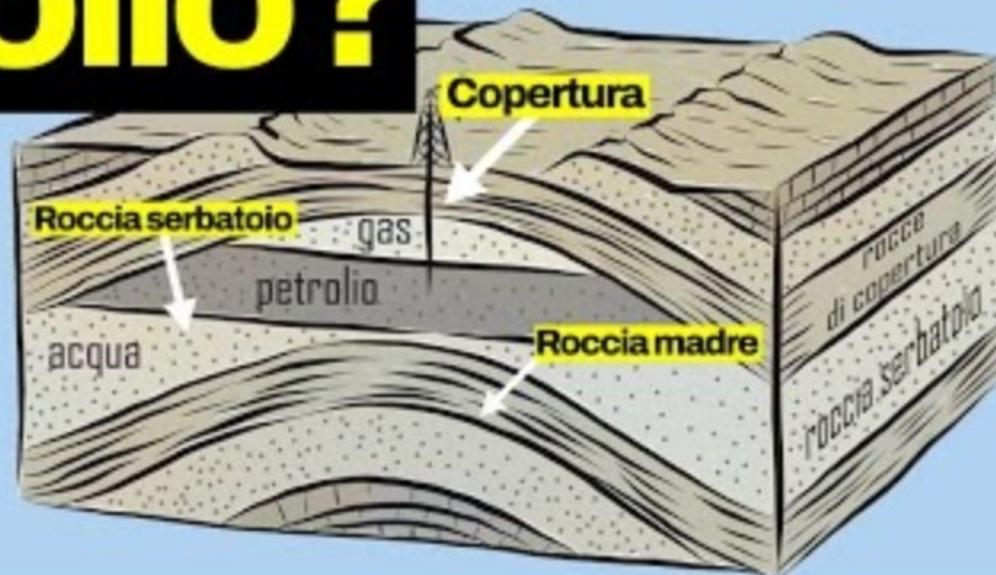
I responsabili delle emissioni



I combustili fossili: esempio del petrolio

Come si forma il

petrolio?



6° Report IPCC: Impatti, Adattamento e vulnerabilità (WGII)

Nell'edizione 2022, che segue quella pubblicata nel 2014, l'IPCC WG2 valuta lo stato attuale delle conoscenze considerando:



Impatti dei cambiamenti climatici (sia a scala globale che regionale) su ecosistemi, società, infrastrutture, settori produttivi, culture, città e insediamenti



Vulnerabilità e rischi futuri sulla base di differenti scenari (definiti anche “percorsi” - pathways) di sviluppo socioeconomico



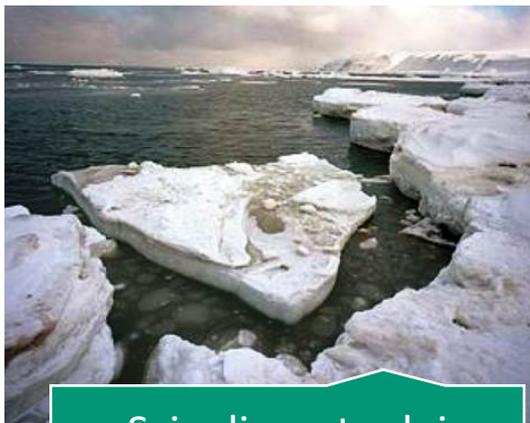
Opzioni di adattamento in atto e future, loro efficacia, fattibilità e limitazioni



Relazioni fra adattamento, livello di mitigazione e gli obiettivi dello sviluppo sostenibile (SDGs - Sustainable Development Goals)



Alcuni fatti e conseguenze del cambiamento climatico



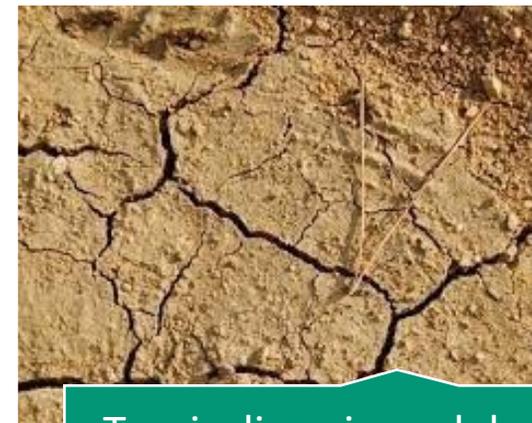
Scioglimento dei ghiacciai



Innalzamento del livello del mare



Perdita della biodiversità



Tropicalizzazione del clima



Perturbazioni atmosferiche intense



Carestie alimentari ed idriche



Rischi per la salute



Conseguenze economiche



6° Report IPCC: Impatti, Adattamento e vulnerabilità (WGII)

Focus su Europa e Mediterraneo:



Fonte: https://files.cmcc.it/ar6/wg2/ar6_wg2_lionello_ita.pdf



6° Report IPCC: Impatti, Adattamento e vulnerabilità (WGII)

Gli impatti dei cambiamenti climatici sono già evidenti e crescenti su:



Previsioni:

La regione Mediterranea (sia terrestre che marina) continuerà a riscaldarsi, soprattutto in estate.

La regione diventerà più arida per effetto combinato della diminuzione della precipitazione e dell'aumento dell'evapotraspirazione.

In alcune aree della parte settentrionale le precipitazioni estreme aumenteranno.

Il livello del mare aumenterà seguendo l'aumento del valore medio globale. L'aumento sarà irreversibile e progressivo su scale plurisecolari.

Ulteriori approfondimenti: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2023/03/Lionello_SYR.pdf



6° Report IPCC: Impatti, Adattamento e vulnerabilità (WGII)

L'IPCC identifica 4 categorie di rischi-chiave per l'Europa:

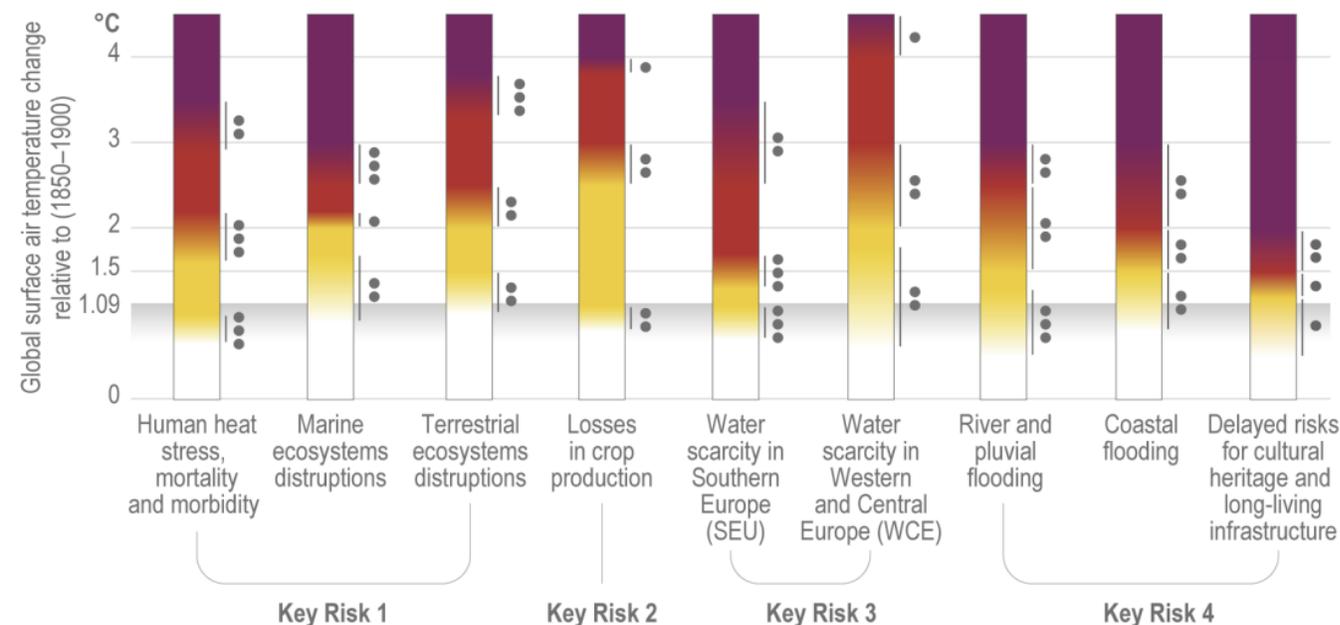
1. Rischi di causati da ondate di calore su popolazioni (decessi) e ecosistemi terrestri e marini (riduzione degli habitat, perdita di biodiversità);

2. Rischi per la produzione agricola a causa di una combinazione di caldo e siccità;

3. Rischi di scarsità di risorse idriche nell'Europa meridionale che per un GWL di 3°C interessa anche l'Europa centro occidentale;

4. Rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni costiere, fluviali, pluviali.

Key risks for Europe under low to medium adaptation



The ember colour gradient indicates the level of additional risk to society and ecosystems as a function of global temperature change. Confidence is provided for the change of risk level at given temperature ranges.

I rischi aumentano con l'aumento della temperatura media globale dell'aria in prossimità della superficie rispetto al periodo preindustriale

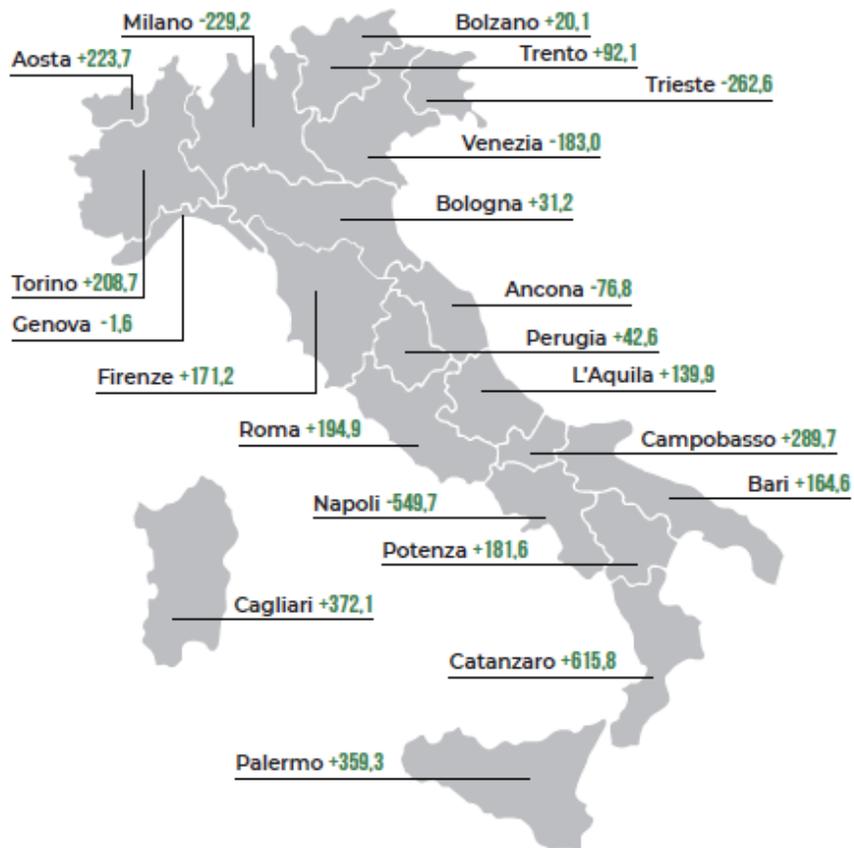
Ulteriori approfondimenti: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2023/03/Lionello_SYR.pdf



Fatti e conseguenze del cambiamento climatico

URAGANI E SICCAITÀ: IL CLIMA È IMPAZZITO

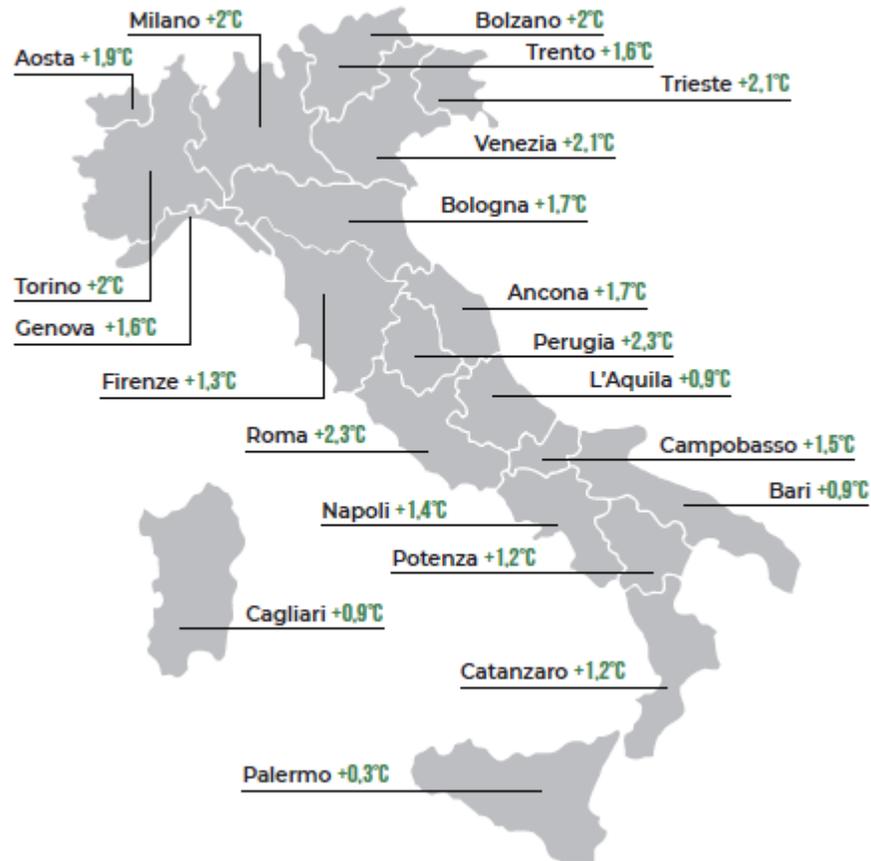
Variazione 2018 della precipitazione media in mm nei capoluoghi di regione rispetto al valore climatico 1971-2000



Fonte: ISTAT, Temperatura e precipitazioni nelle città, 2020

TRA PALAZZI E ASFALTO L'ESTATE DURA 133 GIORNI

Aumento della temperatura media 2018 nei capoluoghi di regione rispetto al valore climatico 1971-2000



Fonte: ISTAT, Temperatura e precipitazioni nelle città, 2020

<https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/Ecosistema-Urbano-2020.pdf>



Altre conseguenze sugli oceani: la corrente del Golfo

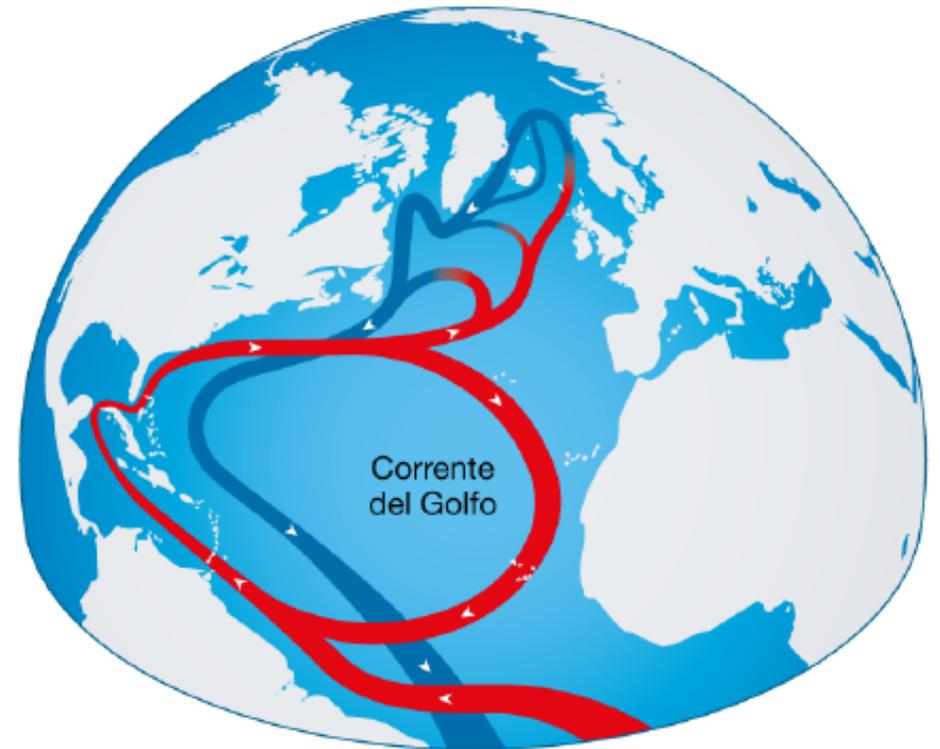
Le correnti oceaniche che trasportano calore dai tropici verso i poli

Circolazione termoalina (dipende dalla temperatura e dalla salinità dell'acqua di mare): acqua più fredda e acqua più salata sono più dense e tendono a scendere in profondità.

La corrente del Golfo si mantiene perché nel Nord atlantico l'acqua fredda affonda e poi è riportata verso sud da un flusso che circola in profondità

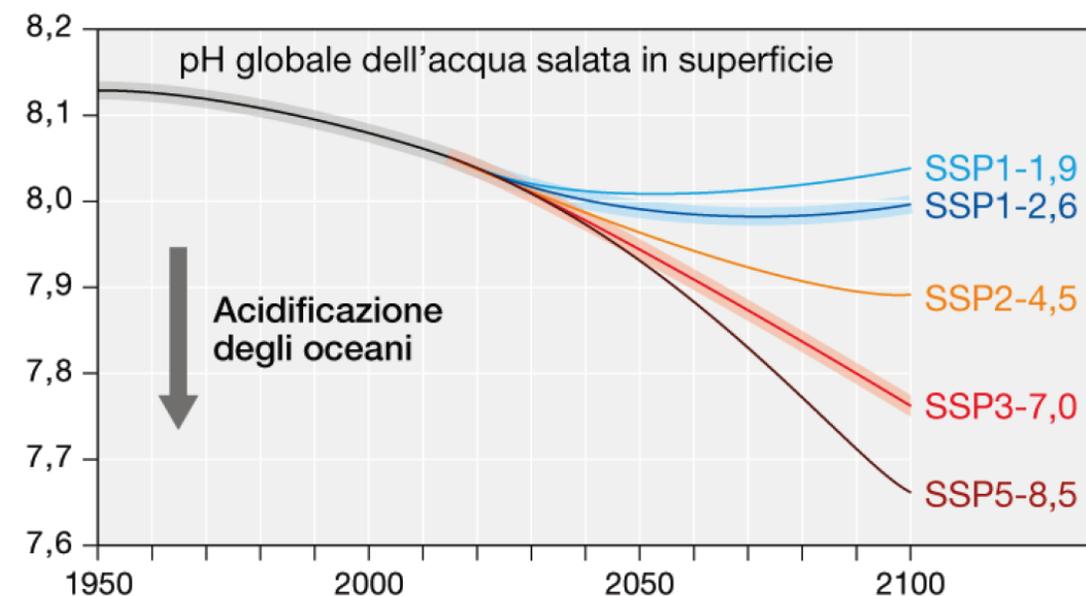
Le temperature elevate favoriscono la fusione dei ghiacci in Groenlandia e conseguente immissione nell'oceano di acqua dolce, riducendo la salinità e la densità dell'acqua.

Il meccanismo che oggi mitiga il clima nel Nord Europa potrebbe arrestarsi



Altre conseguenze sugli oceani: l'acidificazione

- Le proprietà chimiche degli oceani stanno cambiando: 1/3 delle emissioni di CO₂ è assorbito dall'acqua di mare, in cui aumenta la concentrazione di acido carbonico
- Il pH in superficie (normalmente alcalino) in 50 anni è diminuito di 1/10 → acidificazione degli oceani
- L'acqua acida scioglie il calcare, rendendo complicata la vita per gli organismi che si proteggono con gusci o conchiglie di carbonato di calcio (molluschi, coralli e parte dei microorganismi che formano il plancton)
- L'acidificazione potrà arrestarsi se si riduce la CO₂ in atmosfera. Secondo gli altri scenari invece il fenomeno proseguirà e diventerà più estremo.
- Barriere coralline minacciate dal riscaldamento: se la T dell'acqua aumenta espellono le zooxantelle (alghe che vivono in simbiosi nei loro tessuti e che con la fotosintesi li aiutano a nutrirsi): i coralli diventano bianchi e meno resistenti.
- Lo sbiancamento dei coralli ha fatto morire 1/3 della Grande Barriera Corallina Australiana



Come si cerca di prevedere il clima del futuro?

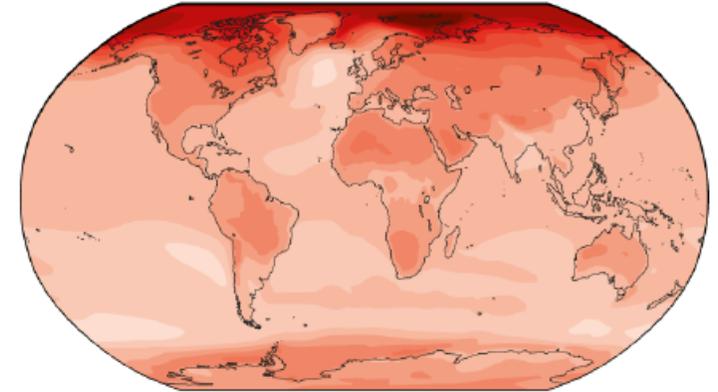
I ricercatori formulano modelli matematici. Sistemi di equazioni differenziali che possono descrivere le variazioni di: temperatura, composizione e umidità dell'aria, temperatura e salinità degli oceani, direzione e velocità dei venti e delle correnti oceaniche, la formazione delle nubi alle diverse quote nella troposfera e la relativa albedo, etc.

Risolviendo queste equazioni si può simulare l'evoluzione del clima a partire dalle condizioni attuali. I modelli teorici sono tarati e verificati riproducendo anche i cambiamenti climatici del passato.

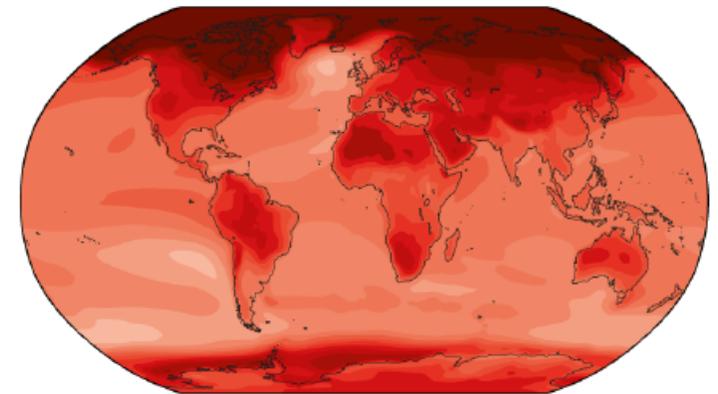
Per prevedere l'evoluzione futura del clima, bisogna poi fare ipotesi su come certe variabili possono cambiare, producendo diversi scenari. Al 2100 sono stati ipotizzati 5 scenari corrispondenti a 5 traiettorie socio-economiche dell'umanità (SSP, *Shared Socioeconomic Pathway*)

A prescindere dagli scenari considerati, tutti gli scienziati concordano:
più emissioni = più riscaldamento →

Simulazione con aumento di 2 °C



Simulazione con aumento di 4 °C



Variazione della temperatura media annuale (°C) rispetto al valore medio nel periodo 1850-1900



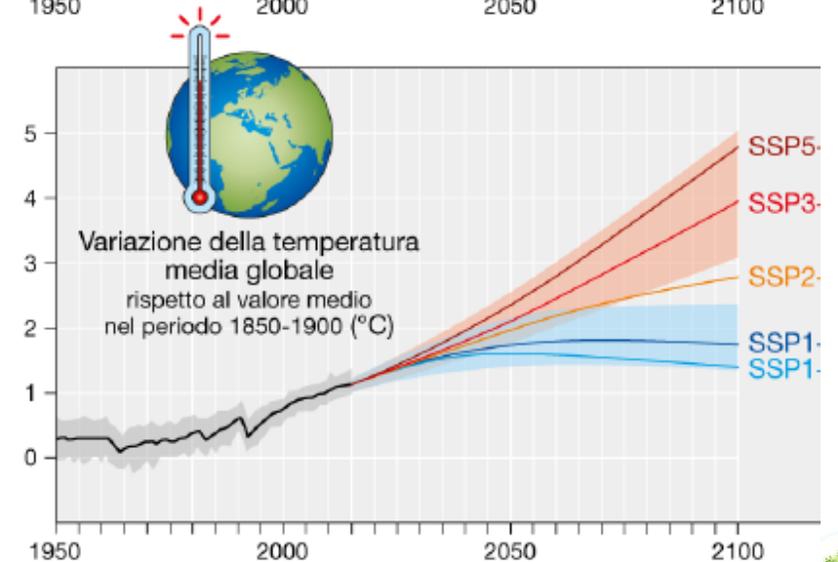
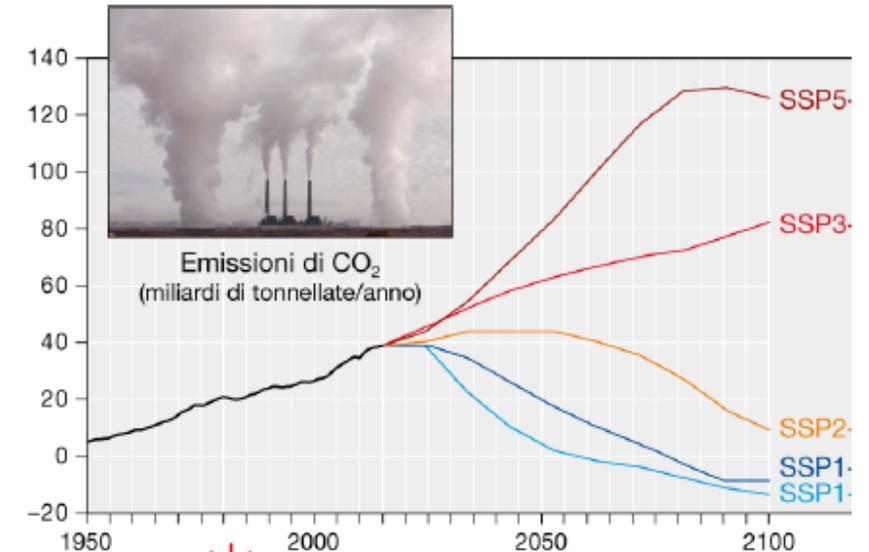
Gli scenari futuri

Andamento delle emissioni future:

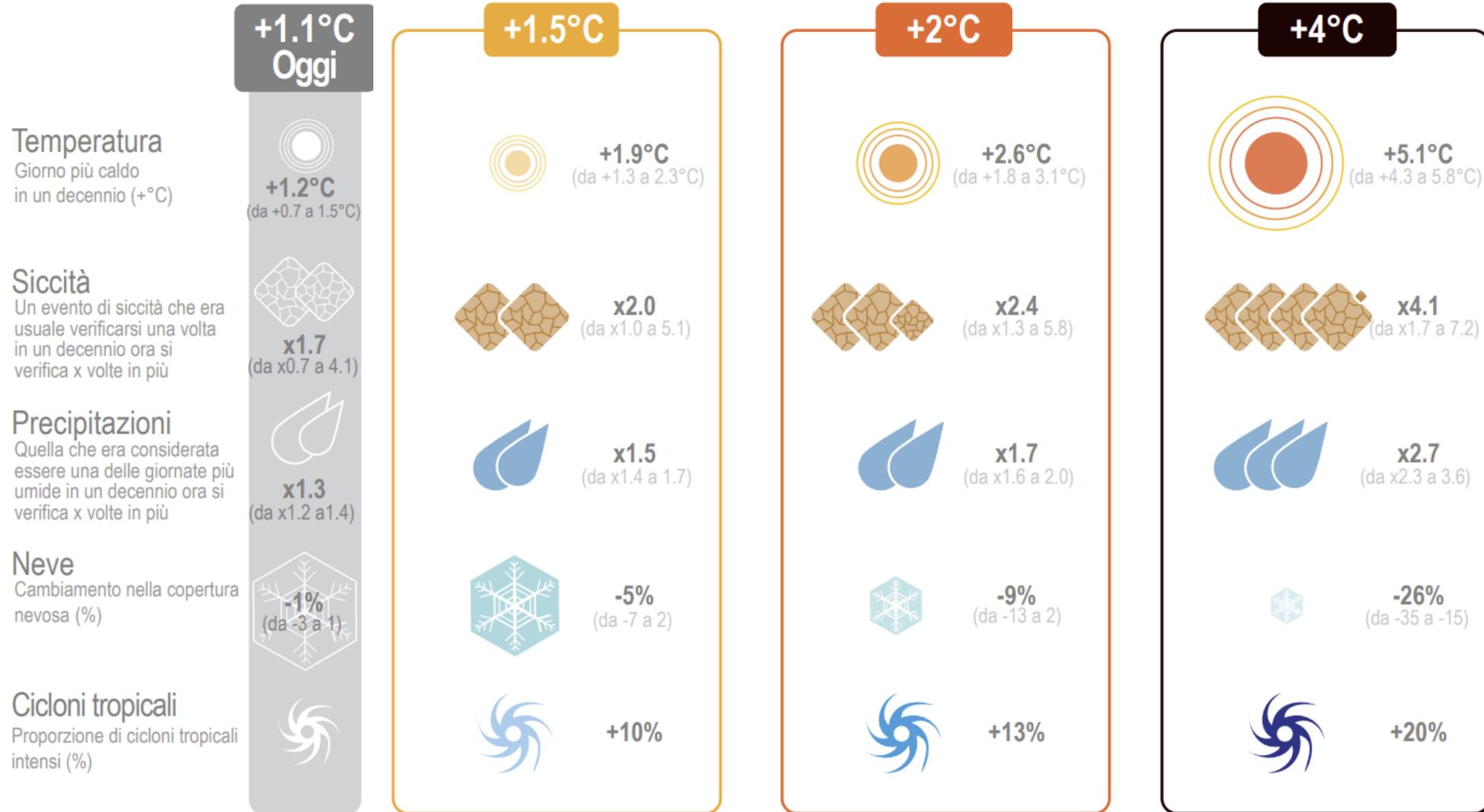
- Ipotesi pessimistica: emissioni triplicate; diminuzione al 2080 (curva in alto)
- Ipotesi molto ottimistica: drastico calo emissioni nei prossimi anni, arrivando al 2050 con emissioni negative (si riesce a rimuovere CO₂ dall'atmosfera).
- Ipotesi intermedie: aumento continuo ma graduale di emissioni (curva rossa); aumento iniziale con inversione di rotta al 2050 (gialla); diminuzione continua ma più graduale (blu).

Aumento temperatura media globale rispetto 1850-1900 previsto dagli scenari:

- Scenario pessimistico: aumento +5°C al 2100
- Scenario molto ottimistico: surriscaldamento frena; T media arriva a +1,5°C e poi diminuisce dal 2050
- Scenari intermedi: l'aumento T può rimanere limitato a 2°C oppure crescere senza sosta fino a 4°C nel 2100



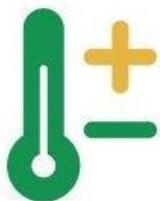
Cosa accadrebbe se la temperatura si alzasse ancora?



Educare le persone alla realtà del cambiamento climatico



La soluzione: gli Accordi di Parigi



Soglia per il riscaldamento globale (gradi centigradi tollerabili in più, rispetto alla temperatura media del mondo in età preindustriale)

sotto i **2 gradi** d'obbligo

sforzi **fino a 1,5**



Riduzione delle emissioni di CO2 (anidride carbonica)

"equilibrio fra emissioni da attività umane e rimozioni di gas serra"

entro la seconda metà del XXI secolo
(ma "picco da raggiungere il più presto possibile")

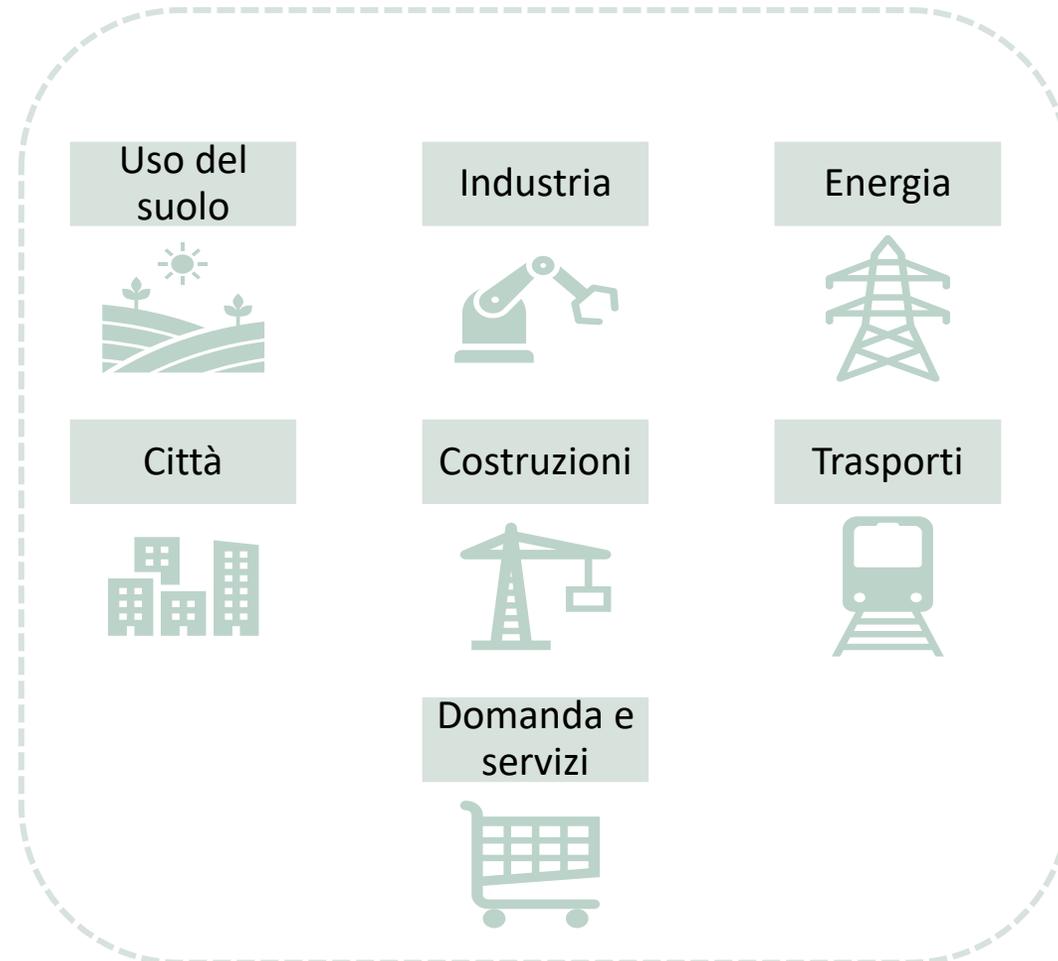


La mitigazione: soluzioni per settore



Oggi disponiamo di soluzioni e tecnologie in tutti i settori per ridurre le emissioni in modo significativo

Politiche e investimenti mirati hanno promosso l'innovazione, la riduzione dei costi, e la diffusione. Tuttavia i paesi in via di sviluppo più poveri rimangono indietro.



Potenziale di mitigazione: foreste e usi del suolo

USO DEL SUOLO: può fornire il 20-30% della mitigazione globale nel percorso verso 1.5°C al 2050



Azione
Foreste ed altri ecosistemi

Descrizione

protezione; migliore gestione e il ripristino di foreste, delle torbiere, zone umide costiere, savane e praterie

Potenziale di riduzione
Gt CO₂ eq / anno

7,3 (3,9–13,1)

Agricoltura

Gestione del carbonio nel suolo di terreni coltivati e prati, agroforestry, uso di biochar, gestione migliorata risaie e gestione del bestiame e dei nutrienti.

4,1 (1,7–6,7)

Misure dal lato della domanda

Ad esempio: passaggio a diete sane e sostenibili, la riduzione degli sprechi alimentari e l'edilizia con legno, prodotti biochimici e biotessili

2,2 (1,1–3,6)

Fonte: https://ipccitalia.cmcc.it/wp-content/uploads/2022/04/2022_4_WGIII_AFOLU_perugini_.pdf



Potenziali di mitigazione per settore



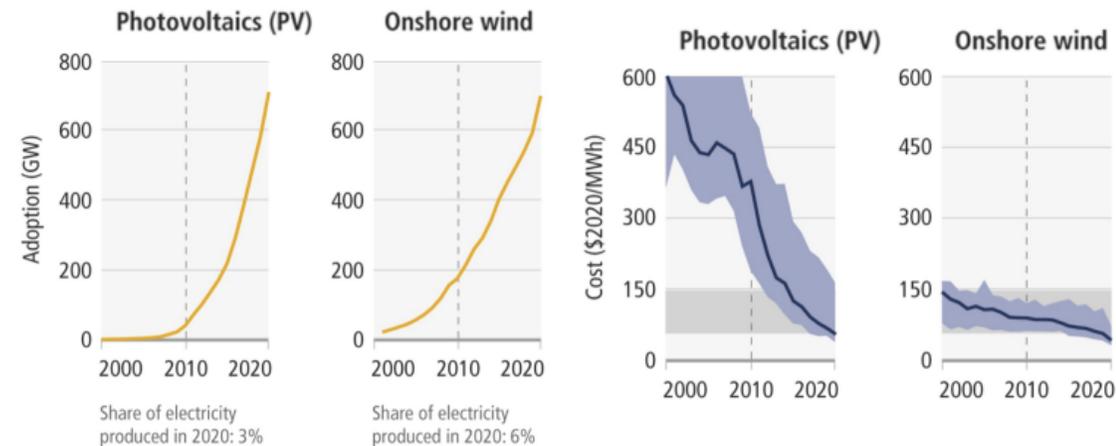
INDUSTRIA. Esempi di potenziali interventi:

- Utilizzare i materiali in modo più efficiente, riutilizzare, riciclare, ridurre al minimo i rifiuti
- Materie prime: processi di produzione a basso contenuto di gas a effetto serra.



ENERGIA. Esempi di potenziali interventi:

- Riduzione dei combustibili fossili (estrazione ed utilizzo)
- Sistemi di produzione di energia a basse emissioni di carbonio
- Energie rinnovabili (fattore positivo: i costi stanno scendendo)
- Diffusa elettrificazione (es: macchine elettriche)



Potenziali di mitigazione per settore



CITTÀ. Esempi di potenziali interventi:

- Produzione e consumo sostenibili di beni e servizi
- Elettrificazione (energia a basse emissioni)
- Migliorare l'assorbimento e stoccaggio del carbonio (spazi verdi, stagni, alberi)



COSTRUZIONI. Esempi di potenziali interventi:

- Prevede l'adeguamento degli edifici esistenti e tecniche di mitigazione efficaci
- Edifici a basso consumo energetico e basse emissioni di gas serra
- Esempio edifici NZEB (Nearly Zero Energy Building)



Potenziali di mitigazione per settore



TRASPORTI. Esempi di potenziali interventi:

- La riduzione della domanda e tecnologie a basse emissioni di carbonio sono fondamentali
- Veicoli elettrici: il maggiore potenziale
- Aviazione e trasporto marittimo: sono necessari carburanti alternativi



DOMANDA E SERVIZI. Esempi di potenziali interventi:

- Potenziale di ridurre in modo significativo le emissioni globali entro il 2050
- Ridurre viaggi aerei e adattare le case contribuiscono in modo significativo;
- Cambiamenti dello stile di vita (acquisti responsabili, gestione rifiuti, alimentazione sana e sostenibile)
- Per piccoli spostamenti: camminare, andare in bicicletta



FONTE: <https://ipccitalia.cmcc.it/>



Un'altra possibilità: la cattura e stoccaggio di CO₂



Esempio: una pubblicità diffusa... ma che significa?



Emissioni che non si riescono a eliminare: la compensazione



Rimozione della CO₂
(metodo di compensazione)

necessari per controbilanciare
le emissioni difficili da
eliminare

attraverso metodi biologici:
riforestazione e sequestro del
carbonio nel suolo

essenziale per raggiungere il
Net Zero

metodi concordati per la
misurazione, la
rendicontazione e la verifica.

le nuove tecnologie
richiedono più ricerca,
investimenti iniziali e prove



La neutralità carbonica (Carbon Neutrality)



NEUTRALITA' CARBONICA

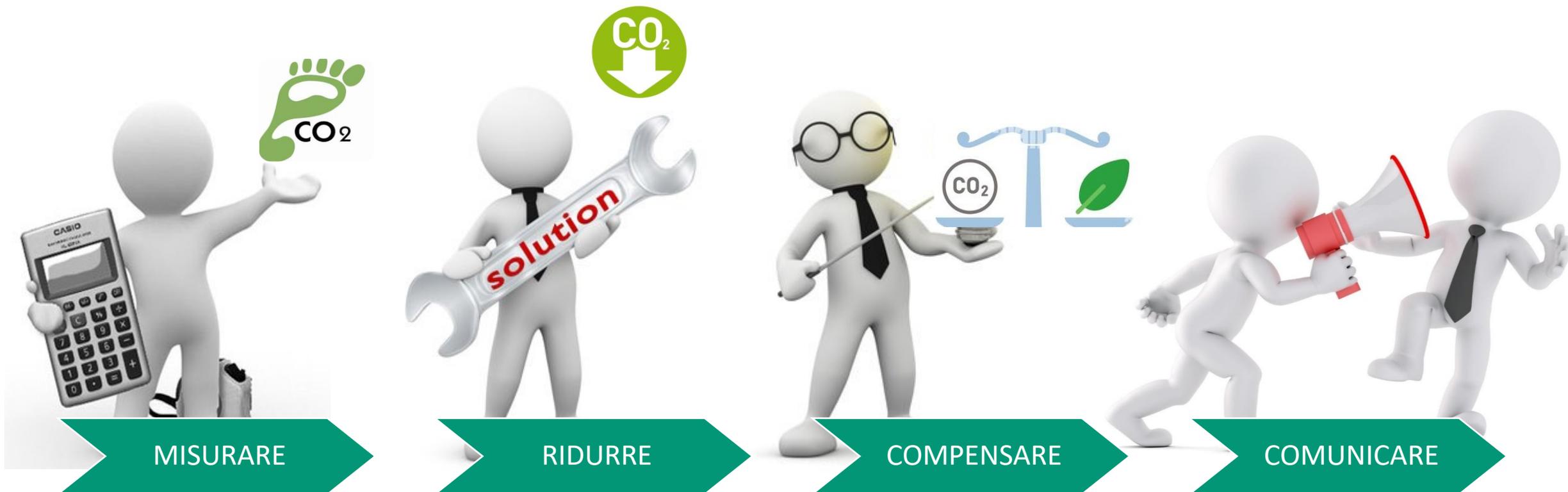
Strategia di mitigazione climatica, in linea con obiettivi internazionali, di breve periodo (annuale)

Occasione strategica per la riduzione degli sprechi e l'aumento dell'efficienza



Come le aziende, prodotti, città diventano Carbon Neutral?

Esito finale di un processo di quantificazione, riduzione e compensazione delle emissioni di gas serra generate da prodotti e/o organizzazioni



FOCUS



Da queste basi, in una prossima lezione, approfondiremo i concetti di **Carbon Footprint di prodotto e di organizzazione**, che sono tra gli strumenti di valutazione della sostenibilità più utilizzati oggi (viste le richieste internazionali e il panorama scientifico spiegato a lezione!)

Di fatto, andremo ad approfondire la prima fase: come misurare?



Obiettivo NET ZERO

