# Comprensione del cambiamento climatico

## Climatici

**Slide 1**

**Slide 2:  
Spiegazioni:**

Passiamo ora al prossimo argomento: il clima!

Vedremo prima come funziona il sistema climatico per poi capire perché il cambiamento climatico è un problema enorme.

**Slide 3**

**Animazione:** Domanda posta agli studenti? Possono presentare la loro proposta scrivendo le risposte alla lavagna.

**Slide 4**

**Spiegazioni:**

Lo scopo di questa diapositiva è sottolineare la differenza tra clima e meteo.

 1. Cominciamo guardando la differenza tra meteo e clima.

* Quando parliamo di clima, guardiamo al periodo a lungo termine e guardiamo alle condizioni meteorologiche medie del sistema climatico (temperatura media e precipitazioni, ma anche composizione dell'atmosfera, vulcani e attività solare, ecc.)
* Il meteo è l'evoluzione locale dell'atmosfera nell'arco di pochi giorni, mentre il clima è lo studio di vaste aree geografiche, come paesi o continenti, nell'arco di lunghi periodi di tempo.

2. Per fare un'analogia, prendiamo ad esempio una classe di scuola media. Il tempo corrisponde al voto di uno studente in un compito mentre il clima alla media annuale della classe in tutte le materie.

3. I parametri che possono essere visti come costanti nelle previsioni meteorologiche, come la posizione e l'orientamento della Terra rispetto al Sole o la composizione dell'atmosfera, non possono più essere visti come costanti nello studio del clima.

4. Il meteo è il tempo “in questo momento”, o in un futuro non troppo lontano, “a casa mia". Si traduce in valori istantanei e locali di temperatura, precipitazioni, pressione, copertura nuvolosa, ecc. È il meteo di "questo istante presente", o del prossimo futuro, "sulla soglia di casa". Per fare una previsione meteorologica, tutto ciò che serve è guardare cosa accade nell'atmosfera.

5. La climatologia studia vaste aree geografiche (paesi, continenti, anche l'intera Terra) per lunghi periodi (uno o più decenni). Ad esempio, quando i climatologi affermano che la temperatura terrestre è aumentata di 1 °C dalla rivoluzione industriale, si tratta di una media delle temperature misurate sull'intera superficie terrestre in almeno 30 anni.

6. Per prevedere il clima non basta guardare cosa succede nell'atmosfera, ma bisogna guardare anche il Sole, gli oceani, i ghiacciai polari, i vulcani, la deriva dei continenti, la vegetazione e gli esseri umani, che recentemente sono diventati un nuovo agente di disturbo climatico modificando rapidamente la composizione chimica dell'atmosfera.

In termini schematici, il sistema climatico è il complesso Terra-atmosfera. Si evolve nel tempo sotto l'effetto di processi interni e vincoli esterni. Questi vincoli possono essere di origine naturale o umana. I modelli climatici cercano di simularne il funzionamento al meglio.

La differenza tra questi due concetti è importante. Sentiamo spesso confonderli quando qualcuno si sorprende che fa freddo a marzo quando si parla di cambiamento climatico. Allo stesso modo, è altrettanto difficile sostenere il riscaldamento globale perché a novembre fa caldo. In entrambi i casi si tratta di fenomeni puntuali e locali che non consentono di concludere da un punto di vista globale.

**Messaggi principali**

1. Il meteo e il clima non sono correlati alle stesse scale spazio-temporali.

2. Il meteo è l'evoluzione locale dell'atmosfera nell'arco di pochi giorni.

3. Il clima è lo studio di vaste aree geografiche (paese, continente, sistema terrestre) per lunghi periodi di tempo.

**Slide 5**

Esistono 5 principali tipi di clima a livello mondiale:   
- Polare: la temperatura media è sempre inferiore a 10 °C  
- Continentale: almeno un mese ha una media superiore a 10 °C e un mese con temperatura media inferiore a 0 °C  
- Temperato: il mese più freddo è in media tra 0 e 18 °C ​​e almeno un mese ha una media superiore a 10 °C  
- Secco: pochissime precipitazioni  
- Tropicale: - la temperatura media di tutti i mesi è superiore a 18 °C ​​e si verificano precipitazioni significative  
  
Ovviamente esistono diverse suddivisioni in questa classificazione e un singolo paese potrebbe comprendere più tipi di clima.

**Slide 6**

**Spiegazioni**:   
Se le condizioni del precedente tipo di clima sono dovute principalmente a condizioni non umane (attività del Sole e dei vulcani, rotazione della Terra, ciclo dell'acqua, ecc.), le attività umane hanno creato un nuovo tipo di clima negli ultimi 40 anni intorno a grandi città, denominato microclima urbano.

La caratteristica principale di questo tipo di clima è il fenomeno dell'isola di calore che crea un gradiente di temperatura tra il centro della città e i confini esterni, con il centro che presenta una temperatura maggiore.

**Slide 7  
Spiegazione** :  
*Questo esempio riguarda Parigi (Francia), ma e possibile adattarlo utilizzando la propria città come esempio.*  
  
Qui si può vedere la temperatura notturna durante un'ondata di caldo nel 2003 a Parigi. Questa immagine mostra solo il meteo/la temperatura effettiva per quella notte, ma poiché questo fenomeno delle isole di calore si verifica nel tempo, crea uno schema climatico specifico.

La temperatura media globale è in aumento e questa immagine ci aiuta a capire perché la temperatura nelle aree urbane aumenterà più velocemente.

**Slide 8:  
Spiegazioni:**

Lo studio del cambiamento climatico richiede la definizione di “sistema climatico”. Si tratta di un insieme complesso di cinque componenti principali:

-superfici continentali

-l'atmosfera (ovviamente)

-l'idrosfera (oceani, laghi, fiumi, acque sotterranee...)

-la criosfera (ossia ghiaccio terrestre o banchisa, manto nevoso)

-e, infine, la biosfera (tutti gli organismi viventi nell'aria, sulla terra e negli oceani).

Questi 5 componenti sono collegati tra loro da un complesso sistema di ingranaggi che sarebbe difficile qui descrivere. L'aspetto importante da ricordare è che qualsiasi azione su uno dei componenti può avere ripercussioni su tutti gli altri!

**Messaggi principali:**

1. Il sistema climatico è un insieme di ingranaggi interconnessi che dipendono l’uno dal movimento dell’altro.

2. Senza l'intervento umano, questo sistema è stabile o evolve molto lentamente.

Fonte: http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/comprendre-le-climat-mondial/le-systeme-climatique

**Slide 9  
Spiegazioni:**

Per quanto ci riguarda, di recente abbiamo influito su questi ingranaggi aggiungendo un piccolo granello di sabbia in grado di scombussolare completamente la macchina.  
Le nostre attività emettono gas serra (come anidride carbonica o metano...) che accentuano l’effetto serra naturale.

Per farla breve: aumentiamo notevolmente l'effetto serra! E questo cambia il clima della nostra cara casa! Ecco ciò che provoca il cambiamento climatico.

**Slide 10**

**Spiegazioni:**

Un altro concetto da capire prima di procedere è l'effetto serra.

Si tratta di un effetto naturale.

L'effetto serra è simile a una coperta per la Terra: le permette di trattenere il calore fornito dal Sole.

All'aumentare della concentrazione di gas a effetto serra nell'atmosfera, aumenterà anche l'energia trattenuta, con conseguente aumento della temperatura media complessiva della superficie terrestre.

**Approfondiamo**:

Per capirlo, è importante ricordare che la gamma di lunghezze d'onda delle radiazioni dipende dalla temperatura del corpo emittente.

Il Sole, la cui temperatura è estremamente calda (circa 5800 °C), emette radiazioni visibili. Lo notiamo tutti. Tale radiazione attraversa l'atmosfera e viene trattenuta dalla Terra. La Terra, la cui temperatura media è di 15 °C, emette una radiazione a lunghezza d'onda lunga denominata radiazione infrarossa.

Alcuni gas presenti nell'atmosfera (come l'anidride carbonica - CO2, vapore acqueo - H20, o il metano - CH4...) sono più trasparenti alla radiazione solare che alla radiazione infrarossa terrestre. Producono quindi un effetto serra: la radiazione infrarossa emessa dalla Terra viene assorbita dai gas effetto serra e in parte riemessa verso la Terra, provocandone il riscaldamento.

**Messaggi principali**:

* L'effetto serra è un fenomeno naturale:
* L'atmosfera disperde parte dell’irraggiamento solare in tutte le direzioni, ma per la maggior parte viene trasmessa alla Terra.
* Questa si riscalda ed emette a sua volta una radiazione (infrarossi).
* Una parte di queste radiazioni viene riflessa sulla Terra dai gas a effetto serra nell'atmosfera.

**Slide 11  
Spiegazione:**

L'atmosfera è composta da N2 (diazoto) per il 78% e O2 (diossigeno) per il 21% che non sono gas serra. I GHG rappresentano solo una minima quantità di gas nell'atmosfera, ma hanno un impatto significativo.

I quattro principali gas responsabili dei gas serra sulla Terra sono:

* CO2, anidride carbonica
* CH4, metano
* N2O, protossido di azoto
* e... H2O, acqua!

Se il vapore acqueo è un importante gas serra, non permane a lungo nell'atmosfera e non si accumula al contrario degli altri tre gas. Per questo motivo il vapore acqueo non contribuisce all'aumento dell'effetto serra.

**Slide 12**

**Spiegazioni:**

Prima di entrare nei dettagli sull'impatto delle attività umane sui cambiamenti climatici, diamo un'occhiata all'intero ciclo di carbonio. Come l'acqua, il carbonio segue un ciclo naturale. Nel corso di un anno, i vari ingranaggi del sistema climatico si scambiano carbonio. In assenza di attività umana, questo ciclo sarebbe in equilibrio.

Abbiamo visto che attualmente stiamo consumando molta energia fossile. Questa energia è una riserva di carbonio accumulata milioni di anni fa durante la fossilizzazione degli esseri viventi. Questo processo è molto lento. Sulla nostra scala, le energie fossili non sono quindi rinnovabili. Consumando tale energia, la popolazione rilascia molto rapidamente questa riserva di carbonio nell'atmosfera sbilanciando il ciclo naturale del carbonio.  
  
In questo grafico, vediamo le emissioni di carbonio (GtC) e non le emissioni di anidride carbonica (GtCO2), quindi è normale avere valori diversi rispetto a quelli che troveremo più avanti in questa presentazione.  
È possibile utilizzare la diapositiva successiva per enfatizzare le frecce rosse (emissioni e assorbimento delle attività umane da parte di foreste e oceani).

**Messaggi principali:**

1. Come l'acqua, il carbonio segue un ciclo naturale.

2. In assenza di attività umana, questo ciclo sarebbe in equilibrio.

3. Le emissioni di GHG legate alle attività umane interrompono questo equilibrio.

**Chiarimento per i curiosi:**

In questo diagramma, possiamo vedere che i flussi scambiati naturalmente dalle diverse riserve naturali di carbonio sono di gran lunga superiori al flusso di carbonio indotto dalla combustione dei combustibili fossili. 9 GtC contro 120+90 GtC nel ciclo naturale. Tranne che nel ciclo naturale, tutte le emissioni naturali (frecce bianche in alto) sono compensate da serbatoi naturali (frecce bianche in basso).

**Slide 13:  
Spiegazioni:**

Il 78% delle nostre emissioni di gas serra è dovuto alle emissioni dirette (agricoltura, consumo energetico, ecc.). Il 22% delle emissioni è legato alla deforestazione.

Solo il 44% dei gas serra è presente nell'atmosfera e contribuisce al cambiamento climatico. Il 29% delle emissioni viene assorbito dalla biosfera (foreste, prati ma anche alghe!).

Il restante 26% si dissolve nell'oceano. Per il momento, questi serbatoi di carbonio naturali impediscono alla maggior parte delle nostre emissioni di finire nell'atmosfera contribuendo al cambiamento

climatico.

Con l’aumentare delle emissioni di gas serra, aumenta anche la velocità con cui questi serbatoi naturali di carbonio immagazzinano carbonio. Dopo una certa soglia, alcuni scienziati prevedono che questi serbatoi inizieranno a saturarsi rilasciando il

carbonio immagazzinato. Questo è uno dei pericolosi effetti del cambiamento climatico. Questo è in parte il motivo per cui è stato fissato il limite di 2 °C, ma ne parleremo più avanti!

**Messaggi principali:**

1. Il 78% delle nostre emissioni di gas serra è dovuto alle emissioni dirette (agricoltura, consumo energetico, ecc.). Il 22% delle emissioni è legato alla deforestazione.

2. Solo il 44% dei gas serra finisce nell'atmosfera e contribuisce al cambiamento climatico.

3. Il resto delle emissioni umane viene assorbito dalle foreste e dall'oceano, fortunatamente!

4. Attualmente, ci chiediamo per quanto tempo la Terra sarà in grado di limitare l'impatto delle nostre emissioni.

**Slide 14  
Spiegazioni:**Questo diagramma circolare mostra la ripartizione dell'effetto serra aggiuntivo dovuto ai gas serra emessi ogni anno dall'uomo. Approfittiamo delle animazioni per indovinare l'ambiente.

•1° animazione: CO2 da combustibili fossili (= petrolio, carbone e gas), deforestazione e altre fonti (imprese le cui reazioni chimiche rilasciano CO2, come ad esempio acciaierie, cementifici che rilasciano CO2 da reazioni chimiche).

•2° animazione: il metano si forma non appena la materia organica si decompone in un ambiente con poco ossigeno (fermentazione nello stomaco dei ruminanti, risaie, discariche, incendi, ecc.).

•3° animazione: N2O, ossido di diazoto, protossido di azoto o gas esilarante, che per il momento non fa molto ridere. Proviene dai fertilizzanti e dall'industria chimica.

•4° animazione: gas fluorurati come CFC (clorofluorocarburi), HFC (idrofluorocarburi), SF6 (esafluoruro di zolfo), ecc. Mentre i 3 gas precedenti hanno fonti naturali e vengono gradualmente eliminati dall'ambiente, questi sono sintetici al 100% e quasi indistruttibili. Non vanno quindi ignorati.

La CO2 rappresenta circa i 3/4 dell'effetto serra aggiuntivo dovuto ai GHG emessi dall'uomo negli ultimi anni. Sarà quindi il nostro "dollaro", la nostra unità di riferimento. Metteremo in relazione tutte le altre emissioni con l’equivalente delle emissioni di CO2.

**Slide 15:  
Spiegazioni:**

La concentrazione di CO2 è aumentata da una media di circa 280 ppm (parti per milione, unità di concentrazione molecolare) negli ultimi 800.000 anni a oltre 400 ppm ufficialmente nel 2016, ovvero +40% rispetto ai livelli preindustriali. Quindi circa 1/3 dell'attuale contenuto di CO2 proviene dall’uomo.

La concentrazione di metano (CH4) è aumentata da una media di circa 650 ppb (parti per miliardo) negli ultimi 2000 anni a oltre 1840 ppb nel 2016. Si tratta di circa +280% rispetto ai livelli preindustriali. Il metano di origine umana rappresenta quindi i 2/3 del contenuto attuale.

**Messaggi principali:**

1. Gli esseri umani aggiungono GHG ogni secondo alla grande vasca da bagno atmosferica. Sono responsabili di un surplus di 1/3 di CO2 attualmente presente nell'atmosfera e di 2/3 di metano!

2. La concentrazione osservata dei vari gas serra è esplosa in pochi secoli.

3. A scelta: È giunto il momento di smettere di respirare... e sgasare!

**Chiarimento per i curiosi**:

Pagina sulle cause del CC dell'Agenzia per la protezione ambientale degli Stati Uniti https://www.epa.gov/climate-change-science/causes-climate-change

Bella pagina Web 'Our Changing Climate' e report di National Climate Assessment dall’US Global Change Research Program. http://nca2014.globalchange.gov/highlights/report-findings/our-changing-climate#graphic-20974

Bel video che spiega la concentrazione di CO2 negli ultimi 50 anni, poi in 2000 anni, poi in 800.000 anni!

[YouTube 4'16] https://www.youtube.com/watch?v=gH6fQh9eAQE&feature=youtu.be

Monitoraggio in tempo reale delle concentrazioni medie globali:- di anidride carbonica CO2 nell'atmosfera http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html

metano CH4: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends\_ch4/index.html

*Antropocene:*

L'Antropocene è un neologismo degli anni '90, che identificherebbe una nuova era durante la quale l'influenza degli esseri umani sulla biosfera avrebbe raggiunto un livello tale da diventare una “forza geologica” a sé stante, in grado di segnare la litosfera. Sebbene dibattuto in congressi internazionali, l’era non è ancora ufficialmente riconosciuta sulla scala temporale geologica come successiva all'Olocene.

 Consultare la pagina Wikipedia e il Blog 'Chronique de l'Anthopocène' di Alain Grandjean.

**Slide 16:  
Spiegazioni:**

Quale sarebbe la temperatura della Terra senza atmosfera?

Risposta: -18°C, ossia la risposta B

**Slide 17:  
Spiegazioni:**

Senza l'effetto serra, la temperatura media sulla Terra sarebbe di -18 °C, in quanto tutto il calore del Sole verrebbe disperso nello spazio. La vita allora non sarebbe possibile.

L'effetto serra è un fenomeno naturale: permette di mantenere una temperatura media sulla superficie terrestre pari a 15 °C. L’aspetto problematico non è l'effetto serra naturale, ma l'effetto serra aggiuntivo "antropogenico" (ossia causati dall’intervento umano) che aumenta ulteriormente la temperatura media.

**Slide 18**

**Slide 19  
Spiegazioni:**La combustione di combustibili fossili emette anidride carbonica (CO2) come discusso in Energia e attività umane.

Ma ci sono altri tipi di gas serra di origine antropica!

- Il metano (CH4) si forma non appena la materia organica si decompone in un ambiente con poco ossigeno, come la fermentazione nello stomaco dei ruminanti.

- N2O, protossido di azoto. Proviene dai fertilizzanti e dall'industria chimica.

- Nell'industria chimica vengono utilizzati anche gas fluorurati come CFC (clorofluorocarburi), HFC (idrofluorocarburi), SF6 (esafluoruro di zolfo), ecc.

**Slide 20  
Spiegazioni:**

Questa animazione mostra l'evoluzione dell'anomalia della temperatura media globale tra il 1850 e il 2019 rispetto alla temperatura media del periodo 1850-1900 definito "preindustriale".

L'anomalia di temperatura corrisponde alla differenza tra la temperatura misurata in un luogo in gradi Celsius, positiva o negativa, rispetto alla temperatura media normale (calcolata su un periodo di almeno 30 anni) giornaliera, stagionale o annuale osservata in un'area geografica omogenea. Qui la temperatura media di riferimento è quella tra il 1850 e il 1900, il periodo preindustriale.

Tuttavia, l'anomalia non è sufficiente a caratterizzare l'eccezionalità dei valori di temperatura. Per tener conto della situazione climatologica spaziale e temporale, occorre calcolare anche la deviazione standard di questa anomalia rispetto alla situazione normale, e si definisce "anomalia standardizzata". Quindi, una variazione di +2 gradi può essere più significativa di un'altra di +3 gradi se la prima proviene da una regione con una temperatura molto stabile nel tempo mentre la seconda proviene da una regione con una elevata variazione.

La comunità scientifica ha affermato che la temperatura media mondiale è già aumentata di 1,2°C per il 2019. Non so voi ma ho l'impressione che la macchina stia andando fuori controllo....

**Messaggi principali:**

1.    Già +1,2°C nel 2019!

2.    Riuscite ad avvertire il brivido dell’eccitazione?

**Approfondiamo:**

I dati di temperatura sono disponibili a questo indirizzo <https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>, altre rappresentazioni sono disponibili a questo indirizzo: <http://www.climate-lab-book.ac.uk/spirals/>

**Slide 21:  
Spiegazioni:**

Ricapitoliamo:

1. Più le attività umane emettono GHG, più aumenta la concentrazione di GHG nell'atmosfera;

2. Maggiore è la concentrazione di GHG, maggiore è l'effetto serra;

3. Maggiore è l'effetto serra, maggiore è l'aumento della temperatura media globale;

4.Questi fenomeni inducono un certo numero di effetti che vedremo insieme.

**Messaggi principali:**

1.Più le attività umane emettono GHG, più modifichiamo la concentrazione di GHG nell'atmosfera;

2. Maggiore è l'aumento della concentrazione di GHG, maggiore è l'effetto serra;

3. Maggiore è l'effetto serra, maggiore è l'aumento della temperatura media globale;

4.Ciò induce una serie di impatti che vedremo insieme

**Slide 22:  
Spiegazioni:**

*Chiedere agli studenti le conseguenze del cambiamento climatico che stanno vivendo.*

**Slide 23:  
Spiegazioni:**

Osserviamo come tutto questo ci colpisce concretamente. Tutti questi effetti sono già evidenti e probabilmente si intensificheranno negli anni a venire se non si interverrà per limitare il cambiamento climatico.

La conseguenza più diretta è l’aumento della temperatura media sulla superficie terrestre.

Le ondate di calore sono aumentate in alcune parti del mondo.

Anche il ciclo dell'acqua è stravolto: le precipitazioni estreme aumenteranno a livello globale in Europa mentre aumenterà la siccità intorno al Mediterraneo.

Si registra inoltre un aumento della frequenza e/o della portata di eventi estremi.

In più, lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte glaciali legato all'aumento delle temperature sta provocando un innalzamento del livello del mare. Man mano che gli oceani si riscaldano, l'acqua si espande, contribuendo all'innalzamento del livello del mare. Questo ha conseguenze sulle coste. Man mano che l'oceano assorbe parte della CO2 antropogenica, la sua acidità aumenta. Questo risulta dannoso per i coralli e alcuni organismi planctonici, per i quali l'ambiente diventa troppo acido.

L'innalzamento del livello delle acque influisce direttamente sulle infrastrutture costiere.

L'aumento degli eventi estremi e della siccità può influenzare le colture con una produzione inferiore. L'acidificazione degli oceani, minacciando il plancton, minaccia anche la catena alimentare marina e le nostre attività di pesca.

Infine, tutti questi sconvolgimenti costringeranno molte persone ad adattarsi, in particolare cercando casa altrove. Questi movimenti migratori rappresentano un forte rischio di destabilizzazione politica e conflitti negli anni a venire! Si stima che entro il 2050 ci saranno oltre 500 milioni di rifugiati climatici nel mondo.

**Messaggi principali:**

1. Queste conseguenze fisiche influiscono già in modo molto concreto sulle società.

2.Gli effetti sono molteplici e si esprimono diversamente a seconda dell'ubicazione, dell'ambiente o della densità di popolazione.

3.Di fronte a questa sfida globale, è difficile stabilire una governance globale.  
  
**Riferimenti:**  
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX-Chap3_FINAL-1.pdf>

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap5_FINAL.pdf>

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap30_FINAL.pdf>

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap3_FINAL.pdf>

<https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap12_FINAL.pdf>

**Slide 24:  
Spiegazioni:**

Quindi dovremo adattarci.  Ma non tutti i paesi del mondo sono ugualmente attrezzati per affrontare questa sfida.

I cambiamenti climatici colpiranno maggiormente i paesi indicati in rosso sulla mappa. Si tratta principalmente di paesi in via di sviluppo in Africa, Sud America, Sud-est asiatico e Pacifico.

In questi paesi gli impatti saranno maggiori perché più esposti. Occupano infatti la fascia tropicale terrestre dove fa già più caldo che altrove.

Questi paesi sono anche più vulnerabili: hanno meno risorse per adattarsi a questi impatti, ad esempio per costruire protezioni come dighe o istituire meccanismi di allerta o sostegno economico alle popolazioni in caso di crisi.

È quindi probabile che gli impatti del cambiamento climatico rafforzino le disuguaglianze già presenti tra i paesi sviluppati e gli altri.  Questo ritarderà lo sviluppo di molti paesi aggravando anche molte situazioni non felici in termini di conflitti armati, accesso all'assistenza sanitaria, cibo o povertà, ecc...

Eppure i paesi in via di sviluppo non hanno chiesto nulla. Sono spesso i meno responsabili dei cambiamenti climatici perché consumano meno energia pro capite rispetto ai paesi sviluppati.

Pertanto, emettono meno gas serra. Un cinese emette la metà dei gas serra di un francese. Un cambogiano produce 25 volte meno emissioni di gas serra!

Anche se non beneficiano del comfort offerto dall'uso di combustibili fossili, questi paesi ne subiranno tutte le conseguenze.

Qui vediamo l'emergere della nozione di giustizia climatica, che implicherebbe un risarcimento dai paesi ricchi ai paesi poveri in modo che alcuni si assumano le proprie responsabilità nel cambiamento climatico e altri dispongano dei mezzi per fronteggiarlo.

**Messaggi principali**

1. Il cambiamento climatico interesserà principalmente i paesi in via di sviluppo (Africa, Sud America, Sud-est asiatico) mostrati qui in rosso, ma tutti ne saranno colpiti.

2. Gli impatti sono estremamente eterogenei e influenzeranno le funzioni fondamentali della nostra vita, compresa la produzione di cibo e l'accesso all'acqua, alle infrastrutture, alla biodiversità, ecc.

3.Dobbiamo adattarci ora a questi cambiamenti!

**Slide 25:  
Animazione:***Leggere la slide o riformularla con parole proprie. Scomporre ogni punto prendendo il ​​tempo necessario per verificare che tutti abbiano capito.*

**Messaggi principali:**

1. Il clima non va confuso con il meteo: si riferiscono a scale temporali e modalità di analisi diverse.  
2. Il clima è un sistema complesso e in continua evoluzione.  
3. L'effetto serra è un processo naturale, amplificato dalle emissioni antropiche.  
4. Il clima è estremamente sensibile alla temperatura: minima variazione, grandi conseguenze…  
5. La situazione non ha precedenti, soprattutto in termini di velocità del cambiamento.  
6. Non è esagerato dire che stiamo causando uno sconvolgimento climatico globale che ha già molte gravi conseguenze.

**Slide 26  
Animazione:**

Ecco il riassunto di questo modulo. Se necessario/possibile, fare un giro di domande/risposte o chiedere agli studenti di scrivere le loro domande per un secondo momento e continuare.