

DINO ZARDI

Climate change 2021

Le basi fisico-scientifiche: i messaggi principali del rapporto

Lo scorso 9 Agosto è stato pubblicato il Rapporto dal titolo “Cambiamenti Climatici 2021 – La basi fisico-scientifiche” elaborato dal Gruppo di Lavoro 1 (WG1) del Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC), la commissione di esperti incaricata dall’Organizzazione Mondiale della Meteorologia (OMM) di fare il punto sullo stato del clima.

Questo rapporto costituisce la prima parte del 6° Rapporto di Valutazione (AR6) che sarà completato nel 2022. È il risultato di un enorme lavoro di raccolta e sintesi dei risultati della ricerca di migliaia di studiosi a livello internazionale che aggiorna le nostre conoscenze rispetto al precedente 5° Rapporto (AR5) pubblicato nel 2013.

Gli scienziati rilevano cambiamenti nel clima della Terra in ogni regione e in tutto il sistema climatico. Molti di questi cambiamenti sono senza precedenti in migliaia, se non centinaia di migliaia di anni, e alcuni tra quelli che sono già in atto – come il continuo aumento del livello del mare – sono irreversibili in centinaia o migliaia di anni.

Tuttavia, forti e costanti riduzioni di emissioni di anidride carbonica (CO₂) e di altri gas serra limiterebbero i cambiamenti climatici. Se, da una parte, grazie a queste riduzioni, benefici per la qualità dell’aria sarebbero rapidamente acquisiti, dall’altra, potrebbero essere necessari 20-30 anni per

vedere le temperature globali stabilizzarsi. Sono questi alcuni dei principali contenuti del rapporto del WG1.

Lo stato attuale del clima

È ormai inequivocabile che l’influenza umana ha riscaldato l’atmosfera, l’oceano e le terre emerse. Gli aumenti osservati nelle concentrazioni di gas serra (GHG) dal 1750 ad oggi circa sono inequivocabilmente causati da attività umane. Dal 2011 le concentrazioni hanno continuato ad aumentare, raggiungendo nel 2019 medie annuali di 410 ppm per l’anidride carbonica (CO₂).

La temperatura superficiale globale nel periodo 2001-2020 è stata di circa 1°C superiore a quella del periodo 1850-1900, con aumenti maggiori sulla terraferma (1,59°C) rispetto all’oceano (0,88°).

Le precipitazioni globali medie sulla terraferma sono aumentate dal 1950, e più rapidamente a partire dagli anni ’80. L’influenza umana è la causa principale del ritiro dei ghiacciai a livello globale dagli anni ’90, della diminuzione del ghiaccio. Questa diminuzione è di circa il 40% in settembre (mese del minimo annuale). Inoltre, le attività umane hanno contribuito alla diminuzione della copertura nevosa primaverile dell’emisfero settentrionale dal 1950 e allo

scioglimento superficiale osservato della calotta glaciale della Groenlandia negli ultimi due decenni.

Il livello medio del mare globale è aumentato di 20 cm tra il 1901 e il 2018 e le attività umane sono la principale causa di questo innalzamento. Recentemente tra il 2006 e il 2018 il tasso di innalzamento ha raggiunto i 3,7 mm per anno.

Le zone climatiche si sono spostate verso il polo in entrambi gli emisferi, ed il periodo vegetativo si è allungato in media fino a due giorni per decennio dagli anni '50 alle medie latitudini in entrambi gli emisferi. L'influenza umana ha riscaldato il clima a un ritmo (velocità) senza precedenti negli ultimi 2000 anni.

Nel 2019, le concentrazioni atmosferiche di CO₂ hanno raggiunto i valori più alti mai registrati negli ultimi 2 milioni di anni. Dal 1750, gli aumenti delle concentrazioni di CO₂ (47%) supera di gran lunga i cambiamenti naturali plurimillenni tra periodi glaciali e interglaciali degli ultimi 800.000 anni.

La temperatura superficiale globale è aumentata più velocemente a partire dal 1970 che in qualsiasi altro periodo di 50 anni degli ultimi 2000 anni.

Nel periodo 2011-2020, la media annuale dell'area di ghiaccio marino artico ha raggiunto il livello più basso dal 1850. Nel periodo tardo estivo è stata inferiore a qualsiasi altro periodo degli ultimi 1000 anni. La natura globale del ritiro dei ghiacciai a partire dagli anni '50 è senza precedenti negli ultimi 2000 anni.

Il livello medio del mare è aumentato più velocemente a partire dal 1900 che in ogni secolo precedente degli ultimi 3000 anni. L'oceano si è riscaldato più velocemente nell'ultimo secolo che dalla fine dell'ultima deglaciazione (circa 11.000 anni fa).

I cambiamenti climatici stanno già influenzando molti estremi meteorologici e climatici, come ondate di calore, precipitazioni intense, siccità e cicloni tropicali, in ogni regione del mondo, e si sono rafforzate rispetto al precedente Rapporto di Valutazione dell'IPCC (AR5) le prove che attribuiscono queste variazioni negli estremi all'influenza umana.

Gli estremi di caldo (incluse le ondate di calore) sono diventati più frequenti e più intensi nella maggior parte delle terre emerse a partire dagli anni '50, mentre gli estremi di freddo (incluse le ondate di freddo) sono diventati meno frequenti e meno gravi; il cambiamento climatico indotto dall'uomo è il principale motore di questi cambiamenti. Alcuni recenti estremi di caldo osservati nell'ultimo decennio sarebbero stati estremamente improbabili senza l'influenza umana sul sistema climatico.

La frequenza e l'intensità degli eventi di precipitazione intensa sono aumentate a partire dagli anni '50 sulla maggior parte delle terre emerse. In alcune regioni, è aumentata la siccità agricola ed ecologica [1] per via dell'aumento dell'evapotraspirazione dei terreni.

Il riscaldamento del sistema climatico ha causato l'aumento del livello medio del mare a livello globale attraverso la perdita di ghiaccio terrestre e l'espansione termica dovuta al riscaldamento degli oceani.

Possibili futuri climatici

Cinque nuovi scenari di emissioni sono stati usati per esplorare la risposta climatica. Questi scenari guidano le proiezioni dei modelli climatici e tengono conto dell'attività solare e vulcanica.

È atteso che la temperatura superficiale globale continuerà ad aumentare almeno fino alla metà del secolo in tutti gli scenari di emissioni considerati. Il riscaldamento globale di 1,5°C e 2°C sarà superato durante il corso del XXI° secolo a meno che non si verifichino nei prossimi decenni profonde riduzioni delle emissioni di CO₂ e di altri gas serra.

La temperatura superficiale globale in ogni singolo anno può variare al di sopra o al di sotto della tendenza a lungo termine indotta dall'uomo, a causa della sostanziale variabilità naturale.

Molti cambiamenti nel sistema climatico diventano più grandi in relazione diretta all'aumento del riscaldamento globale. Questi includono l'aumento della frequenza e dell'intensità degli estremi caldi, delle on-

date di calore marine, delle forti precipitazioni, della siccità agricola ed ecologica in alcune regioni, della proporzione di cicloni tropicali intensi, della riduzione del ghiaccio marino artico, della copertura nevosa e del permafrost.

È molto probabile che, con un ulteriore riscaldamento globale, eventi di forte precipitazione si intensifichino e diventino più frequenti nella maggior parte delle regioni. Su scala globale, si prevede che gli eventi estremi di precipitazione giornaliera si intensificheranno di circa il 7% per ogni 1°C di riscaldamento globale.

Molti cambiamenti dovuti alle emissioni di GHG passate e future sono irreversibili per secoli o millenni, in particolar modo i cambiamenti nell'oceano, nelle calotte glaciali e nel livello del mare.

I ghiacciai montani e polari sono destinati a continuare a sciogliersi per decenni/secoli. La perdita di carbonio dal permafrost in seguito al suo disgelo è irreversibile su scale temporali centenarie. La continua perdita di ghiaccio nel corso del XXI secolo è virtualmente certa per la calotta glaciale della Groenlandia e probabile per la calotta glaciale antartica.

Informazioni climatiche per la valutazione del rischio e l'adattamento a livello regionale

La temperatura superficiale globale registrata storicamente evidenzia che la variabilità su scala decennale ha potenziato e mascherato i cambiamenti sottostanti causati dall'uomo nel lungo termine, e questa variabilità continuerà in futuro. Per esempio, la variabilità interna su scala decennale e le variazioni dei driver solari e vulcanici hanno parzialmente mascherato il riscaldamento globale superficiale causato dall'uomo nel periodo 1998-2012, con distinzioni regionali e stagionali pronunciate. Tuttavia, il riscaldamento del sistema climatico è continuato anche durante questo periodo, e ciò si riflette nel continuo riscaldamento dell'oceano e nell'aumento di estremi caldi nelle aree continentali

Sulla base delle evidenze paleoclimatiche e storiche, è probabile che si verifichi nel corso del XXI° secolo almeno una grande eruzione vulcanica esplosiva. Tale eruzione ridurrebbe la temperatura superficiale globale e le precipitazioni, specialmente sulla terraferma, per uno – tre anni, altererebbe la circolazione monsonica globale, modificherebbe le precipitazioni estreme e cambierebbe molte CID. Tale evento andrebbe a mascherare temporaneamente e parzialmente il cambiamento climatico causato dall'uomo.

L'innalzamento medio regionale del livello del mare continuerà per tutto il XXI secolo, eccetto in poche regioni che hanno sostanziali tassi di sollevamento geologico del terreno.

Le città intensificano il riscaldamento indotto dall'uomo a livello locale, e un'ulteriore urbanizzazione, insieme a temperature estreme più frequenti, aumenterà la gravità delle ondate di calore. L'urbanizzazione aumenta anche le precipitazioni medie e intense, e la conseguente intensità di deflusso. Nelle città costiere, la combinazione di eventi estremi più frequenti a livello del mare e di eventi estremi di pioggia/deflusso dei fiumi renderà più probabili le inondazioni.

Limitare i cambiamenti climatici futuri

Rispetto al precedente Rapporto di Valutazione dell'IPCC (AR5), sono migliorate le stime dei budget di carbonio rimanenti. Gli scenari futuri possibili includono anche azioni di controllo dell'inquinamento atmosferico per valutare in maniera coerente gli effetti delle varie ipotesi sulle proiezioni climatiche e sull'inquinamento atmosferico. È migliorata la capacità di determinare quando la risposta climatica alle riduzioni delle emissioni si distingue dalla variabilità naturale climatica, inclusa la variabilità interna e le risposte a fattori forzanti naturali.

Limitare il riscaldamento globale ad un livello specifico richiede una limitazione delle emissioni cumulative di CO₂ che raggiunga emissioni zero nette, insieme a forti

riduzioni delle emissioni degli altri gas serra. Forti riduzioni delle emissioni di metano (CH₄) limiterebbero anche l'effetto di riscaldamento risultante dalla diminuzione dell'inquinamento da aerosol e migliorerebbero la qualità dell'aria.

C'è una relazione quasi lineare tra le emissioni cumulative di CO₂ antropiche e il riscaldamento globale: ogni 1000 Gt¹ CO₂ di emissioni cumulative di CO₂ la temperatura superficiale globale aumenta di circa 0,45°C. Questa quantità è indicata come la risposta transitoria del clima alle emissioni cumulative di CO₂ (TCRE) e implica che raggiungere emissioni antropiche di CO₂ zero nette è un requisito necessario per stabilizzare l'aumento della temperatura globale indotta dall'uomo a qualsiasi livello, ma che limitare l'aumento della temperatura globale a un livello specifico implica limitare le emissioni cumulative di CO₂ entro un budget di carbonio.

La rimozione antropica di CO₂ (CDR) ha il potenziale di rimuovere la CO₂ dall'atmosfera e di immagazzinarla in modo duraturo nei serbatoi. La CDR mira a compensare le emissioni residue per raggiungere emissioni zero nette di CO₂ o GHG. I metodi di CDR possono avere effetti potenzialmente ad ampio raggio sui cicli biogeochimici e sul clima, e possono avere effetti sulla disponibilità e la qualità dell'acqua, la produzione alimentare e la biodiversità.

Se la rimozione antropica di CO₂ (CDR) portasse a emissioni globali nette negative, si abbasserebbe la concentrazione atmosferica di CO₂ e si invertirebbe l'acidificazione superficiale degli oceani. Le rimozioni ed emissioni antropiche di CO₂ sarebbero parzialmente compensate rispettivamente dal rilascio e dall'assorbimento di CO₂ da e verso i bacini di carbonio terrestri e oceanici.

Se si raggiungessero e mantenessero emissioni globali nette negative di CO₂, l'aumento globale della temperatura superficiale indotto dalla CO₂ sarebbe gradual-

mente invertito, ma altri cambiamenti climatici continuerebbero nella loro direzione attuale per decenni/ millenni. Per esempio, ci vorrebbero diversi secoli/millenni perché il livello medio globale del mare inverta la rotta anche con grandi emissioni nette negative di CO₂.

Le riduzioni delle emissioni nel 2020 associate alle misure per ridurre la diffusione del COVID-19 hanno portato a effetti temporanei ma rilevabili sull'inquinamento atmosferico, e un temporaneo aumento del forcing radiativo totale, dovuto principalmente alle riduzioni del raffreddamento causato dagli aerosol. Le concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera hanno continuato ad aumentare nel 2020, senza una diminuzione rilevabile del tasso di crescita osservato della CO₂.

Dino Zardi

Direttore Vicario

Centro Agricoltura Alimenti Ambiente – C3A

Professore ordinario

Dipartimento Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica
Università degli Studi di Trento

Ulteriori informazioni sul sito del Focal Point IPCC per l'Italia:

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

Parole chiave: cambiamenti climatici, riscaldamento globale, attività antropiche, temperatura superficiale globale, eventi climatici estremi.

RIASSUNTO

Il presente contributo presenta i risultati del Rapporto "Cambiamenti Climatici 2021: La base fisico-scientifica" pubblicato il 9 agosto 2021 dal Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC). La comunità scientifica ha sottolineato come le attività antropiche abbiano portato a degli aumenti nelle concentrazioni di gas clima alteranti in atmosfera dal 1750 ad oggi. Nel periodo 2001-2020, la temperatura media globale è stata di circa 1°C superiore a quella del periodo 1850-1900, mentre le precipitazioni medie globali sulla terraferma sono aumentate a partire dal 1950. I possibili scenari futuri prevedono che la temperatura superficiale globale continuerà ad aumentare almeno fino alla metà del secolo. A causa di questo riscaldamento globale è ipotizzabile in futuro un aumento della frequenza e dell'intensità degli estremi caldi,

¹ 1 Gt equivale a un miliardo di tonnellate

delle ondate di calore marine, delle forti precipitazioni, della siccità agricola ed ecologica in alcune regioni, della proporzione di cicloni tropicali intensi, della riduzione del ghiaccio marino artico, della copertura nevosa e del permafrost. Il Report enfatizza come per limitare il riscaldamento globale ad un livello specifico è necessaria una limitazione delle emissioni cumulative di anidride carbonica (CO₂) che raggiunga emissioni zero nette.

Keywords: *climate change, global warming, human activities, global surface temperature, extreme weather events.*

ABSTRACT

The present article shows the results of the Report “Climate Change 2021: The Physical Science Basis”

published on August 9, 2021 by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The scientific community has pointed out that human activities have led to increases in the greenhouse gas (GHG) emissions in the atmosphere from 1750 to today. In the period 2001-2020, the average global temperature was about 1°C higher than that of the period 1850-1900, while the average global rainfall on the mainland has increased since 1950. Possible future scenarios predict that the global surface temperature will continue to increase until at least the middle of the century. Due to this global warming it is conceivable in the future an increase in the frequency and intensity of hot extremes, marine heat waves, heavy rainfall, agricultural and ecological drought in some regions, the intense tropical cyclones, the reduction Arctic sea ice, snow cover and permafrost. The Report emphasizes that limiting global warming to a specific level requires a limitation of cumulative carbon dioxide (CO₂) emissions that achieve net zero emissions.