

---

# Rassegna scientifica su emergenza climatica e metano

---

A cura di [www.cedeuam.it](http://www.cedeuam.it)

Coordinamento:

Michele Carducci (Professore  
ordinario di Diritto costituzionale  
comparato e climatico nell'Università  
del Salento - Coordinatore Cedeuam)

Assistenti di ricerca:

Dott. Simone Calò

Dott. Mauro De Astis

Dott.ssa Grazia Greco

Dott. Giovanni Rucco

---

LECCE, CEDEUAM, 15 FEBBRAIO 2021

---

## INDICE SOMMARIO

1. Premessa
2. Il concetto di emergenza climatica nei "Planetary Boundaries" e nell' "Antropocene"
3. Gli elementi determinanti dell'emergenza climatica
4. La data ultimativa del 2030 (c.d. "tragedia dell'orizzonte")
5. Convergenza catastrofica, peggioramento delle previsioni, insufficienza del "Carbon Offset"
6. La ricaduta dell'emergenza su tutte le componenti del sistema climatico, con danni in corso locali e planetari
7. Necessità e urgenza di abbandono definitivo del fossile e impossibilità del bilanciamento "fossile" (secondo la logica del c.d. "meno peggio")
8. Livelli di certezza scientifica sullo scenario emergenziale e le due "pistole fumanti"
9. Problemi molteplici del metano nell'emergenza climatica e rischi di "lock-in"

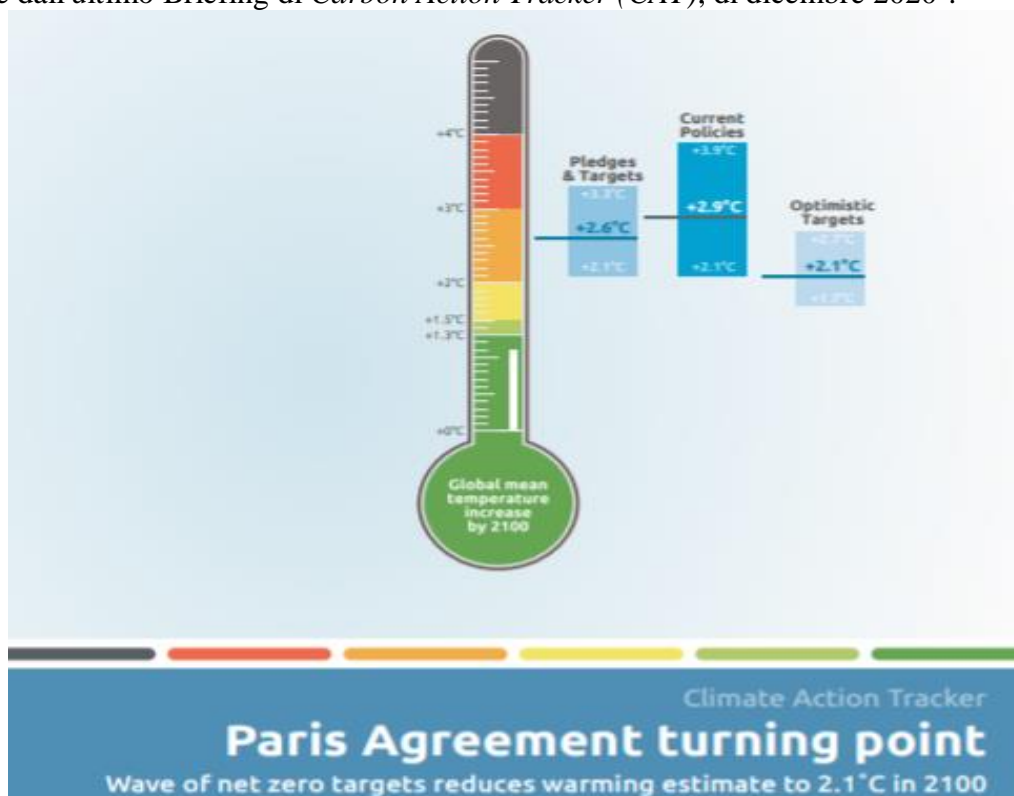
\*\*\*\*\*

**1. Premessa**

Gli orientamenti scientifici, contenuti in questa Rassegna<sup>1</sup>, offrono riscontri di letteratura in tema di emergenza climatica e sue conseguenze in un contesto nel quale

a) l'Italia perde posizione nel ranking internazionale delle risposte efficaci al cambiamento climatico, collocandosi al 27 posto della graduatoria mondiale, come emerge dalle comparazioni del *Climate Change Performance Index 2021*<sup>2</sup>;

b) se anche tutti gli Stati, compresi quelli della UE, tenessero fede agli impegni assunti per conseguire la neutralità climatica entro il 2050, il riscaldamento globale orbiterebbe a +2,1°C invece che a +1,5°C, come raccomandato dallo *Special Report Global Warming 1,5°* dell'IPCC per evitare effetti comunque disastrosi, e sempre che le azioni da intraprendere siano risolutive dell'abbattimento drastico delle emissioni di gas serra entro il 2030, come si desume dall'ultimo Briefing di *Carbon Action Tracker (CAT)*, di dicembre 2020<sup>3</sup>.

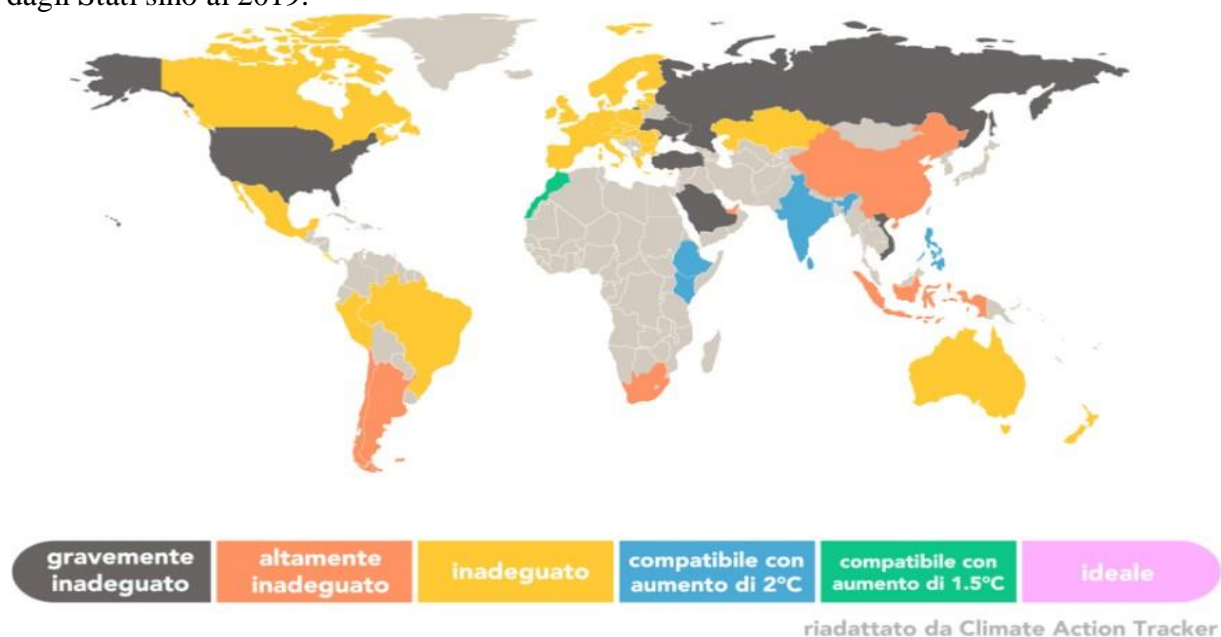


<sup>1</sup> Immagini o grafici che non indicano la fonte sono rielaborazioni del Cedeuam.

<sup>2</sup> <https://ccpi.org/>

<sup>3</sup> [https://climateactiontracker.org/documents/829/CAT\\_2020-12-01\\_Briefing\\_GlobalUpdate\\_Paris5Years\\_Dec2020pdf](https://climateactiontracker.org/documents/829/CAT_2020-12-01_Briefing_GlobalUpdate_Paris5Years_Dec2020pdf)

Ne segue una mappa planetaria della condizione degli Stati rispetto alle sfide climatiche, in cui prevalgono le condizioni di inadeguatezza o comunque insufficienza degli approcci seguiti dagli Stati sino al 2019.



## 2. Il concetto di emergenza climatica nei "Planetary Boundaries" e nell' "Antropocene"

L'umanità sta affrontando un'emergenza esistenziale antropogenica - un'emergenza climatica - senza precedenti. Si tratta di un'emergenza/urgenza, per il poco tempo a disposizione per farvi fronte (entro il 2030 per conseguire obiettivi risolutivi dei problemi entro il 2050).

L'Agenzia Europea dell'Ambiente, nel suo Rapporto SOER 2020<sup>4</sup>, ci dice che la UE ha compiuto pochi progressi nei suoi obiettivi di approccio ecosistemico per fronteggiare tutti gli aspetti dell'emergenza e che è improbabile che si possano migliorare le cose con "politiche settoriali", senza promuovere enormi cambiamenti sistemici.

Insistere solo sulle "politiche settoriali", significa dunque continuare nell'errore, illudendosi di correggere solo gli effetti visibili di breve durata, senza incidere risolutivamente sulle cause, tra le quali si annovera il costante ricorso alle risorse fossili, produttive di gas serra.

Per generare risultati diversi, raccomanda SOER 2020, si deve trasformare il sistema. Le raccomandazioni dell'Agenzia Europea dell'Ambiente sono state riprese nel 2021 da un ulteriore documento, intitolato "Growth without Economic Growth"<sup>5</sup>, per un'effettiva transizione ecologica.

L'emergenza climatica è stata dichiarata ufficialmente da oltre 12.000 scienziati di tutto il mondo alla fine del 2019, con il documento intitolato *World Scientists' Warning of a Climate Emergency*, pubblicato poi sulla rivista *Bioscience*<sup>6</sup>.

In esso, testualmente si legge «*Scientists have a moral obligation to clearly warn humanity of any catastrophic threat and to "tell it like it is." On the basis of this obligation and the graphical indicators presented below, we declare, with more than 11,000 scientist signatories from around the world, clearly and unequivocally that planet Earth is facing a climate emergency*» e si sottolinea il problema dell'alto consumo di risorse fossili che destabilizzano gli equilibri termodinamici del pianeta Terra.

<sup>4</sup> EEA SOER 2020, *The European Environment-State and Outlook 2020: knowledge for transition to a sustainable Europe* (<https://www.eea.europa.eu/soer-2020/>).

<sup>5</sup> <https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability-transitions/drivers-of-change/growth-without-economic-growth>

<sup>6</sup> *World Scientists' Warning of a Climate Emergency*, in *BioScience*, Vol. 70, Issue 1, 2020, 8-12.

Infatti, va precisato che il concetto di emergenza climatica non significa "evento eccezionale" passeggero, bensì nuova "proprietà emergente" (quindi irreversibile) del sistema climatico nella sua termodinamica, alterata dall'interferenza dell'azione umana di continuativo uso del fossile.

Questo comporta che anche la conoscenza delle implicazioni giuridiche del cambiamento climatico richiede la comprensione delle leggi della termodinamica e soprattutto del meccanismo dell'entropia. L'entropia si collega alla considerazione della complessità caotica del mondo fisico, le cui basi erano state già fornite da Henri Poincaré a fine Ottocento e successivamente sviluppate a partire dalla meteorologia. Con la formulazione e chiarificazione dell'indipendenza dei principi della termodinamica da quelli della meccanica, avvenuta all'inizio della seconda metà dell'Ottocento, è progressivamente maturata la consapevolezza dell'irreversibilità di tutti i processi naturali condizionati dal calore, in una dinamica appunto diversa da quella meramente meccanicistica.

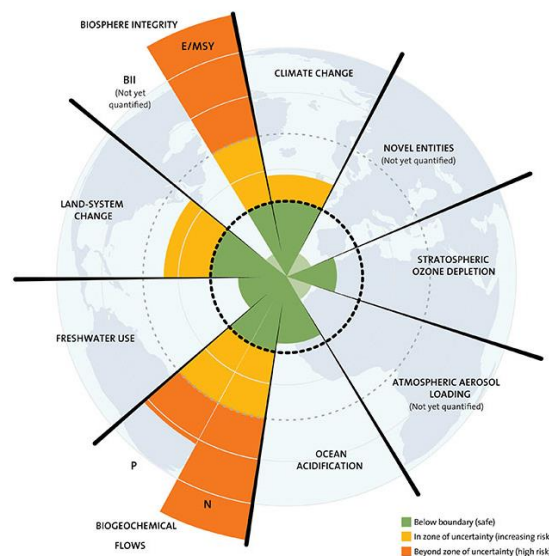
Pertanto, l'emergenza climatica coincide con un comportamento emergente di accelerata instabilità dell'intero sistema climatico e di tutte le sue componenti (atmosfera, biosfera, litosfera, pedosfera, criosfera, idrosfera), che coinvolge e compromette tutti i flussi di materia ed energia del sistema planetario, compresa l'energia/materia di cui è composto qualsiasi essere umano e qualsiasi altra forma di vita.

Ecco perché l'emergenza climatica è considerata:

a) la matrice di tutti i problemi ecosistemici planetari e locali, nessuno escluso perché tutti collegati ai flussi di materia ed energia;

b) il fattore causativo primario dell'emergenza climatica è imputato alla costante introduzione in atmosfera di gas serra (ossia anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC), esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>)), in quanto interferenza termodinamica dell'azione umana.

La prima constatazione è descritta attraverso i c.d. "confini planetari" della sostenibilità (*Planetary Boundaries*), individuati dal Stockholm Resilience Centre<sup>7</sup>, con cui sono identificate le condizioni planetarie da non infrangere attraverso l'interferenza umana, per non attivare disequilibri irreversibili tra tutte le componenti del sistema climatico terrestre, con conseguenze dannose a livello sia locale che globale. Segue il grafico di sintesi, elaborato dal Centre.

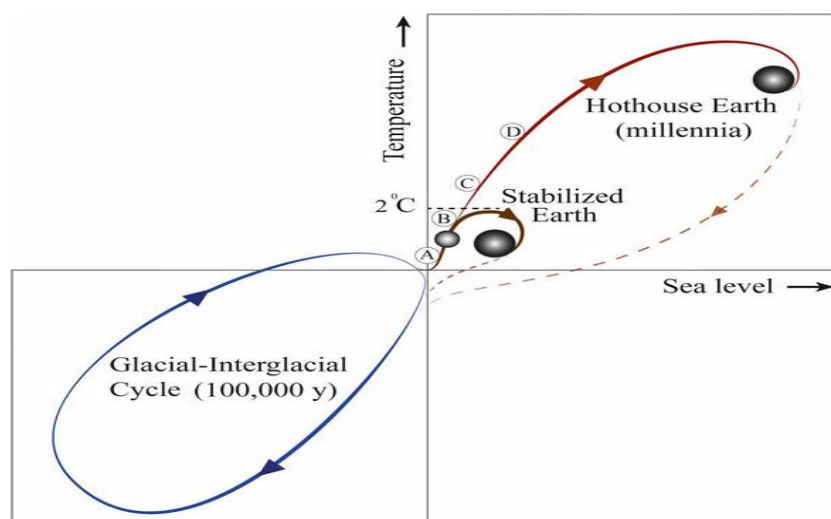


<sup>7</sup> <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>

Le rilevazioni rappresentate dal grafico rendono evidente che perdita di biodiversità e cambiamenti climatici crescenti si collocano già oltre i limiti planetari della sostenibilità.

La seconda constatazione è sintetizzata dalla formula "Antropocene", conosciuta dallo scienziato olandese Paul Jozef Crutzen (premio Nobel per la chimica nel 1995)<sup>8</sup>, che ha trovato riscontro anche nella letteratura giuridica<sup>9</sup>. Essa ha consentito di verificare la c.d. "traiettoria dell'Antropocene" ovvero la constatazione che il pianeta Terra, a causa della costante interferenza umana determinata dall'aggiunta costante di gas serra, ha ormai intrapreso un percorso di riscaldamento globale e nuova condizione termodinamica, diverse dalla sua storia precedente<sup>10</sup>.

Di seguito si rappresenta il grafico di questa nuova "traiettoria", descritta dagli autori.



### 3. Gli elementi determinanti dell'emergenza climatica

La maggioranza della comunità scientifica mondiale denuncia questa emergenza globale. *Scientistswarning.org*<sup>11</sup>, l'iniziativa globale che raccoglie e diffonde queste denunce scientifiche dell'intera comunità mondiale di studiosi<sup>12</sup>, scandisce più dettagliatamente tre facce interdipendenti e concorrenti dell'unica emergenza planetaria: quella ecosistemica<sup>13</sup>, quella climatica<sup>14</sup> e quella energetico-fossile, ossia determinata dalla necessità e urgenza del rapido abbandono di qualsiasi opzione di transizione energetica gestita ancora con risorse fossili, a partire dal metano<sup>15</sup>, in ragione dell'accelerazione del loro *Global Potential Warming* (il contributo che qualsiasi gas serra produce sul riscaldamento globale in ragione del tempo di sua permanenza in atmosfera e quindi di incidenza nell'aumento della concentrazione appunto di gas serra in atmosfera, rispetto al tempo utile per centrare gli obiettivi climatici del 2030 e 2050).

<sup>8</sup> In italiano, di Crutzen è consultabile *Benvenuti nell'Antropocene. L'uomo ha cambiato il clima, la Terra entra in una nuova era*, Milano, 2005.

<sup>9</sup> Robinson, *Fundamental Principles of Law for the Anthropocene?*, *Envtl. Policy & L.*, 2014; Viñuales, *Law and the Anthropocene*, C-EENRG Working Paper, 2016- 5; Philippopoulos-Mihalopoulos, *Critical Environmental Law as Method in the Anthropocene*, in *Research Methods in Environmental Law: A Handbook*, a cura di Philippopoulos-Mihalopoulos, Brooks, Cheltenham, 2017; Biber, *Law in the Anthropocene Epoch*, *Georgetown L.J.*, 2017; Kotzé, *A Global Environmental Constitution for the Anthropocene?*, *Trans'n'l Envtl. L.*, 2019; Id., *Global Environmental Constitutionalism in the Anthropocene*, Oxford and Portland, 2016.

<sup>10</sup> Steffen et al., *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*, 115 *PNAS*, 2018, 8252-8259.

<sup>11</sup> [www.scientistswarning.org](http://www.scientistswarning.org).

<sup>12</sup> Ma v. anche <https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change/facts-about-climate-emergency>.

<sup>13</sup> *World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice*, in *BioScience*, Vol. 67, Issue 12, 2017, 1026-1028.

<sup>14</sup> *World Scientists' Warning of a Climate Emergency*, in *BioScience*, Vol. 70, Issue 1, 2020, 8-12.

<sup>15</sup> Methane Emergency: <https://www.scientistswarning.org/wiki/methane-emergency/>.

**3a.**

La manifestazione biosferica è segnata dai seguenti dati emergenziali.

I) La condizione di "deficit ecologico" dell'intero pianeta, ovvero l'incapacità di rigenerazione della biosfera rispetto al consumo umano crescente di beni, risorse e servizi ecosistemici, sulla spinta delle emissioni fossili<sup>16</sup> e dell'impronta umana superiore a quella di qualsiasi altro vivente<sup>17</sup> aggravata dal degrado del suolo<sup>18</sup>.

II) L'avvenuto superamento di tre dei nove "Planetary Boundaries" (precisamente: cambiamenti climatici; riduzione della biodiversità; stravolgimento del ciclo dell'azoto), scientificamente individuati come condizioni di sicurezza della stabilità dell'intero Pianeta Terra<sup>19</sup>.

III) Il raggiungimento di nove degli undici "Tipping Point"<sup>20</sup> individuati dall'IPCC [tra cui l'inversione dell'AMOC<sup>21</sup>] costituenti una minaccia esistenziale per la civiltà umana, non compensabile da alcuna analisi costi-benefici perché con l'unica opzione, come misura precauzionale, del mantenimento delle temperature entro 1,5°C rispetto ai livelli pre-industriali e la contestuale riduzione immediata e drastica delle emissioni fossili, altrimenti gli effetti interattivi già in atto, determinati appunto da riscaldamento globale e cambiamento climatico, possono produrre conseguenze «che non escludono un Global Tipping Point» (ossia il collasso del sistema Terra), il che, a sua volta, rappresenterebbe una minaccia esistenziale per la civiltà umana, una situazione non compensabile da alcuna analisi costi-benefici economica e che, al contrario, impone, senza appello, il dovere non negoziabile del mantenimento delle temperature entro 1,5°C rispetto ai livelli pre-industriali e la riduzione immediata e drastica delle emissioni fossili<sup>22</sup>.

IV) La c.d. "sesta estinzione di massa", ipotizzata già intorno alla metà degli anni Novanta del secolo scorso<sup>23</sup>, ma resa evidente nel 2011, quando la comparazione tra dati fossili e dati sul sistema di vita esistente ha confermato che gli attuali tassi di estinzione sono più alti del passato<sup>24</sup>, con la probabilità che almeno un terzo delle specie animali e vegetali esistenti potrebbe scomparire nell'arco di 50 anni, anche a causa del cambiamento climatico<sup>25</sup>.

V) Il possibile collasso degli ecosistemi nel 2030<sup>26</sup> e il ritorno a condizioni addirittura del Triassico<sup>27</sup>.

<sup>16</sup> Cfr. <https://unfccc.int/news/fossil-fuels-are-biggest-part-of-global-ecological-footprint>.

<sup>17</sup> Bar-On et al., *The Biomass Distribution on Earth*, 115 *PNAS*, 2018, 6506-6511.

<sup>18</sup> Willemen et al., *How to halt the Global Decline of Lands*, 3 *Nat. Sustain.*, 2020, 164-166.

<sup>19</sup> Rockström et al., *A Safe Operating Space for Humanity*, 461 *Nat.*, 2009, 472-475.

<sup>20</sup> Il V Rapporto dell'IPCC dell'ONU (AR5, 2014) ha definito i "Tipping Points" come situazioni critiche dei sistemi ambientali, a partire dalle quali si originano cambiamenti rapidi, significativi e irreversibili che vanno a interessare anche il sistema climatico globale. Si tratta quindi di "soglie" a carico dei diversi sistemi ambientali che, se superate, possono portare a: 1) mutamenti ecosistemici irreversibili, 2) accelerazione nelle emissioni di gas serra naturali, 3) aumento della temperatura terrestre, 4) feedback auto-rinforzanti interattivi (ossia auto-riscaldamento atmosferico). Ne sono stati individuati 11 come "campanelli di allarme" del sistema Terra. Di questi, ormai la ricerca scientifica converge nel considerare raggiunti già 9: il ghiaccio marino artico, la calotta glaciale della Groenlandia, le foreste boreali, il permafrost (liberando batteri sconosciuti e metano climalterante), l'AMOC (capovolgimento meridionale della circolazione atlantica), la foresta pluviale amazzonica, i coralli di acqua calda, la lastra di ghiaccio antartica occidentale, aree dell'Antartide orientale. È come se 9 allarmi sulla Terra stessero già suonando, nella sordità collettiva delle comunità umane.

<sup>21</sup> Castellana et al., *Transition Probabilities of Noise-induced Transitions of the Atlantic Ocean Circulation*, 9 *Sc. Reports*, 2019, 20284.

<sup>22</sup> Lenton et al., *Climate Tipping Points: too risky to bet against*, 757 *Nat.*, 2019, 592-595.

<sup>23</sup> Leakey et al., *The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind*, New York, 1995.

<sup>24</sup> Barnosky et al., *Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?*, 471 *Nat.*, 2011, 51-57.

<sup>25</sup> Román-Palacios et al., *Recent Responses to Climate Change reveal the Drivers of Species Extinction and Survival*, 117 *PNAS* 2020, 4211-4217.

<sup>26</sup> Trisos et al., *The Projected Timing of abrupt Ecological Disruption from Climate Change*, 580 *Nat.*, 2020, 1-

**3b.**

Le manifestazioni emergenziali atmosferiche sono le seguenti.

VI) Il superamento dei 350 ppm (parti per milione) di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, ovvero la "soglia di sicurezza" per evitare rischi irreversibili per il genere umano. Tale soglia fu individuata da James E. Hansen del *Goddard Institute for Space Studies* della NASA, sulla base delle conoscenze storiche di concentrazione di CO<sub>2</sub> nelle ere passate. In meno di 150 anni, sono state raggiunte e superate le 400 ppm, quantità conosciuta solo in tempi precedenti la comparsa della specie umana. Per tale motivo, 350 ppm segna la "soglia di salvaguardia della specie umana" sulla terra: aumentando, aumenta l'incertezza della sicurezza umana sulla terra<sup>28</sup>.

VII) La dimostrazione, attraverso la c.d. "equazione dell'Antropocene", della preponderanza assoluta dell'azione umana sul cambiamento climatico (con una intensità temporale e quantitativa superiore a qualsiasi processo naturale)<sup>29</sup> e la definitiva dimostrazione della effettiva esistenza di soglie di irreversibilità del sistema Terra nella sua stabilità climatica.

VIII) L'imminente esaurimento del "Carbon Budget" globale ancora disponibile, intermini di emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente, per non fallire negli obiettivi dell'Accordo di Parigi, anche perché è stata dimostrata la sottostima delle quantità di gas serra emesse in atmosfera, con la conseguente revisione *in peius* dei tempi di conseguimento di livelli potenzialmente catastrofici di instabilità climatica per l'ambiente e l'umanità, che sembrano ormai assestarsi nell'arco di non più di un decennio<sup>30</sup>.

IX) La crisi del "Carbon Sink", ossia la scoperta che le foreste tropicali, anche a causa degli enormi incendi che hanno sconvolto Amazzonia e Australia, stanno riducendo sensibilmente la propria capacità di assorbire CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, con l'inevitabile accelerazione del processo di surriscaldamento del pianeta Terra<sup>31</sup>.

X) La possibilità di effetti negativi del riscaldamento globale, del tutto sconosciuti, in caso di aumento della temperatura oltre 1,5°C<sup>32</sup>.

**3c.**

Le manifestazioni emergenziali di carattere economico-energetico si riassumono nelle seguenti evidenze.

XI) Il "*Climate Breakdown*", ossia l'incidenza di costo dei fenomeni atmosferici estremi (dalle siccità alle alluvioni) sulla stabilità dei sistemi economici, sociali e politici, con connessa disaggregazione delle relazioni tra danni materiali e danni ambientali nella previsione dei costi e dei danni economici e umani, definiti "feedback" socio politici<sup>33</sup>, in vario modo calcolabili, come col sistema *DICE*<sup>34</sup> del premio Nobel William Nordhaus e le proposte del "*Dasgupta Review*"<sup>35</sup>.

---

12.

<sup>27</sup> Capriolo et al., *Deep CO<sub>2</sub> in the end-Triassic Central Atlantic Magmatic Province*, 11 *Nat. Comm.*, 1670, 2020, 1-11.

<sup>28</sup> Il *Quotidiano della CO<sub>2</sub>*, anche in italiano (<https://it.co2.earth/daily-co2>), aggiorna le variazioni di ppm.

<sup>29</sup> Gaffney-Steffen, *The Anthropocene Equation*, 4 *The Anthropocene Rev.*, 1, 2017, 53-61.

<sup>30</sup> Rogelj, *Differences between Carbon Budget estimates unravelled*, 6 *Nat. Clim. Ch.*, 2016, 245-252.

<sup>31</sup> Issue 7797, *Saturation Point*, 579 *Nat.*, 2020.

<sup>32</sup> Xu et al., *Well below 2°C: Mitigation Strategies for Avoiding Dangerous to Catastrophic Climate Changes*, 114 *PNAS*, 2017, 10315-10323.

<sup>33</sup> Howard-Livermole, *Sociopolitical Feedbacks and Climate Change*, 43 *Harvard Envtl L. Rev.*, 2019, 119-174.

<sup>34</sup> <https://sites.google.com/site/williamdnordhaus/dice-rice>.

<sup>35</sup> Dasgupta, *The Economics of Biodiversity. The Dasgupta Review*, 2021 <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>

XII) Il "*Production Gap*" evidenziato dall'UNEP, da cui risulta che gli stessi impegni di contenimento delle emissioni da parte degli Stati, a parità di indici di crescita, non sono sufficienti al conseguimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi del 2015<sup>36</sup>.

XIII) Il connesso "*Circularity Gap*", ovvero la circostanza che il tasso di circolarità dell'economia mondiale (che misura la percentuale fra l'impiego di materiali derivati o riciclati e totale degli altri) resta molto basso<sup>37</sup>.

XIV) Il c.d. effetto "*Win-Lose*" delle decisioni di controllo dell'inquinamento, separate da quelle sulla lotta al cambiamento climatico, che, come dimostrato da Martin Williams<sup>38</sup>, ignora la connessione circolare tra inquinamento dell'aria e cambiamento climatico (Williams considera l'unica via effettivamente "*Win-Win*" per vincere la sfida del cambiamento climatico quella dell'abbandono definitivo del fossile, non semplicemente della sua riduzione o neutralizzazione).

XV) L'insufficienza delle misure esistenti di "*Carbon Tax*" al fine di disincentivare attività emmissive inquinanti e climalteranti, dato che l'85% delle emissioni di CO<sub>2</sub> è generato da settori diversi dal trasporto su strada, mentre le poche forme di tassazione si concentrano solo su quest'ultimo<sup>39</sup>.

XVI) La persistenza dei c.d. "sussidi fossili" (o "ambientalmente dannosi"), denunciati persino dal Fondo Monetario Internazionale nel divario tra prezzi praticati, per giustificarli, e ricavi effettivamente ottenuti dalle imprese sussidiate<sup>40</sup>.

XVII) Il profilarsi di rischi economico finanziari incalcolabili nella loro gravità. Un Report 2020 della Banca dei regolamenti internazionali<sup>41</sup> constata che le analisi tradizionali, meramente economico-finanziarie, di costi/benefici non possono anticipare con adeguata accuratezza le caratteristiche che avranno i rischi legati all'emergenza climatica: tra questi, il più grave è il c.d. "*Cigno verde*", ossia il verificarsi di effetti finanziari con un potenziale estremamente distruttivo, che potrebbero portare a crisi finanziarie sistemiche bisognose di un vero e proprio "*Epistemological Break*". Alle medesime conclusioni giunge l'analisi del rischio della Banca J.P. Morgan<sup>42</sup>.

### 3d.

Ora, l'insieme dei fatti emergenziali elencati si coniuga con l'urgenza, che non è politica ma termodinamica, di realizzare obiettivi concreti di risposta entro il 2030 per il 2050. Le fonti di questo termine risiedono sia nel Report 2018 *Global Warming 1,5°C* dell'IPCC che nel 13°SDG ONU. Esse segnano giuridicamente l'arco temporale dell'urgenza.

La stessa UE lo ammette, avendo riconosciuto il proprio deficit ecologico e richiamato il limite dei "*Planetary Boundaries*" sin dal suo VII Programma di Azione per l'Ambiente (AAA 2013-2020), ma fatto proprio anche dall'ONU, col programma *United in science* (che invoca, in una prospettiva olistica, il dovere di includere la conoscenza di tutti gli elementi della vita, coinvolti dal fenomeno del cambiamento climatico)<sup>43</sup> e ribadito proprio dalla Risoluzione del Parlamento Europeo "*European Green Deal*", del 15 gennaio 2020<sup>44</sup>.

<sup>36</sup> <https://www.unenvironment.org/resources/report/production-gap-report-2020>.

<sup>37</sup> Cfr. <https://www.circularity-gap.world/2020>.

<sup>38</sup> Williams, *Tackling Climate Change: what is the Impact on Air Pollution?*, 3 *J. Carbon Manag.*, 5, 2012, 511-519.

<sup>39</sup> OECD, *Taxing Energy Use 2019. Using Taxes for Climate Action*, Paris, 2019.

<sup>40</sup> Coady et al., *Global Fossil Fuel Subsidies Remain Large*, IMF WP/19/89.

<sup>41</sup> Bolton et al., *The Green Swan. Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change*, Basel, 2020.

<sup>42</sup> J.P. Morgan, *Special Report: Risky Business: the Climate and the Macroeconomy*, Economic Research January 14, 2020.

<sup>43</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/09/unite-in-science-report/>

<sup>44</sup> [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0005\\_IT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0005_IT.html)



Purtroppo, tutti gli scenari prevedibili, probabili o anche solo possibili post-2030-2050, in assenza di interventi drastici nella riduzione delle emissioni di gas serra, appaiono catastrofici<sup>45</sup>, in termini di definitiva incontrollabilità umana del cambiamento climatico (quindi inutilità delle politiche di mitigazione) e difficoltà esistenziale di adattamento ai suoi effetti.

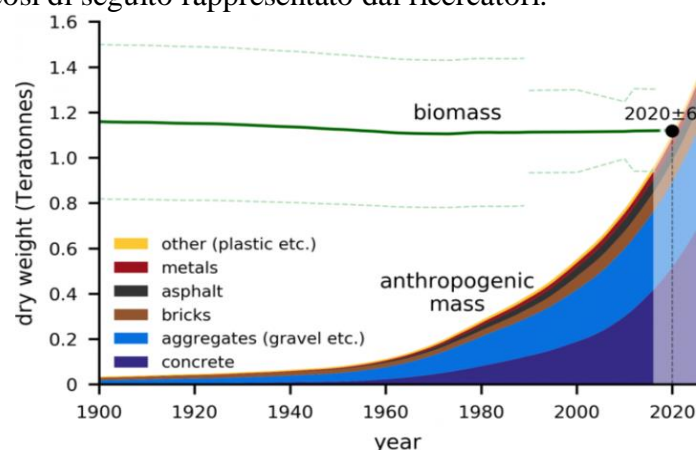
In merito, si parla di "*Climate Clock*", per evidenziare che l'ora limite per restare climaticamente stabili nel sistema (in termini di temperature e di effetti biosferici) sta per essere superata<sup>46</sup>, esponendo immediatamente gli "Hot Spot" spot climatici (tra cui molti Stati europei soprattutto del Mediterraneo) a effetti incalcolabili<sup>47</sup> (dalle pandemie da inquinamento atmosferico, all'aumento delle morti premature all'anno, alla riduzione delle aspettative di vita<sup>48</sup>).

### 3e.

Questo scenario, già di per sé preoccupante, è aggravato da altre sei urgenze.

I) La prima riguarda la necessaria e urgente riduzione irreversibile dei consumi energetici. Infatti, negli ultimi settant'anni, le attività umane hanno superato il consumo di energia degli 11.700 anni precedenti, in gran parte grazie al ricorso ai combustibili fossili<sup>49</sup>.

II) La seconda si riferisce all'obbligo di recupero della biomassa sul consumo di risorse fossili. Proprio alla fine del 2020, la ricerca scientifica ha consegnato la preoccupante evidenza empirica di un simile definitivo dominio della produzione materiale umana, favorita dall'energia fossile, su qualsiasi altra "biomassa", sancendo il cosiddetto "*punto di crossover*"<sup>50</sup>. Il "*punto di crossover*" è connesso anche all'utilizzo di tutti i derivati delle risorse fossili ed è così di seguito rappresentato dai ricercatori.



III) La terza investe la constatazione che il disturbo umano sulla vita della Terra è divenuto ormai cronico, dunque persistente persino quando apparentemente si traduce in incidenti o impatti settoriali, sicché le decisioni di "ristoro", "compensazione" e simili non si rivelano risolutive o di ripristino degli equilibri termodinamici degli ecosistemi<sup>51</sup>.

IV) La quarta denuncia l'emergenza della "sindemia permanente" a seguito dell'aumento delle patogenesi connesse a riscaldamento globale e perdita di biodiversità, come denunciato dal

<sup>45</sup> MET Office, *Decadale Forecast, Outlook for Global Climate in the Coming Years* (<https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/decadal-fc/index>), 2019.

<sup>46</sup> <https://thebulletin.org/doomsday-clock/>.

<sup>47</sup> Berdugo et al., *Global Ecosystem Thresholds Driven by Aridity*, 367 *Science*, 2020, 787-790.

<sup>48</sup> Lillievel, *Loss of Life Expectancy from Air Pollution compared to other Risk Factors: a Worldwide Perspective*, *Cardiovascular Research*, 2020, 1-8.

<sup>49</sup> Syvitski et al. *Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch*, *Communications Earth & Environment*, 32, 2020, 1-13.

<sup>50</sup> Elhacham et al. *Global Human-made Mass exceeds all Living Biomass*, *Nat.*, 588, 2020, 442-444.

<sup>51</sup> Doherty et al. *Human Disturbance causes Widespread Disruption of Animal Movement*, *Nature Ecology & Evolution*, 2021, 1-6.

Report 2020 dell'UNEP, intitolato "Escaping the 'Era of Pandemics'"<sup>52</sup>. Tra l'altro, proprio nel corso del 2020, anche alla luce dell'esperienza della pandemia da Covid-19 (interconnessa, come patogenesi, alle emergenze denunciate), si arriva a formalizzare la richiesta presso l'ONU di una dichiarazione di emergenza planetaria<sup>53</sup>.

V) La quinta pone in discussione le relazioni tra valutazioni economiche e valutazioni ecologiche della sostenibilità, non più bilanciabili, in quanto la realizzazione di tutti obiettivi di sostenibilità, indicati dall'Agenda 2030, sono ormai impraticabili<sup>54</sup>.

VI) La sesta investe l'obbligo di abbattere l'intensità di carbonio (ossia la quantità di carbonio emessa per unità di energia consumata) delle attività umane per percentuali di molto superiori a quelle attuali, al fine di centrare gli obiettivi dell'Accordo di Parigi (attualmente tale percentuale è del 2,4% e dovrebbe salire almeno all'11,6% all'anno)<sup>55</sup>. D'altra parte, questa constatazione è emersa anche dall'ultimo *Emission Gap Report 2020* dell'UNEP<sup>56</sup>.

#### 4. La data ultimativa del 2030 (c.d. "tragedia dell'orizzonte")

Invero, gran parte dei riscontri scientifici di questo scenario drammatico era già presente nello *Special Report IPCC del 2018 "Global Warming 1,5°C"*<sup>57</sup>. Esso, infatti, formalizza l'urgenza della data entro cui agire efficacemente, per scongiurare la irreversibilità della minaccia: il 2030, termine già fissato anche dal 13° SDG ONU di "Agenda 2030".

In definitiva, il 2030 segna il punto di non ritorno per garantire il conseguimento effettivo e duraturo della stabilità e sicurezza del sistema climatico.

Entro nove anni, si deve intervenire in modo risolutivo.

Si è ormai fuori di qualsiasi scenario convenzionale di rischio. La citata Banca Internazionale dei Regolamenti (la Banca che riunisce tutte le Banche centrali statali) ha utilizzato, nel suo cit. *Report* del 20 gennaio 2020 intitolato "The Green Swan", la drammatica formula della "tragedia dell'orizzonte" temporale: il rischio non è più programmabile perché tutto va fatto entro nove anni.

Il seguente schema sintetizza, attraverso la metafora dell'automobile in corsa con le sue emissioni antropogeniche, la "tragedia dell'orizzonte" rispetto al 2030/2050.



<sup>52</sup> <https://ipbes.net/pandemics>

<sup>53</sup> <https://clubofrome.org/publication/the-planetary-emergency-plan/>

<sup>54</sup> O'Neill et al. *A Good Life for all within Planetary Boundaries*, *Nat Sustain.*, 1, 2018, 88–95.

<sup>55</sup> Si tratta del rapporto di PwC *Net Zero Economy Index* (<https://www.pwc.co.uk>)

<sup>56</sup> *Emission Gap Report 2020*: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>

<sup>57</sup> <https://ipccitalia.cmcc.it/ipcc-special-report-global-warming-of-1-5-c/>

Parlare di "tragedia dell'orizzonte" significa anche che i danni, sotto forma di minaccia in corso e non più di rischio possibile, sono già in atto e vanno prevenuti con urgenza nel loro ulteriore dispiegarsi e moltiplicarsi per evitare che sia troppo tardi (dopo il 2030) e il collasso termodinamico e le rotture della stabilità climatica sfuggano di mano.

I contenuti dello *Special Report IPCC "Global Warming 1,5°C"* sono chiari:

$\alpha$  – con un aumento del riscaldamento di 1,5°C, si verificherebbe una perdita del 6-8% delle specie viventi, perdite che aumenterebbero al 16-18%, nell'ipotesi di temperatura a 2°C;

$\beta$  – l'innalzamento globale del livello del mare sarebbe inferiore di 10 cm con l'aumento del riscaldamento globale di 1,5°C rispetto ai 2°C;

$\gamma$  – nel primo scenario, la probabilità per l'Artico di trovarsi libero dal ghiaccio marino in estate si verificherebbe una volta al secolo, mentre nel secondo scenario almeno una volta ogni 10 anni;

$\delta$  – le barriere coralline di tutto il mondo diminuirebbero del 70-90% con il primo scenario, mentre praticamente sparirebbero con il secondo;

$\epsilon$  – con il primo scenario, le probabilità che eventi climatici estremi (tempeste, uragani, cicloni, inondazioni, desertificazioni) sarebbe molto più bassa rispetto al secondo.

Con riguardo alla condizione umana, poi, il *Report* del 2018 attesta che, con l'aumento della temperatura globale di 1,5°C, anziché di 2°C, si potrebbero:

$\alpha$  – ridurre entro il 2050 di diverse centinaia di milioni il numero di persone esposte ai rischi legati al clima e suscettibili di finire in povertà;

$\beta$  – proteggere 10 milioni di persone dai rischi legati all'innalzamento dei livelli del mare;

$\gamma$  – ridurre la percentuale della popolazione globale esposta all'aumento dello stress idrico fino al 50%.

Il *Report* continua affermando pure che, al ritmo attuale di aumento delle temperature, la soglia di 1,5°C sarà superata ben prima del 2040 e conclude affermando che gli impegni degli Stati per ridurre le proprie emissioni di gas serra non sono in linea con l'obiettivo di limitare il riscaldamento globale a 1,5°C.

Ecco perché il 2030 assurge a parametro di urgenza, validità e limite, basato sulla scienza delle decisioni da assumere nelle valutazioni di compatibilità e utilità climatica. Non a caso, sia l'ONU che l'UE ne hanno richiamato la indifferibile necessità di adempimento, con la formula della "*Decade of Action*"<sup>58</sup>.

Invero, che si stesse andando incontro a questo scenario era stato già documentato dall'IPCC ben prima del 2018, senza che gli Stati si convincessero a riconoscere legalmente la "minaccia".

Il Rapporto *AR4* dell'IPCC del 2007 già illustrava come il riscaldamento globale superiore a un aumento medio delle temperature di oltre 2°C, rispetto ai livelli preindustriali, avrebbe prodotto una situazione pericolosa ed irreversibile (in termini di maggiore numero di inondazioni dovute all'innalzamento del livello del mare, stress da calore derivante da periodi più intensi e più lunghi di caldo, crescente diffusione di malattie respiratorie a causa del peggioramento della qualità dell'aria, siccità accompagnata da incendi boschivi, crescente diffusione di malattie infettive e gravi inondazioni a causa di forti precipitazioni, interruzione della produzione alimentare e della fornitura di acqua potabile, incommensurabile perdita di biodiversità)<sup>59</sup>.

Il Rapporto successivo, *AR5* IPCC del 2013-2014<sup>60</sup> rilevava già l'alta probabilità di un aumento della temperatura di oltre i 2°C entro fine secolo, indirizzando l'instabilità climatica verso scenari peggiorativi irreversibili. Infatti, nel "Sommaio destinato ai politici" (*Summary*

<sup>58</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/decade-of-action/>

<sup>59</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar4/>

<sup>60</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>

for Policymakers) del Report, sono già elencate le c.d. "RFC", ossia le "Reason For Concern" (motivi di preoccupazione):

$\alpha$  – rischio di morte, lesioni, malattie o distruzione dei mezzi di sostentamento nelle zone costiere basse e nei piccoli stati insulari in via di sviluppo e in altre isole minori, a causa di mareggiate, inondazioni costiere e innalzamento del livello del mare [RFC 1-5];

$\beta$  – rischio di gravi problemi di salute e di distruzione dei mezzi di sostentamento per le grandi popolazioni urbane a causa di inondazioni interne in alcune regioni [RFC 2 e 3];

$\gamma$  – rischi sistematici dovuti a eventi meteorologici estremi che portano alla rottura di reti infrastrutturali e servizi critici come elettricità, approvvigionamento idrico e servizi sanitari e di emergenza [RFC 2-4];

$\delta$  – rischio di mortalità e infettività durante i periodi di caldo estremo, in particolare per le popolazioni urbane vulnerabili e per coloro che lavorano all'aperto in aree urbane o rurali. [RFC 2 e 3];

$\epsilon$  – rischio di insicurezza alimentare a causa della siccità, alle inondazioni e alla variabilità delle precipitazioni, in particolare per le popolazioni più povere nei contesti urbani e rurali [RFC 2-4];

$\zeta$  – rischio di perdita dei beni e delle attività rurali a causa dell'accesso insufficiente all'acqua potabile e all'irrigazione [RFC 2 e 3];

$\eta$  – rischio di perdita degli ecosistemi marini e costieri, della biodiversità e dei beni, funzioni e servizi che l'ecosistema fornisce, in particolare per le comunità di pescatori dei tropici e dell'Artico [RFC 1, 2 e 4];

$\theta$  – rischio di perdita degli ecosistemi terrestri e delle acque interne [RFC 1, 3 e 4].

L'ultimo Rapporto, l'AR6 IPCC è in corso di elaborazione<sup>61</sup>, ma già le sue prime rilevazioni non smentiscono le prospettive della "minaccia".

Pertanto, la drammaticità dell'emergenza climatica risiede proprio in questo: il futuro imminente (dal 2030 in poi) sarà comunque peggiorativo, oscillando da pericoloso a catastrofico, a sconosciuto.

Valgano due riscontri scientifici, che sintetizzano il consenso scientifico e istituzionale di allarme sulle emergenze in atto.

Il primo osserva come, a partire dal periodo 2030-2050, il futuro, alla luce dei dati e delle conoscenze attuali, si potrà prospettare solo nelle seguenti tre modalità: temperature medie superiori 1,5°C determineranno uno scenario pericoloso per la stabilità climatica e la convivenza umana; con temperature superiori a 3°C, lo scenario diventerà catastrofico; se le temperature saranno superiori a 5°C, lo scenario diventerebbe sconosciuto, perché l'umanità non ha mai convissuto con temperature medie superiori a 5°C, rispetto a quelle dei millenni di sua presenza sulla Terra<sup>62</sup>.

Ma come può essere interpretato scientificamente un futuro sconosciuto? Qui entrano in gioco gli altri riscontri. Le varie ipotesi sono tutte pessimistiche, non in termini di opinione, bensì di proiezione alla luce dei modelli previsionali e statistici esistenti.

Si parla di:

- futuro proiettato su temperature infernali<sup>63</sup>;
- tempesta perfetta di problemi convergenti, derivanti dalle emergenze in corso<sup>64</sup>;

<sup>61</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

<sup>62</sup> Xu et al. *Well below 2°C: Mitigation Strategies for Avoiding Dangerous to Catastrophic Climate Changes*, 114 *PNAS*, 2017, 10315-10323.

<sup>63</sup> Westerhold et al. (2020) *An Astronomically dated record of Earth's Climate and its Predictability over the last 66 million years*, 369 *Science*, 6509, 2020, 1383-1387.

<sup>64</sup> Capellan-Pérez et al., *Medeas. A new modelling framework integrating global biophysical and socioeconomic constraints*, 13 *Energy & Environmental Science*, 3, 2020, 876-1017.

- punto di non ritorno planetario (quindi la definitiva perdita di controllo della stabilità climatica ovunque) già al 2050<sup>65</sup>;
- addirittura punto di non ritorno non governabile senza azzerare immediatamente tutte le forme di emissione di gas serra e controllare il riscaldamento globale con ulteriori strumenti di stabilizzazione climatica<sup>66</sup>.

«*Climate change bigger threat than Covid*» (il cambiamento climatico è una minaccia peggiore del Covid) e «*No vaccine for climate change*» (nessun vaccino per il cambiamento climatico) sono le due implacabili formule utilizzate dall'ultimo *Report* (novembre 2020) della Federazione Internazionale delle società della Croce Rossa e della Mezzaluna Rossa (IFRC)<sup>67</sup>.

## 5. Convergenza catastrofica, peggioramento delle previsioni, insufficienza del "Carbon Offset"

In ragione di quanto emerso dalle innumerevoli osservazioni scientifiche, si parla di convergenza catastrofica tra le varie manifestazioni dell'emergenza planetaria, a partire da quella climatica, in un quadro peggiorativo nelle previsioni sul futuro.

Valga per tutti l'appello degli scienziati del gennaio 2021<sup>68</sup>.

Non è la prima volta e sicuramente - purtroppo - non sarà l'ultima che un gruppo di scienziati sente il bisogno di lanciare un allarme sulla crisi globale. Tuttavia, gli appelli ultimativi sono ormai sempre più frequenti.

Complessivamente, circa un milione di specie sono minacciate di estinzione nel prossimo futuro e circa il 40% delle piante sono considerate in pericolo. A livello globale residua solo il 15% delle aree umide che esistevano solo 300 anni fa. Più di due terzi degli oceani sono stati compromessi dalle attività umane, mentre la copertura di coralli vivi sulle barriere si è dimezzata in 200 anni. La biomassa terrestre è rappresentata dal bestiame (59%) e dagli esseri umani (36%), mentre solo il 5% circa di questa biomassa totale è costituito da mammiferi selvatici, uccelli, rettili e anfibi. In pratica, la biodiversità è ridotta al minimo.

Questo degrado comporta enormi conseguenze negative, nella sua considerazione congiunta con il riscaldamento globale e il cambiamento climatico, perché evidenza, ancora una volta, l'inefficacia delle misure e soluzioni settoriali mirate a compensare singoli ambiti ambientali o a ristorare economicamente perdite ecosistemiche irreversibili.

Del resto, l' inutilità di simili rimedi "compensatori" è comprovata dal fatto che il ricorso ad essi non ha frenato la deriva peggiorativa degli scenari climatici planetari<sup>69</sup>. Esso spiega che, stando alle leggi della fisica, sarebbe ancora possibile contenere l'aumento delle temperature entro l'1,5°C, il più volte richiamato obiettivo di stabilità dell'Accordo di Parigi. Ma, affinché lo scenario si concretizzi, è ineludibile praticare l'abbandono immediato dei combustibili fossili. Infatti, secondo lo studio, abbandonando i fossili immediatamente, ci sarebbero due possibilità su tre di mantenere l'aumento della temperatura media globale sotto il grado e mezzo. Più dettagliatamente, per avere il 64% di probabilità di rimanere entro la soglia di 1,5°C, si dovrebbe iniziare fin da subito l'abbandono progressivo delle energie fossili e

---

<sup>65</sup> Hansen et al. *Ice melt, sea level rise and superstorms*, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, 2016, 3761-3812.

<sup>66</sup> Randers, *An Earth System Model shows Self-sustained melting of Permafrost even if all man-made GHG Emissions Stop in 2020*, *10 Scientific Reports*, 2020, 18456.

<sup>67</sup> <https://media.ifrc.org/ifrc/press-release/climate-change-new-report-shows-global-response-failing-people-greatest-need/>

<sup>68</sup> Bradshaw, Erlich et al. *Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future* (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcosc.2020.615419/full>).

<sup>69</sup> Smith et al. *Current fossil fuel infrastructure does not yet commit us to 1.5 °C warming*, *10 Nat Commun.*, 101, 2019.

concludersi definitivamente entro i prossimi 40 anni. Questa percentuale si dimezzerebbe intorno al 33% di possibilità se la fase di abbandono non dovesse iniziare prima del 2030.

In più, tale abbandono delle risorse fossili dovrebbe essere accompagnato anche dal perseguimento delle c.d. "emissioni negative", attraverso la "cattura naturale" di anidride carbonica nell'atmosfera. Ma significherebbe, come minimo, riforestare entro il 2050 una superficie terrestre di circa 10 milioni quadrati, pari più o meno all'estensione del Canada. Bisognerebbe anche lavorare sulle tecnologie di "sequestro artificiale" dell'anidride carbonica, su cui si è ancora molto indietro rispetto alla scadenza del 2030.

In definitiva, si tratterebbe di un'operazione ciclopica.

Perché?

Perché essa dovrebbe fare i conti con i tempi stretti di realizzazione (2030 per il 2050) e con il poco "bilancio di carbonio" ancora disponibile per le emissioni fossili antropogeniche.

Infatti, per avere una possibilità del 50% di limitare il riscaldamento globale a 1,5°C, il mondo può emettere ancora 770 gigatonnellate di gas serra (GtCO<sub>2</sub>). Per proiettarsi su una probabilità dei dei 2/3, il "bilancio di carbonio" rimanente dovrebbe scendere almeno a 570 GtCO<sub>2</sub>.

Queste cifre sono state calcolate dall'IPCC, nel più volte citato *Special Report Global Warming 1,5°C* del 2018.

Gli studi più recenti, però, dimostrano come anche questo scenario quantitativo è purtroppo peggiorato<sup>70</sup>. Ricercatori della Concordia University hanno prodotto un nuovo metodo di calcolo del "Carbon Budget" rimanente. E da esso è emerso che resterebbero appena tra le 230 e le 440 GtCO<sub>2</sub> a partire dal 2020 per il 2030/2050. Il medesimo studio osserva che la decarbonizzazione globale è stata solo del 2,4% nel 2019, molto al di sotto del tasso necessario per raggiungere la neutralità climatica al 2050. Di conseguenza, per raggiungere l'obiettivo dell'Accordo di Parigi di limitare il riscaldamento a 1,5°C con emissioni nette zero, è indispensabile un'accelerazione della decarbonizzazione di quasi cinque volte quella attuale e a partire da quest'anno. In definitiva, gli approcci gradualisti non sono più sufficienti.

Tra questi, c'è da considerare il c.d. "Carbon Offset", ossia la compensazione di CO<sub>2</sub> attraverso iniziative settoriali come rimboschimenti e simili.

L'efficacia di simili strumenti appare smentita dai fatti su due fronti.

Il primo è emerso proprio dall'esperienza del Covid-19: nonostante il previsto calo delle emissioni globali dovuto alla pandemia da Covid-19, il 2020 è stato un altro anno da record per l'aumento della temperatura media globale. Infatti, il servizio europeo Copernicus sul cambiamento climatico (C3S) ha registrato, nel 2020 e per il territorio europeo, un aumento della temperatura media di 1,25°C rispetto all'era pre-industriale<sup>71</sup>.

Il "Carbon offset" non contribuisce di per sé a modificare lo *status quo*, per cui non assume funzioni di mitigazione. Inoltre, esso non è mai perfettamente equivalente a tutte le impronte di carbonio e l'intensità di carbonio del ciclo di vita di un qualsiasi processo di estrazione, distribuzione e uso del fossile.

Se poi si collega tale constatazione con quanto già evidenziato sulla riduzione del "bilancio di carbonio", sulla difficoltà degli ecosistemi di garantire efficacia al servizio di *carbon sink* e sui tempi lenti della cattura tecnologica del carbonio, si può facilmente comprendere la difficoltà di affidare a questo singolo strumento contingente la rappresentazione dell'utilità e compatibilità climatica di qualsiasi attività fossile.

Anche per questo si parla, da parte della scienza, di "miti sulle emissioni nette zero e sulla compensazione delle emissioni di carbonio"<sup>72</sup>.

---

<sup>70</sup> Damon et al. *An integrated approach to quantifying uncertainties in the remaining carbon budget*, 2 *Commun. Earth Environ*, 7, 2021.

<sup>71</sup> <https://cds.climate.copernicus.eu/about-c3s>

<sup>72</sup> <https://www.climatechangenews.com/2020/12/11/10-myths-net-zero-targets-carbon-offsetting-busted/>

Il problema può essere raffigurato con il seguente schema.



## 6. La ricaduta dell'emergenza su tutte le componenti del sistema climatico, con danni in corso locali e planetari

Il sistema climatico è costituito, per ufficiale definizione dell'italiano ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, istituito con l. n. 132/2016), dalle seguenti sfere di sistemi termodinamici, ognuna delle quali rappresenta un sottosistema: atmosfera (aria); idrosfera (acqua); criosfera (ghiacci e Poli); pedosfera (suolo); litosfera (rocce); biosfera (piante, animali, batteri, virus, esseri umani).

Ognuno di questi sistemi è interconnesso con gli altri in condizioni di reciprocità, il che significa che il disturbo entropico di uno incide su tutti gli altri e viceversa. È del tutto evidente, pertanto, che il disturbo cronico della concentrazione dei gas serra si riverbera in disturbo cronico di tutte le componenti delle sfere del sistema climatico.

Questa constatazione del disturbo antropogenico nella interconnessione reciproca fra tutte le componenti del sistema climatico è fondamentale per il corretto inquadramento della regolarità causale che produce danni. Essa, infatti, consiste in due catene causali: il *feedback loop* e la patogenesi.

Il *feedback loop* (anello di retroazione)<sup>73</sup> descrive il processo causale di reazione e retroazione attivato dal disturbo termodinamico (quello umano di emissione artificiale aggiuntiva di gas serra). Esso può essere "positivo" o "negativo": è *Feedback* "positivo" quello che attiva ulteriori entropie e disturbi nella reazione e retroazione. Reazione e retroazione operano sia

<sup>73</sup> La formula "*Feedback Loop*" o "*anello di retroazione*" è ripresa dalla cibernetica, per descrivere la complessità del sistema climatico come disposizione circolare di elementi connessi attraverso azioni e retroazioni complesse, complicate a loro volta dalla interferenza umana, al cui interno una causa iniziale si propaga lungo le connessioni dell'anello, in modo tale che ogni elemento agisca sul successivo finché l'ultimo propaga nuovamente l'effetto sul primo elemento del ciclo. La conseguenza è che il primo effetto (*input*) subisce l'effetto dell'ultima (*output*) dando l'autoregolamentazione dell'intero sistema.

all'interno dell'intero sistema climatico sia tra le sue componenti. Pertanto, l'aumento artificiale del gas serra in atmosfera attiva reazioni e retroazioni causali di eventi e conseguenze dannose:

$\alpha$  – tra atmosfera, idrosfera, criosfera, pedosfera, litosfera e biosfera (compreso l'essere umano);

$\beta$  – dentro ciascuna di queste sfere (compreso l'essere umano).

La patogenesi, invece, investe la causalità delle sole forme di vita (quindi della biosfera), ma essa non coincide con la semplice eziologia di una singola malattia. Essa identifica

$\alpha$  – le alterazioni dello stato fisiologico di qualsiasi forma vivente, conseguenti all'aumento della temperatura in atmosfera,

$\beta$  – che portano allo stabilizzarsi o svilupparsi di malattie o comunque di stati patologici nei determinanti della salute degli esseri viventi, compromettendone l'omeostasi ovvero l'equilibrio complessivo.

Bisogna precisare che *feedback loop* e patogenesi non sono fra loro alternativi (l'uno esclude l'altro), bensì pur sempre interconnessi, dato che coinvolgono ovunque materia ed energia. Quindi, le regolarità causali di *feedback loop* e patogenesi, interne al sistema climatico e dentro le sue componenti, definiscono la catena causale in una proiezione spazio-temporale più articolata e complessa della linearità meccanicistica prima/dopo di singoli fenomeni o condotte (quella in cui il nesso causale si arresta a un singolo evento e a una singola conseguenza dannosa, invece di essere osservato come parte della interconnessione del sistema climatico secondo la termodinamica).

La considerazione delle regolarità causali di *feedback loop* e patogenesi è imprescindibile per conoscere altri tre elementi dell'emergenza climatica:

- i luoghi di attivazione di *feedback loop* e patogenesi;
- i tempi di loro manifestazione;
- la loro irreversibilità.

Per quanto riguarda i luoghi, tutte le interconnessioni del sistema climatico operano in una dimensione locale-planetaria-locale. Questo significa che qualsiasi condotta locale di emissioni artificiali di gas serra incide sul sistema climatico planetario, attivando interconnessioni fra tutte le sue componenti e al loro interno, che ricadono poi, in modalità di *feedback loop* e patogenesi, sui singoli contesti locali. La ragione di questa apparente singolarità risiede nel dato termodinamico che tutto è materia ed energia, sicché il calore immesso dal riscaldamento globale, attivato dall'emissione artificiale di gas serra, disturba ovunque. Questa acquisizione cognitiva del meccanismo naturale locale-planetaria-locale è alla base della già ricordata formula dei "Planetary Boundaries".

Per una sintesi efficace, si potrebbe ascoltare (con traduzione anche in italiano) la rappresentazione di Johan Rockström *10 years to transform the future of humanity - or destabilize the planet*, che si apre con la seguente allarmante constatazione: «*For the first time, we are forced to consider the real risk of destabilizing the entire planet*».

[https://www.ted.com/talks/johan\\_rockstrom\\_10\\_years\\_to\\_transform\\_the\\_future\\_of\\_humanity\\_or\\_destabilize\\_the\\_planet](https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_10_years_to_transform_the_future_of_humanity_or_destabilize_the_planet)



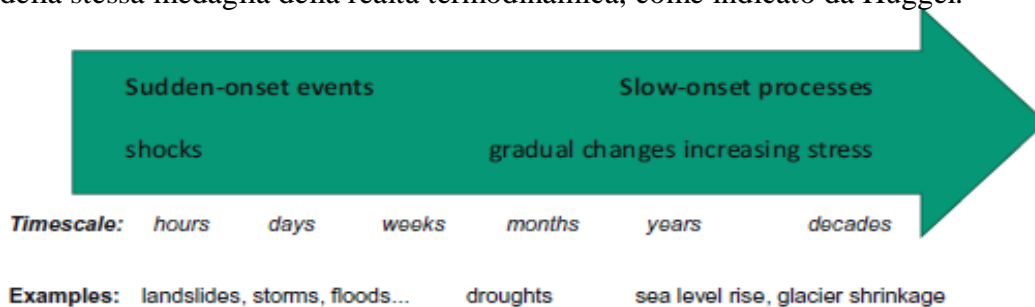


I tempi di manifestazione di *feedback loop* e patogenesi non sono lineari. Pertanto i danni non emergono con tempi uguali o paralleli. Questo si spiega perché le singole componenti del sistema climatico reagiscono al riscaldamento globale a velocità differenti: l'atmosfera, con scale di variazione temporale giornaliere; la biosfera, con scale di variazione temporale differenziate tra le diverse specie viventi; la criosfera, con scale di variazione temporale di centinaia e migliaia di anni; l'idrosfera, con scale di variazione temporale da decine a centinaia di anni; la pedosfera, con scale di variazione temporale da decine a centinaia di anni; la litosfera, con scale di variazione temporale da decine a centinaia di milioni di anni. Pertanto, tra danni e conseguenze, i tempi non scorrono sempre allo stesso ritmo ovunque. Lo sfasamento temporale, però, non fa venir meno la regolarità causale di danni e conseguenze; semplicemente la prolunga, a seconda dei sottosistemi del sistema climatico.

Il che significa anche che non c'è corrispondenza fra "esistenza" del danno e "visibilità" del danno.

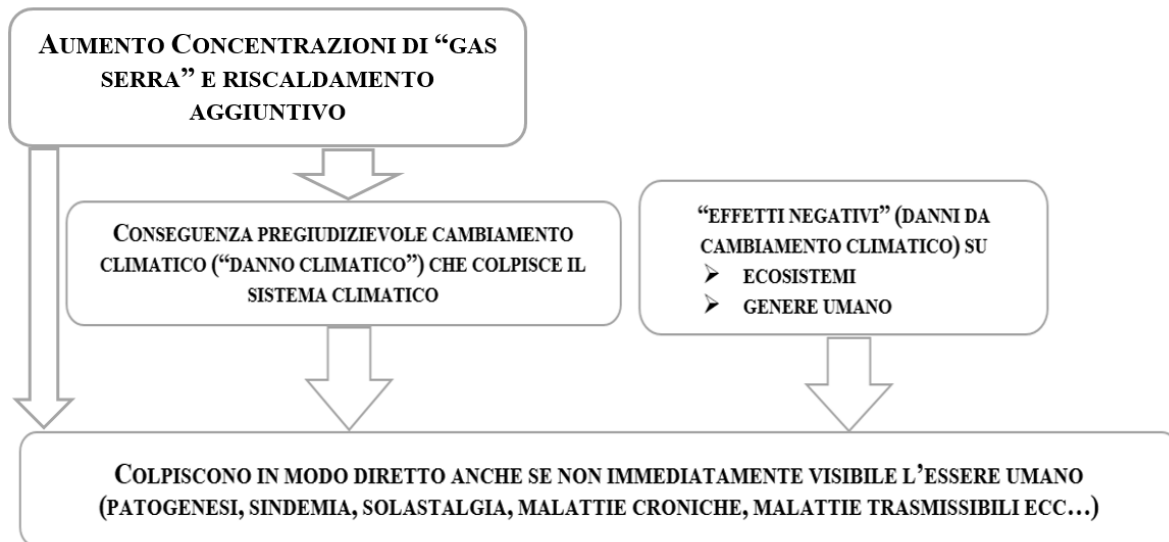
In altre parole, un danno da riscaldamento globale e da cambiamento climatico esiste anche se non ancora "visibile".

L'IPCC, il Panel Intergovernativo dell'ONU sui cambiamenti climatici, nel suo già cit. *Quinto Rapporto sui cambiamenti climatici (ARV)*, inquadra questi danni all'interno della freccia termodinamica del tempo, così distinguendo tra "loss" e "damage". Con la prima espressione, sono rubricati i processi ormai irreversibili di perdita di condizioni di equilibrio e stabilità del sistema climatico locale o planetario (per es. l'aumento della temperatura terrestre, la concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> superiore rispetto al passato, la definitiva estinzione dei presidi ecosistemici di salubrità ambientale come i "carbon sink"-bacini di carbonio, la cintura tropicale delle piogge, i ghiacciai ecc...). Con la seconda formula, sono identificati gli "shock" temporanei, circoscrivibili nello spazio (per es. una inondazione o un evento meteorologico estremo), ancorché proiettati, nella loro ripetizione, dal singolo giorno fino ai mesi o agli anni. Entrambi, quindi, identificano impatti che non possono più essere evitati attraverso sforzi di mitigazione e adattamento. Sono ormai danni esistenti, persistenti, ripetitivi e persino peggiorativi, simili a un tumore. Non a caso, un'efficace proposta<sup>74</sup> li scansiona, dentro la freccia termodinamica del tempo, in "sudden-onset events" e "slow-onset processes", che, amplificando lo "stress" ormai irreversibile del sistema climatico, moltiplicano frequenza, intensità e durata degli "shock" termici, anch'essi irreversibili. "Stress" e "shock" sono due facce della stessa medaglia della realtà termodinamica, come indicato da Huggel.



Questa rappresentazione trova conferma nelle disposizioni della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) del 1992 (Preambolo e artt. 1-4) e può essere rappresentata con il seguente schema.

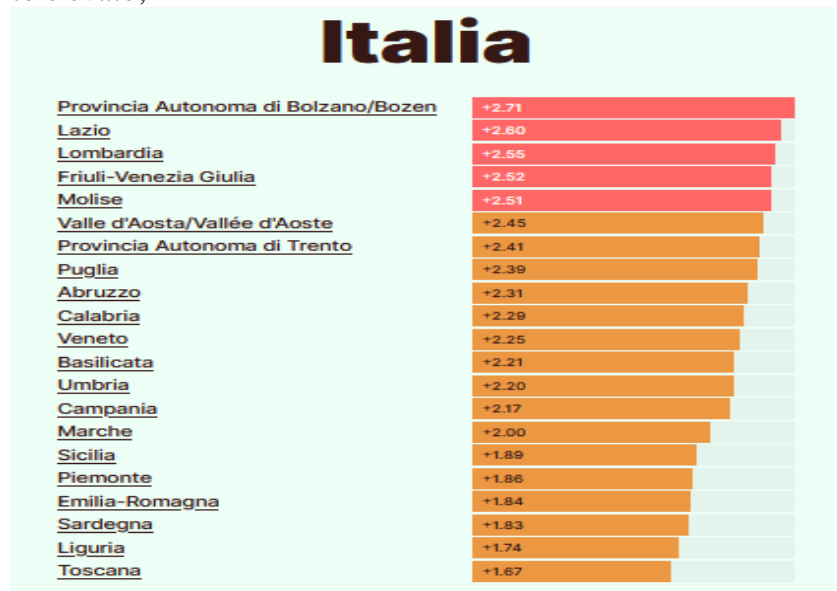
<sup>74</sup> C. Huggel et al., *Attribution of Irreversible Loss to Anthropogenic Climate Change*, in *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 2016, 8557.



Il danno climatico da aumento della temperatura e aumento della concentrazione di gas serra identifica una condizione peggiorativa irreversibile del sistema climatico a tutti i livelli, sia planetario che locale. In tale prospettiva, esso si qualifica come "loss".

Esempi pratici dell'esistenza in corso di questi danni climatici irreversibili ("loss"), anche a livello locale, possono essere documentati dalle seguenti fonti:

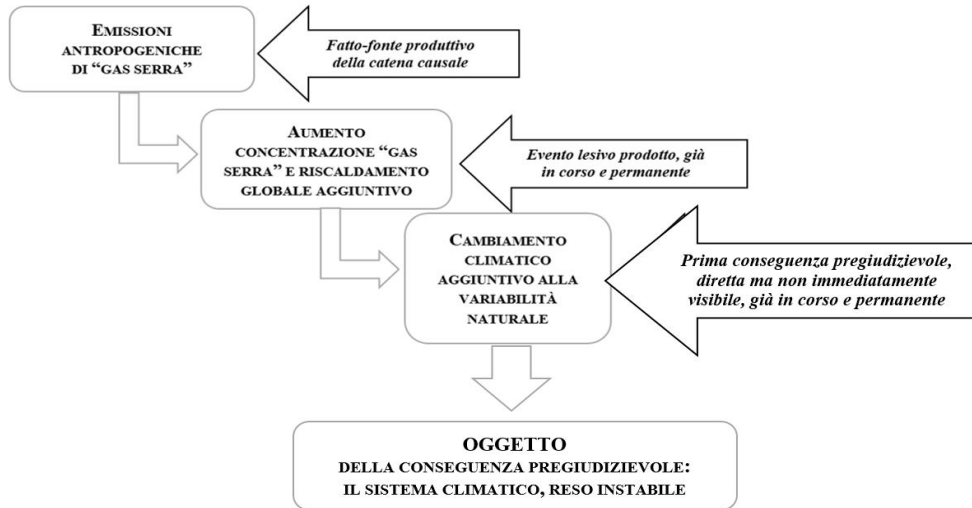
- il programma *CO<sub>2</sub>-earth* (anche in italiano)<sup>75</sup> monitora l'aumento irreversibile della concentrazione dei gas serra nei vari contesti;
- il progetto *Glocal Climate Change*<sup>76</sup> permette di mappare l'aumento irreversibile della temperatura locale e non solo planetaria, come può desumersi dalla seguente rappresentazione delle condizioni di riscaldamento climatico delle Regioni italiane, da cui estrapolare i dati dei singoli Comuni, in base ai quali è possibile constatare che, negli ultimi cinquant'anni, la temperatura media è aumentata di almeno 1°C in 7.540 Comuni italiani su 7.669, e a un ritmo di crescita molto elevato,



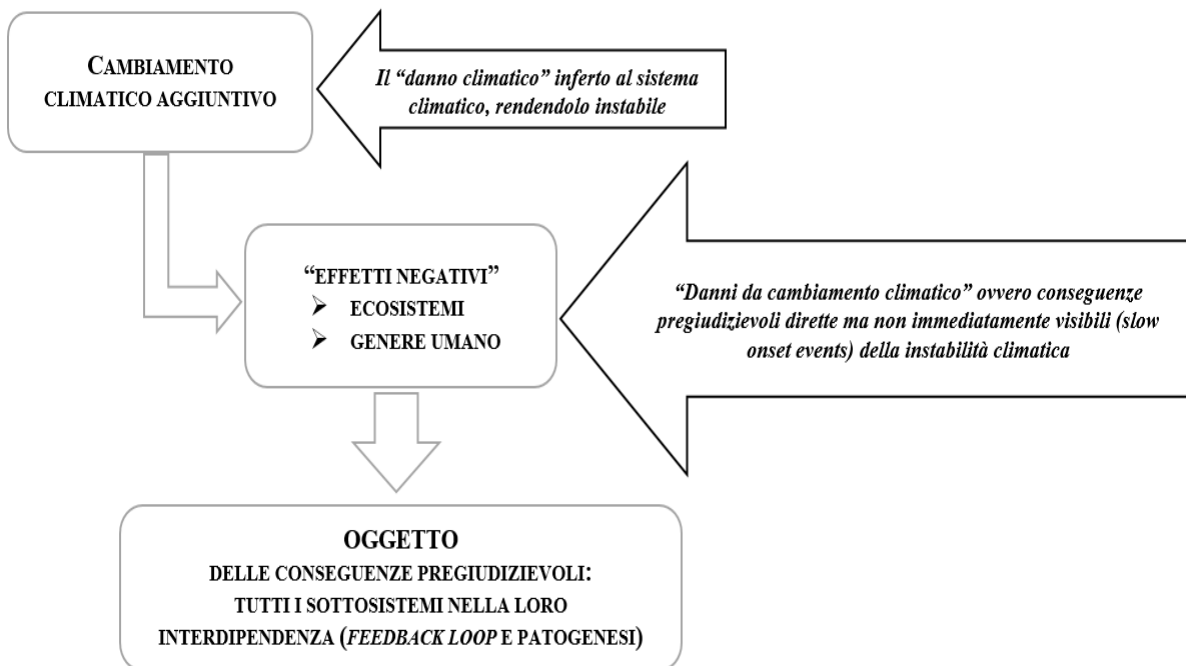
<sup>75</sup> <https://www.co2.earth/weekly-co2?fbclid=IwAR2ymvBau8fMZcpfo9JrirkdU4IFox8P4GTjjuvGlqE7yGdW979tKSbfPGQ>

<sup>76</sup> <https://climatechange.europeandatajournalism.eu/it/map>

- il "*First Mediterranean Assessment Report*"<sup>77</sup> individua i cambiamenti già in atto all'interno del Mar Mediterraneo e quindi anche sulle coste italiane.  
 In definitiva, le emissioni di gas serra attivano una prima regolarità causale di danni ormai in corso (aumento irreversibile della temperatura + concentrazione irreversibile di gas serra). Anche tale catena è già identificata dalle disposizioni dell'UNFCCC, secondo la seguente scansione.

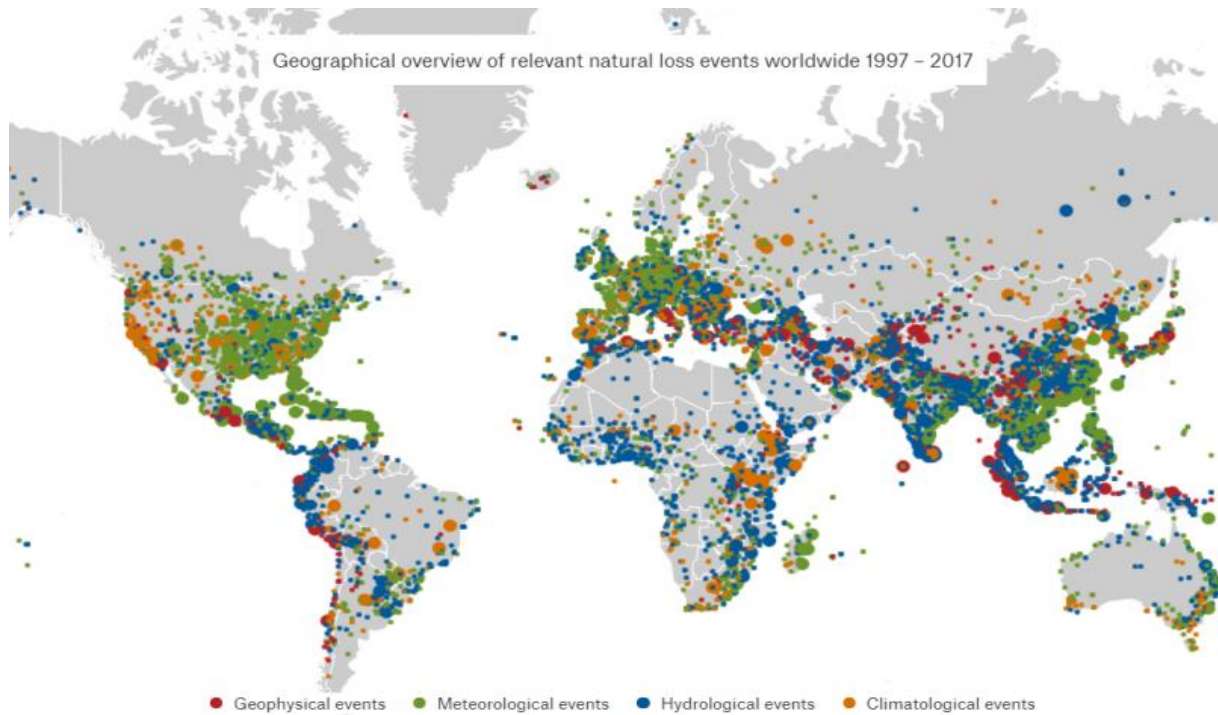


Da questa prima catena di danni deriva poi il cambiamento climatico, a sua volta produttivo di ulteriori conseguenze di *feedback loop* e patogenesi.



Lo schema che segue riporta una geografia delle conseguenze del cambiamento climatico nel mondo, in termini di "shock" meteorologici, idrologici e climatologici [Fonte: Munich RE, compagnia di assicurazione]

<sup>77</sup> <https://www.medecc.org/first-mediterranean-assessment-report-mar1/>



Si possono poi citare, sin d'ora, quattro esempi, in cui *feedback loop* e patogenesi si interconnettono nella freccia termodinamica del tempo che conduce a danni sistemici, moltiplicativi e massivi, dove la sorgente di causazione è unica (riscaldamento globale-cambiamento climatico) ancorché i tempi di emersione delle conseguenze sia differenziata:

$\alpha$  – la interconnessione fra riscaldamento globale-cambiamento climatico-aumento dell'inquinamento atmosferico-malattie umane;

$\beta$  – la interconnessione fra riscaldamento globale-cambiamento climatico-concentrazione gas serra-qualità dell'aria-malattie umane;

$\gamma$  - la interconnessione fra riscaldamento globale-cambiamento climatico-eventi estremi-occorrenza di epidemie;

$\delta$  – la interconnessione fra riscaldamento globale-cambiamento climatico-perdita di biodiversità-zoonosi pandemiche.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), di cui è parte anche l'Italia, ha calcolato il carico ambientale delle malattie, ossia quanto le dinamiche esterne ambientali, a loro volta condizionate dal clima, incidano sulla formazione o aggravarsi delle malattie umane. Il Rapporto "*Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*"<sup>78</sup>, ha dimostrato che oltre il 24% delle malattie umane deriva dalla "esposizione ambientale" al degrado ambientale e climatico in interconnessione.

Per queste ragioni, l'OMS ha definito l'Accordo di Parigi sul clima del 2015 il «*più forte accordo sulla salute pubblica*» a livello mondiale<sup>79</sup>.

Tra l'altro, un'ulteriore recente ricerca ha ulteriormente rimarcato la relazione circolare tra concentrazione di gas serra-inquinamento da gas fossili-malattie<sup>80</sup>.

<sup>78</sup> [https://www.who.int/quantifying\\_ghimpacts/publications/preventing-disease/en/](https://www.who.int/quantifying_ghimpacts/publications/preventing-disease/en/)

<sup>79</sup> <https://www.who.int/health-topics/climate-change>

<sup>80</sup> Karn et al. *Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem*, *Envtl Research*, 2021, 110754. Su rapporto tra crisi climatica e inquinamento, si v., in sintesi, Mangia et al. *Crisi climatica e inquinamento atmosferico*, 15 *Ithaca*, 2020, 57-68.

È in questo quadro che si inseriscono le analisi di rischio climatico dei vari Paesi, compresa l'Italia, in ragione appunto della fonte causale primigenia delle emissioni di gas serra, produttiva di riscaldamento globale e concentrazione gas serra, da cui scaturiscono poi *feedback loop* e patogenesi. Per le analisi di rischio in Italia, si deve fare riferimento alle fonti ufficiali di riferimento del SNPA<sup>81</sup> e della fondazione CMCC. Quest'ultima ha pubblicato nel 2020 la prima *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia* (Lecce, 2020).

Di questo importante studio, può essere significativo riportare la sintesi di scenario italiano, a seconda dei livelli di aumento della temperatura.



<sup>81</sup> [https://www.snpambiente.it/2020/11/12/cambiamenti-climatici-in-italia/?utm\\_source=rss&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=cambiamenti-climatici-in-italia](https://www.snpambiente.it/2020/11/12/cambiamenti-climatici-in-italia/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=cambiamenti-climatici-in-italia)

## 7. Necessità e urgenza di abbandono definitivo del fossile e impossibilità del bilanciamento "fossile" (secondo la logica del c.d. "meno peggio")

Perché tutta questa serie di rilevazioni è importante? Per due ragioni:

a) per comprendere concretamente la necessità e urgenza dell'abbattimento più rapido possibile delle emissioni di gas serra e quindi il connesso abbandono delle risorse fossili come "soluzione" ai problemi climatici, dato che ne costituiscono - tutte, senza esclusione alcuna - causa;

b) per constatare che, in uno scenario di necessità e urgenza di abbandono del fossile, strategie di bilanciamento tradizionale (quelle che ragionano nella figurazione del "meno peggio" e quindi della "riduzione" del fossile, invece che nell'abbandono) non sono possibili: il c.d. "win-win" del "meno peggio", nell'emergenza climatica, è oramai divenuto fallimentare per la stabilità climatica e per la qualità della vita di ecosistemi e persone.

Si parta dalla prima ragione.

Che cosa succederebbe se improvvisamente l'attività artificiale umana di emissioni di gas serra cessasse del tutto? Il riscaldamento globale cesserebbe? La concentrazione dei "gas serra" diminuirebbe? I danni si bloccherebbero?

Questi interrogativi sono sintetizzati dalla formula della c.d. antropausa o *thermal inertia* (appunto cessazione immediata delle emissioni artificiali antropogeniche di gas serra). Infatti, nel caso dell'antropausa (o *thermal inertia*) non cambierebbe nulla nell'immediato, né per l'aumento del riscaldamento globale né per la concentrazione dei gas serra né per altro. Ma questo non dimostra affatto che riscaldamento globale e concentrazione di gas serra sono indipendenti dall'azione artificiale umana, perché, in termodinamica, vale l'esatto contrario. La continua emissione di gas serra da parte dell'attività artificiale umana (antecedente che non consiste in un atto o evento istantaneo, ma in un processo ormai pluridecennale) ha prodotto così tanto disturbo (si parla di disturbo "cronico") e quindi entropia, in tutte le componenti del sistema climatico che l'impulso causale, una volta innestato, non si ferma istantaneamente o in tempi brevi (in ragione della causalità cumulativa rappresentata dai *feedback loop* e dalle patogenesi e delle diverse lunghezze temporali dei sottosistemi del sistema climatico), anche se l'antecedente originario – l'emissione artificiale antropogenica di "gas serra" – dovesse definitivamente arrestarsi ovunque. Per raggiungere un nuovo equilibrio termodinamico tra tutte le componenti del sistema climatico, saranno necessari anni o decenni o secoli, a seconda dei tempi di reazione e retroazione dei singoli sottosistemi (atmosfera, biosfera, idrosfera, criosfera, pedosfera, litosfera); e, in ogni caso, si tratterà pur sempre di un nuovo equilibrio, non di un ritorno all'equilibrio precedente. Ecco perché si parla di irreversibilità.

Tra l'altro, tale irreversibilità è confermata dal fatto che concentrazioni di gas serra ed emissioni antropogeniche di gas serra non si corrispondono in quantità, perché sono le prime (le concentrazioni) a essere condizionate da tutti i processi di *feedback loop* e patogenesi, conseguenti al riscaldamento globale (per esempio, lo scioglimento del permafrost, causato da *feedback loop* e patogenesi innescate dal riscaldamento globale antropogenico di questi decenni, sta facendo aumentare la concentrazione di gas serra, in particolare metano, con una proiezione temporale che proseguirà anche nel caso di eventuale cessazione di tutte le emissioni antropogeniche di metano).

Ecco perché, per effettivamente evitare ulteriori danni, è ineludibile

$\alpha$  – interrompere comunque quanto prima le emissioni artificiali di "gas serra" ed eliminare l'intensità di carbonio dalle attività produttive di beni e servizi, al fine di impedire che continuino le immissioni di calore da crescente riscaldamento globale antropogenico (si parla in proposito di attività *carbon free*, ossia liberarsi dal fossile, e situazioni di *carbon neutrality*, neutralizzare le emissioni fossili),

$\beta$  – scongiurare in questo modo il moltiplicarsi, non l'immediato arrestarsi, del più alto numero di irreversibilità dannose, interne al sistema climatico e tra e dentro i sottosistemi che lo compongono.

L'alternativa a questa scelta non esiste: sarebbe soltanto la catastrofe.

Il quadro termodinamico è dunque drammaticamente intrecciato. Il rischio che i danni da immissione di calore del riscaldamento globale antropogenico, all'interno dei processi di *feedback loop* e patogenesi attivati da quell'immissione, si moltiplichino o, se già in corso, si aggravino sino a diventare irreparabili e permanenti (nelle forme dei *tipping point* e dei "punti di crossover", prima accennati), è ormai assurdo a minaccia urgente potenzialmente irreversibile.

Per tale motivo, la scienza ha identificato un limite assoluto e invalicabile per scongiurare il definitivo dilagare di questa minaccia. Questo limite assoluto e invalicabile, per essere efficace, deve necessariamente avere un triplice contenuto, che consiste:

$\alpha$  - nella fissazione della temperatura massima di riscaldamento globale, accettabile per poter ri-stabilizzare i processi termodinamici di tutte le componenti del sistema climatico "disturbate" dal riscaldamento antropogenico (tra +1,5°C/massimo + 2°C);

$\beta$  - nella individuazione di un termine temporale, entro il quale conseguire la fissazione di questa temperatura massima (2030/2050);

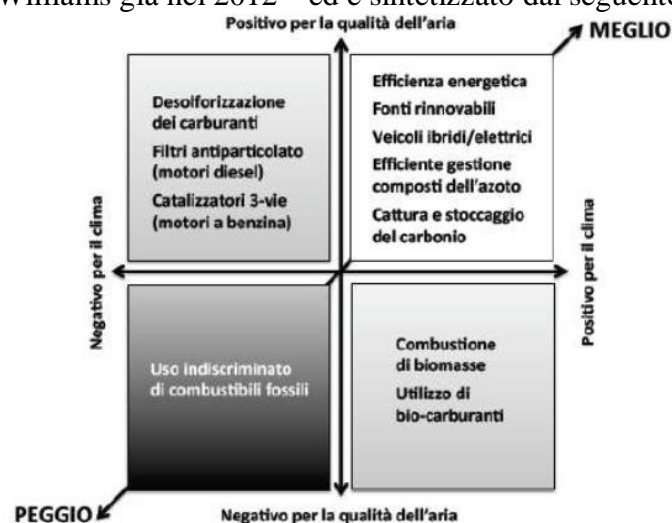
$\gamma$  - nella definizione della quantità massima di gas serra, artificialmente ancora emettibile nell'atmosfera, compatibile con i contenuti  $\alpha$  e  $\beta$  (c.d. "Carbon Budget" o "bilancio di carbonio").

Il "Carbon budget" è stato specificato nel citato *Report AR5* dell'IPCC, ed anche nel cit. *Special Report "Warming 1,5°C"* del 2018, ma i suoi presupposti normativi sono presenti nell'UNFCCC (art. 2) e nell'Accordo di Parigi (art. 4 n.1). La sua è duplice ed è semplice:

$\alpha$  – conseguire e mantenere una nuova stabilità termodinamica del sistema climatico (dato che quella attuale è stata già compromessa dal riscaldamento globale antropogenico di tutti questi decenni);

$\beta$  - permettere che le interazioni tra tutte le componenti del sistema climatico restino costanti e quindi sicure nel tempo.

Si consideri il tema del bilanciamento e della fine della logica "win-win". La fine della logica "win-win" (bilanciamento tra esigenze puramente economiche rispetto a quelle termodinamiche, poste in alta entropia a causa delle emissioni antropogeniche di gas serra) è stata sintetizzata da Williams già nel 2012<sup>82</sup> ed è sintetizzato dal seguente schema<sup>83</sup>



<sup>82</sup> Williams, *Tackling climate change: what is the impact on air pollution?*, 47 *Carbon Manag.*, 2912, 511-519.

<sup>83</sup> Riadattato da Facchini, *Inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici. A che punto siamo?*, in *Monografie CNR Mangia et al. (cur.), Ambiente e clima. Il presente per il futuro*, 2021, 23.

Da esso si desume che il bilanciamento ottimale, quindi effettivamente "win-win" in prospettiva termodinamica nel quadro dei *feedback loop* e della patogenesi, è dato dal definitivo abbandono (non dalla semplice riduzione) del fossile, accompagnato da misure di cattura e stoccaggio di carbonio.

In questo quadro il "win-win" con il fossile è impossibile, perché darebbe comunque risultati non persistentemente pericolosi per la stabilità termodinamica del sistema climatico e in tutte le sue componenti. Ne consegue che nessun bilanciamento con risorse fossili di qualsiasi natura è ormai utile e compatibile con l'emergenza climatica in corso.

Il Sustainability Institute dell'Università di Leeds (UK)<sup>84</sup> ha poi provato a identificare le condizioni di partenza dei singoli Stati per praticare logiche di "win win", in grado di garantire traiettorie positive sia sul fronte termodinamico del sistema climatico sia su quello sociale ed economico delle popolazioni. Lo schema elaborato dall'Università pone in comparazione la condizione dell'Italia con quella della UE 28 Stato (ossia con il Regno Unito *pre-brexit*, in quanto riferito al 2019).



Esso consente di constatare che l'Italia versa già in una posizione di partenza squilibrata sul fronte della stabilità del proprio sistema climatico per gran parte delle sue componenti (dal suolo all'impronta ecologica e di pressione dell'antropomassa sulla biomassa ecc...), dentro un quadro macroterritoriale (quello UE) anch'esso termodinamicamente non equilibrato.

Di conseguenza, le logiche tradizionali di bilanciamento settoriale tra interessi contingenti, precisi dal quadro di alta entropia del contesto, non possono far altro che perpetuare la rappresentata condizione di disequilibrio.

Condizioni termodinamicamente squilibrate di partenza non possono produrre risultati equilibrati (*win-win*), se non si liberano dei fattori causativi del disequilibrio, come sono appunto le risorse fossili.

La specularità delle due rappresentazioni, quella di Williams del risultato ottimale di bilanciamento e quella dell'Università di Leeds delle condizioni di partenza termodinamicamente squilibrate, convergono sulla necessità e urgenza dell'abbandono del fossile, in quanto:

- abbandono del fossile significa abbandono delle cause di squilibrio termodinamico delle condizioni di partenza che ostacolano bilanciamenti efficaci;

<sup>84</sup> A Good Life for All within Planetary Boundaries: <https://goodlife.leeds.ac.uk/>



- abbandono del fossile significa conseguimento ottimale di risultati integrati di stabilità climatica e salubrità ambientale totale attraverso bilanciamenti efficaci.

### **8. Livelli di certezza scientifica sullo scenario emergenziale e le due "pistole fumanti"**

Quanto rappresentato riscontra i consensi maggioritari nella comunità scientifica mondiale, soddisfacendo, dal punto di vista del diritto interno, i parametri di evidenza scientifica definiti dalla giurisprudenza e qualificati dalla dottrina con la formula della "riserva di scienza"<sup>85</sup>.

Consenso e certezza scientifica sulla gravità, necessità e urgenza della situazione climatica emergono sui seguenti fronti:

- numero delle evidenze scientifiche;
- consenso sulle cause dell'emergenza climatica;
- consenso sui metodi di identificazione delle cause e di previsione spazio-temporale degli effetti;
- verifica delle previsioni attraverso l'osservazione dei fenomeni;
- convergenza nelle soluzioni.

Attraverso la combinazione di questi diversi profili di consenso, l'IPCC ha definito un quadro generale dei livelli di certezza e di consenso scientifico a livello di comunità scientifica globale sulle cause, sugli effetti e sulle previsioni della situazione climatica planetaria e locale.

Ne consegue una scala così composta:

da "extremely unlikely" - estremamente improbabile, a "very unlikely" - molto improbabile, a "unlikely" - improbabile, a "more likely than not" - più probabile che non, a "likely" - probabile; a "very likely" - molto probabile; a "extremely likely" - estremamente probabile; a "virtually certain" - virtualmente certo

Il "virtualmente certo" è stato utilizzato, nel citato AR5 dell'IPCC, con riguardo all'imputazione umana dell'uso dei gas serra come fatto-fonte (come "causa") di tutta l'intera catena causale dei danni climatici e da cambiamento climatico.

In definitiva, il margine di incertezza scientifica sul riscaldamento globale e il cambiamento climatico da imputa all'azione umana fossile lo scatenamento del sistema climatico, è ormai inesistente, in ragione della quantità maggioritaria di studi che confermano:

- le ipotesi antropogeniche<sup>86</sup>,
- il consenso sul lavoro svolto dall'IPCC<sup>87</sup>,
- l'osservazione validante delle ipotesi formulate<sup>88</sup>,
- l'emersione empirica dei fatti previsti<sup>89</sup>,
- la robustezza delle probabilità statistiche<sup>90</sup>.

In tal senso, questo quadro evidenziale soddisfa anche i più rigorosi scrutini giuridici di c.d. «sussunzione» sotto leggi scientifiche.

Ma non solo.

<sup>85</sup> Si v. quello che Cass. pen. sez. IV n. 26568/2019 (p. 1 *considerato in diritto*) ha denominato il «parametro nomologico» di osservazione dei fatti e sussunzione degli stessi in norme giuridiche, ma cfr. Servetti, *Riserva di scienza e tutela della salute*, Pisa, 2019, nonché De Nictolis, *Il processo amministrativo ai tempi della pandemia, Federalismi.it-paper, Osservatorio Emergenza Covid-19*,

<sup>86</sup> Powell, *The Consensus on Anthropogenic Global Warming Matters*, 36 *Bull. Sc. Tech. Soc.*, 3, 2016, 157-163.

<sup>87</sup> Cook et al. *Consensus on Consensus: a Synthesis of Consensus Estimates on Human-Caused Global Warming*, 11 *Envtl Research Let.*, 4, 2016, 1-8.

<sup>88</sup> Santer et al., *Human Influence on the Seasonal Cycle of Tropospheric Temperature*, 361 *Science*, 6399, 2018, 1-11.

<sup>89</sup> Ams, *Explaining Extreme Events from a Climate Perspective* (Report 2018).

<sup>90</sup> Santer et al., *Celebrating the Anniversary of Three Key Events in Climate Change Science*, e Hall et al., *Progressing Emergent Constraints on Future Climate Change*, entrambi 9 *Nat. Clim. Ch.*, 2019, 180-182 e 269-278.

Sulla certezza della dannosità fossile sono ormai emerse due acquisizioni scientifiche ormai rubricate con la classica formula della "pistola fumanti" (ossia prove inconfutabili come una flagranza).

La prima "pistola fumante" dimostra che quanto previsto dalla teoria e dai modelli sul clima si verifica effettivamente. Di conseguenza non esistono più ragioni di scetticismo.

Come è noto, gli scienziati hanno una teoria scientifica sul modo di funzionare del clima sul pianeta Terra. E non solo sul pianeta Terra. In sintesi, la teoria si basa su un bilancio energetico, tra energia ricevuta dal Sole, sotto forma di radiazione luminosa, ed energia rimandata dalla Terra verso lo spazio, di cui una parte viene catturata dai gas serra (oggi chiamati climalteranti), accumulatisi in atmosfera, e quindi rimandata a Terra, determinando un aumento della temperatura. Sulla base di questa teoria, i climatologi dicono che le emissioni antropiche di gas serra stanno determinando l'aumento della temperatura media del pianeta.

Sino al recente passato, si è sostenuto che mancasse la prova certa ed evidente che davvero fosse l'azione umana fossile a causare i cambiamenti climatici in atto.

Infatti, dal punto di vista epistemologico, una spiegazione è scientifica se, oltre a osservare la realtà nota, formula previsioni su fatti non noti, che poi sono verificabili ed effettivamente realizzabili.

Ora, i recenti studi offrono la validazione epistemologica della teoria, perché dimostrano l'impronta umana sui cambiamenti del clima, attraverso l'osservazione empirica di una delle previsioni dei modelli utilizzati dai climatologi è stata empiricamente osservata. I modelli climatici prevedono che le emissioni antropiche di gas serra devono produrre cambiamenti stagionali di temperatura nella troposfera, quella parte dell'atmosfera che si trova oltre i 16 chilometri ai tropici e oltre i 13 chilometri ai poli. Ebbene, i dati satellitari estesi a un periodo di quarant'anni, dimostrano che quanto previsto dalla teoria e dai modelli si verifica effettivamente<sup>91</sup>.

La seconda "pistola fumante"<sup>92</sup> fornisce i dati delle temperature dell'era dell'Olocene, confermando il ruolo svolto dai gas serra negli ultimi millenni.

Si tratta del cosiddetto "enigma della temperatura dell'Olocene" che ha permesso agli scettici di sostenere che i modelli climatici per prevedere il riscaldamento futuro non avessero fondamento storico.

Ora, però, la ricostruzione storica della temperatura dimostra che la prima metà dell'Olocene è stata più fredda dell'epoca industriale, a causa degli effetti di raffreddamento delle calotte glaciali residue del precedente periodo glaciale.

Il riscaldamento del tardo Olocene è stato invece causato dall'aumento dei gas serra, esattamente come previsto, ancora una volta, dai modelli climatici. Il che elimina, anche su questo fronte, ogni dubbio sul ruolo chiave dei gas fossili di provenienza antropogenica sul riscaldamento globale.

Conferme sempre crescenti arrivano anche sul fronte del peggioramento del quadro termodinamico del pianeta Terra.

Per esempio, è sempre meno confutabile la constatazione che la traiettoria di riscaldamento globale volge verso il superamento dei 2°C a causa non dei nuovi gas serra che verranno emessi, ma addirittura di quelli che sono già stati aggiunti in atmosfera, nei decenni precedenti (confermando *in peius*, quindi, la cit. c.d. "antropausa" o "thermal inertia")<sup>93</sup>.

---

<sup>91</sup> Santer et al., *Human Influence on the Seasonal Cycle of Tropospheric Temperature*, cit.

<sup>92</sup> Bova et al. *Seasonal Origin of the Thermal Maxima at the Holocene and the Last Interglacial*, *Nat.*, 589, 2021. 548–553.

<sup>93</sup> Chen Zhou et al. *Greater committed warming after accounting for the pattern effect*, 11 *Nat. Climate Change*, 2021, 132-136.

## 9. Problemi molteplici del metano nell'emergenza climatica e rischi di "lock-in"

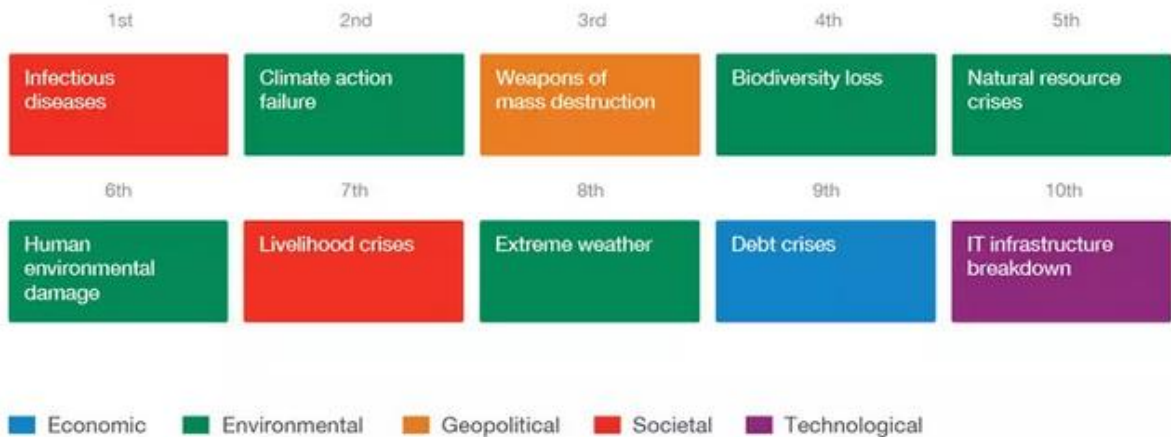
Secondo il World Economic Forum, il cambiamento climatico sarà improvviso e cataclismatico, per cui si deve agire velocemente<sup>94</sup>.

Nel *Global Risks Report 2021*, infatti, i rischi climatici e ambientali sono ai primi posti, come mostra l'info-grafica seguente, elaborata appunto WEF.

### Top Global Risks by Likelihood



### Top Global Risks by Impact



Source: World Economic Forum Global Risks Report 2021

In questo scenario di emergenza multipla e convergenza (la convergenza catastrofica, descritta in precedenza), le analisi del rischio integrato (ossia inserito nel contesto fattuale della termodinamica del sistema climatico) devono tener conto della c.d. probabilità del "lock-in" del fossile ovvero della non riutilizzabilità, sia per rapida obsolescenza da incompatibilità e inutilità climatica, delle risorse fossili, in ragione del quadro peggiorativo dell'emergenza climatica, sia per velocizzazione del passaggio definitivo alle energie rinnovabili, per necessità urgenza di fronteggiare l'emergenza dentro la finestra temporale del 2030/2050 (la c.d. cit. "tragedia dell'orizzonte").

Anche il gestore dei fondi di investimento *BlackRock* ha annunciato una nuova accelerata dei suoi piani volti a favorire investimenti sottratti all'eventualità del "lock.in"<sup>95</sup>.

In questo quadro si inserisce il problema del metano e la necessità del suo abbandono.

Il metano resta in atmosfera meno della CO<sub>2</sub>, ma il suo *Global Potential Warming*, ossia il suo contributo all'effetto serra in relazione alla CO<sub>2</sub>, è di molto superiore nel breve periodo. Esso quindi impatta problematicamente esattamente sulla cit. "tragedia dell'orizzonte".

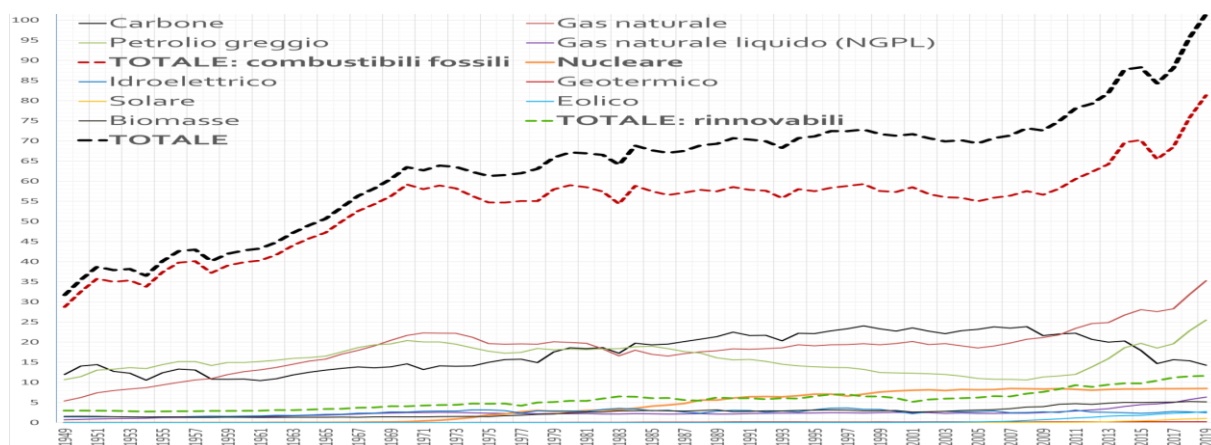
<sup>94</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2021/01/climate-change-sudden-cataclysmic-need-act-fast/>

<sup>95</sup> <https://www.blackrock.com/it/investitori-privati/2021-larry-fink-lettera-ceo>.

Questo è un primo elemento che pone in discussione la sua compatibilità e utilità climatica nella necessità e urgenza dell'emergenza climatica.

Come già osservato, la produzione globale di energia è sempre stata in aumento dal secondo Dopoguerra ad oggi, attraverso l'utilizzo di combustibili fossili. Solo nel 2020, nella UE, la produzione di energia elettrica rinnovabile ha superato quella da fonte fossile.

Tuttavia, si veda il grafico seguente, elaborato nell'ottobre 2020 dal *Monthly Energy Review* della *U.S. Energy Information Administration*<sup>96</sup>. Esso attesta l'andamento della produzione di energia per ogni fonte (si tratta dalle produzione annua di energia dal 1949 al 2019. I valori in ordinata sono espressi in *quad*)



Appare evidente come il maggior contributo alla produzione energetica provenga ancora dai combustibili fossili (gas, petrolio e carbone), nonostante una lenta crescita delle energie rinnovabili (tratteggiata in basso).

Di conseguenza, la concentrazione dei gas serra, da emissioni antropogeniche di fossili, resta un problema di svantaggi termodinamici globali, nonostante le buone pratiche locali.

È in questo scenario che si è iniziato a dubitare che il metano, da "soluzione ponte" nella transizione energetica, sia diventato ormai parte del problema.

Si tratterebbe, tra l'altro, di un problema anch'esso molteplice, perché riflesso sulla convergenza catastrofica dell'emergenza climatica.

In ragione del medesimo scenario, com'è noto, anche la Banca Europea degli Investimenti (BEI) ha deciso di non finanziare più infrastrutture di gas dal 2021<sup>97</sup>, mentre il documento UE Ref. Ares(2020)3600489-08/07/2020), nel riconoscere che «*non esiste nella UE una legislazione rivolta al settore petrolifero e del gas che affronti le emissioni di metano in relazione al loro impatto il clima*», attiva la strategia di riduzione del ricorso al metano come "soluzione ponte" nella transizione energetica.

Dal punto di vista scientifico, i dubbi sulla compatibilità e utilità climatica del metano sono numerosi e possono essere così di seguito scanditi.

a) Gran parte delle emissioni di metano nell'atmosfera è dovuta all'uso dei combustibili fossili, non invece a fenomeni naturali, e la percentuale di tale contributo è maggiore di quanto sia mai stato calcolato prima<sup>98</sup>.

b) Di conseguenza, intorno alla utilità climatica del metano sono venute meno tutte le certezze sia sul fronte delle emissioni che su quello delle sue proprietà di mitigazione, dato che, mentre

<sup>96</sup> <https://www.eia.gov/>

<sup>97</sup> *Gas in over*: <https://www.euronews.com/living/2021/01/22/gas-is-over-eu-bank-chief-calls-for-end-to-fossil-fuel-investment>

<sup>98</sup> Hmiel et al., *Preindustrial CH Indicates greater Anthropogenic Fossil CH Emissions*, 578 *Nat.*, 2020, 409-412.

la quantità di fughe di CH<sub>4</sub> è stata ampiamente studiata, l'entità e i tempi della sua presunta funzione mitigatoria permangono incerti<sup>99</sup>.

c) Si registra una sottostima degli impatti climatici della presunta "soluzione ponte", sicché l'idea della transizione energetica "dal fossile attraverso il fossile" (c.d. "Low Carbon"), formalmente non esclusa dal 13°SDG ONU 2030, appare ormai priva di verosimiglianza scientifica e, da soluzione, si è tradotta in nuovo problema<sup>100</sup>.

d) Il "*Global Potential Warming*" del metano è sempre più alto, anche a causa dello scioglimento del permafrost, in quanto le maggiori riserve naturali di questo gas fuoriescono come bolle che esplodono in atmosfera, attivando un processo di c.d. termocarsismo, le cui dimensioni non sono risultate apprezzate in passato e non sono riconducibili alla già nota metanogenesi.

e) La presunzione che il metano in sé non fosse dannoso per la salute si è rivelata una "falsa promessa del gas", in ragione delle riscontrate connessioni tra cambiamento climatico e inquinamento, *feedback loop* e patogenesi<sup>101</sup>.

Dal punto di vista scientifico, quindi, appare difficile sostenere la fondatezza della tesi della compatibilità climatica del metano<sup>102</sup>. Un'analisi di *ASPO Italia* (Associazione per lo Studio del Picco del Petrolio), intitolata "*Il metano rema contro*"<sup>103</sup>, cita altresì un celebre studio della Cornell University, che ha rivisto il peso delle principali cause nel recente aumento delle emissioni di metano. Ebbene, secondo questo studio, i principali responsabili non sarebbero le sorgenti biogeniche, come si credeva in passato (zone umide, animali, discariche), ma i combustibili fossili antropogenici.

Del resto, da tutta la letteratura scientifica si desumono sempre tre costanti sul metano:

- si parla spesso di "perdite fuggitive" del metano, ma in realtà tali perdite non sono "fuggitive", giacché esse rappresentano un modo di funzionare tipico della filiera e del ciclo di vita di qualsiasi uso del metano;

- il più volte cit. *Report Global Warming 1,5°C* dell'ottobre 2018 dell'IPCC ha, fra le altre analisi, notato che il sistema climatico reagisce più prontamente a riduzioni della componente metano rispetto alla componente CO<sub>2</sub>, e che tale fenomeno offre dunque la possibilità di avere effetti di mitigazione climatica più rapidi e sicuri, in entrambe le direzioni: il che significa che ridurre CH<sub>4</sub> è indispensabile quanto ridurre la CO<sub>2</sub>, per cui il CH<sub>4</sub> non è il ponte per ridurre la CO<sub>2</sub>, ma un elemento concorrente;

- le emissioni di metano sono in costante e rapido aumento anche a causa dello stesso processo di riscaldamento globale, a partire dallo scioglimento del *Permafrost*.

Dal punto di vista giuridico, il quadro di emergenza climatica incide pure sulla pericolosità oggettiva del metano. Il che assume rilievo anche in termini di analisi economica del diritto. Infatti, nel contesto del diritto degli Stati membri della UE, è definita come attività pericolosa quella che, nonostante l'adozione delle opportune precauzioni, determina comunque un potenziale danno atteso elevato.

Questo danno atteso elevato produce conseguenze rilevanti in termini di responsabilità giuridica degli operatori che vi fanno ricorso, in base al principio del "*neminem laedere*". In alcuni ordinamenti dei Paesi UE, le attività pericolose sono disciplinate con una norma di

<sup>99</sup> Klemun et al., *Timelines for Mitigating the Methane Impacts of Using Natural Gas for Carbon Dioxide Abatement*, 14 *Envil Res. Lett.*, 2019 1-14.

<sup>100</sup> Elder et al., *Airborne Mapping Reveals Emergent Power Law of Arctic Methane Emissions*, 47 *Geophysical Res. Lett.*, 3, 2020.

<sup>101</sup> Landrigan et al., *The False Promise of Natural Gas*, 382 *N. Engl. J. Med.*, 2020, 104-107.

<sup>102</sup> Cfr., tra gli innumerevoli e tra i più recenti, T. Traber, H.-J. Fell, *Natural Gas Makes No Contribution to Climate Protection*, Berlin, EWG, 2019.

<sup>103</sup> <https://www.aspoitalia.it/>

carattere generale; in altri, invece, sono previste leggi speciali che disciplinano peculiari attività pericolose, sancendo un regime di responsabilità diverso rispetto a quello ordinario<sup>104</sup>. Inoltre, in alcuni ordinamenti giuridici, come l'Italia, si individua una regola generale sulle attività pericolose (art. 2050 Cod. civ.), per le quali viene sancito un regime di responsabilità oggettiva<sup>105</sup>. Su di essa, come noto, è stata soprattutto la giurisprudenza ad aver declinato il concetto di pericolosità. Nello specifico contesto italiano, per esempio, sono rubricate attività pericolosa ai sensi dell'art. 2050 Cod. civ. non solo quelle qualificate come tali dalla legge generale e dalle leggi speciali (leggi speciali nel cui novero rientrano, per giurisprudenza italiana, le fonti di diritto internazionale a contenuto speciale di tutela delle persone, come l'UNFCCC), ma anche le "diverse attività che comportino una rilevante probabilità di verificarsi del danno, per la loro stessa natura e per le caratteristiche dei mezzi utilizzati" [Cass. civ. n. 10300/2007], probabilità da testare sulla base di una valutazione "prognostica" [Cass. civ. n. 10268/2015], basata sulla scienza.

Da un punto di vista di diritto comparato, poi, si osserva che il regime di responsabilità oggettiva è generalmente previsto in relazione a quelle attività che determinano ingenti danni attesi, nonostante le precauzioni tecniche adottate dal potenziale danneggiante.

Tuttavia, proprio l'analisi economica del diritto evidenzia come la scelta tra regola di responsabilità oggettiva e regola di responsabilità per colpa non dipenda dalla necessità di indurre gli individui ad adottare un efficiente livello di cautele<sup>106</sup>, per cui, anche in caso di responsabilità oggettiva, la scelta delle precauzioni sarà compiuta spontaneamente dal danneggiante.

Nel quadro dell'emergenza climatica, però, la disciplina delle attività pericolose deve essere indagata anche da una diversa prospettiva, che tenga conto di un'ulteriore variabile, rappresentata dal livello e dalla durata dell'attività pericolosa rispetto al contesto di emergenza in cui si realizza.

Utilizzando gli studi classici di Ronald Coase<sup>107</sup> e Steven Shavell<sup>108</sup>, secondo i quali i modelli di responsabilità vanno sempre rapportati a due soggetti, il danneggiante ed il danneggiato, quindi al livello di precauzioni di entrambi, si può osservare quanto segue.

a) Di fronte al cambiamento climatico, sussiste una situazione ecosistemica di "esposizione involontaria al pericolo", per di più aggravato da una riconosciuta minaccia urgente e potenzialmente irreversibile del problema climatico. L'esistenza della minaccia rende impossibile l'attendibilità delle precauzioni del solo danneggiato. Basta porsi questo interrogativo: come può il danneggiato cautelarsi di fronte al metano, quando questo è contemporaneamente considerato una "soluzione" al problema del cambiamento climatico e contemporaneamente è individuato dalla scienza come un "pericolo"? Questo comporta la conseguenza che il dovere di precauzione diventa unilaterale: ricade tutto per l'intero sul danneggiante e sulle istituzioni che lo legittimano. Del resto, nella letteratura gius-economica, allorché il danneggiato si trovi impossibilitato a prendere precauzioni e a modificare il suo livello di attività, il pericolo viene descritto come "unilaterale".

In definitiva, il metano è, in termini di analisi economica del diritto, un "pericolo unilaterale".

b) In una situazione di emergenza climatica, è una contraddizione in termini parlare di "benefici" del metano, perché diventa impossibile considerare i suoi benefici superiori ai costi

---

<sup>104</sup> Cfr. Koch, *Strict Liability*, in *Principles of European Tort Law, Text and Commentary*, Wien New York, Springer, 2005, 101.

<sup>105</sup> È merito proprio della dottrina italiana l'aver evidenziato come il carattere della pericolosità possa variare con il tempo, soprattutto grazie al progresso delle conoscenze scientifiche e tecniche: cfr. Comporti, *Esposizione al pericolo e responsabilità civile*, Napoli, 1965, 29.

<sup>106</sup> Cfr. Schäfer, Schönenberger, *Stric Liability versus Negligence*, in *Encyclopedia of Law and Economics*, 1999..

<sup>107</sup> Coase, *The Problem of Social Cost*, in *J. Law Econ.*, 1960, 3, 1.

<sup>108</sup> Shavell, *Strict Liability versus Negligence*, op. cit.

derivanti dal compimento di qualsiasi attività connessa a questo "pericolo" dentro l'emergenza.

c) Il metano, come "pericolo" climatico unilaterale nel contesto dell'emergenza climatica, presenta tre caratteristiche che ne aggravano il suo disvalore: elevate probabilità di danno; entità ingente del danno (in termini ecosistemici e non solo economici, dentro il *feedback loop* del sistema climatico); incapacità di ridurre il danno medesimo adottando ordinarie precauzioni. Questo scenario rende impossibile qualsiasi analisi costi/benefici olistiche a favore comunque del metano, in nome soltanto della sua "riduzione". Ridurre il metano non riduce la pericolosità ecosistemica del fossile e, ricorrendo agli studi di Dari-Mattiacci<sup>109</sup>, si può sostenere che non esiste un livello ottimale di uso del metano rispetto alla triplice emergenza in atto.

Del resto, del metano non si conosce alcun potenziale beneficio di carattere ecosistemico o climatico per l'umanità (gli unici "benefici" possono essere solo ed esclusivamente economici), mentre diventano sempre più evidenti, e comprovati dalla scienza, i danni attesi, ad esso correlati. Quindi il metano non solo è pericoloso, ma addirittura è del tutto privo di qualsiasi beneficio ecosistemico e climatico, nei termini dell'art. 3 n. 3 dell'UNFCCC. Torna qui quanto, a partire dal già cit. Williams, possa essere effettivamente considerata una logica effettivamente "win-win" di interesse generale, ossia in nome dell'interesse comune (come risposta alla "preoccupazione comune" sul cambiamento climatico) alla stabilizzazione climatica locale e planetaria.

Seguono alcune sintesi di riscontro su quanto sintetizzato

A) Metano e impronta ecologica: il nesso tra impronta ecologica e combustibili fossili è riconosciuto dalla stessa ONU<sup>110</sup>.

B) Metano e "tragedia dell'orizzonte" temporale: Come si misura e si valuta la "transizione energetica" di uno Stato rispetto alla "tragedia dell'orizzonte"? In primo luogo, si deve tener conto che i parametri normativi sulla "transizione energetica" sono di matrice internazionale (dalla UNFCCC agli accordi e impegni assunti all'interno delle singole COP, a partire ora dall'Accordo di Parigi del 2015, agli impegni e vincoli della UE per i suoi Stati membri) e sono multidimensionali. Essi, in poche parole, non si riferiscono esclusivamente al "bene" energia (come risorsa e come servizio reso ai cittadini nei termini, per esempio nel diritto italiano, di cui all'art. 814 Cd. civ.) ma al "bene" vita in tutte le sue manifestazioni naturali (non a caso, nel diritto italiano, l'energia umana e quella delle altre forme di vita - animale e vegetale - sono escluse dalla disciplina dell'art. 814 Cod. civ. e riscontrabili invece in altre disposizioni, come gli artt. 812 Cod. civ. 924 ss. Cod. civ. ecc.), includendo quindi tanto i servizi ecosistemici dell'intero pianeta Terra quanto i diritti alla vita delle persona umana.

Ecco perché l'ONU sollecita piani molto più ambiziosi e cambiamenti senza precedenti in tutti gli aspetti della società<sup>111</sup>.

---

<sup>109</sup> Cfr. Dari Mattiacci, *On the Optimal Scope of Negligence*, in *Rev. L. & Economics*, 2006, 1, 5.

<sup>110</sup> [https://unfccc.int/es/news/los-combustibles-fosiles-comprenden-la-mayor-parte-de-la-huella-ecologica-mundial?fbclid=IwAR0zdn71fcL65gwB7kOzwbOjbZ9X1aEZKq3rrOdV68OIFCDi\\_yfmKMOSo4g](https://unfccc.int/es/news/los-combustibles-fosiles-comprenden-la-mayor-parte-de-la-huella-ecologica-mundial?fbclid=IwAR0zdn71fcL65gwB7kOzwbOjbZ9X1aEZKq3rrOdV68OIFCDi_yfmKMOSo4g)

<sup>111</sup> [https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-13/?fbclid=IwAR1cTLFkhROZzhzN-9P\\_xMokdOZoU038cghi0EPh\\_5bz8vrn7LxRWfr-oWM](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-13/?fbclid=IwAR1cTLFkhROZzhzN-9P_xMokdOZoU038cghi0EPh_5bz8vrn7LxRWfr-oWM)