



Calentamiento global: nociones básicas

Jorge Riechmann



“Todos hablan del tiempo... Nosotros no”



- # Deberíamos estar hablando no del tiempo, sino del clima...
- # De un clima favorable depende que podamos seguir viviendo en el tercer planeta del Sistema Solar (nuestro único hogar, por otra parte).

El colapso climático ha comenzado

- # Antonio Guterres, Secretario General de NN.UU., el 6 de septiembre de 2023 (después de un verano terrible de megaincendios como en Canadá, megainundaciones como en Grecia, retroceso de los hielos en todas partes –Antártida incluida–, temperaturas disparadas en tierra, mar y aire), declaraba: **el colapso climático (*climate breakdown*) ha comenzado.**
- # Y eso era sólo con +1'3/ 1'5°C, cuando estamos avanzando hacia +3°C y luego mucho más.

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/earth-had-hottest-three-month-period-record-unprecedented-sea-surface>



“Nuestro planeta acaba de soportar el verano más caluroso jamás registrado. El colapso climático ha comenzado. Todavía podemos evitar lo peor del caos climático. No tenemos un momento que perder.”

<https://twitter.com/antonioguterres/status/1699408389934084169>

Las puertas del infierno, abiertas

- # Y unos días después, en la mini-cumbre climática de Nueva York, el 20 de septiembre de 2023: “La humanidad ha abierto las puertas del infierno”, decía Antonio Guterres, secretario general de NN.UU. *El País*, 21 de septiembre de 2023.
- # Bueno, más bien las naciones industriales y sobre todo sus clases dominantes que la humanidad... pero a eso volveremos más abajo.

Lo que está en juego...

'An epoch-defining book'
GUARDIAN



The Uninhabitable Earth

A STORY OF THE FUTURE

David
Wallace-Wells



...no son algunas molestias en nuestra vida cotidiana: algo más de calor en verano, un poco más de sequía...

Es una Tierra habitable (o no) para seres como nosotros.

Situación de extrema emergencia



Alerta, la Tierra se calienta

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha confirmado que **2024 fue el año más cálido del que se tiene constancia** (al superar en cerca de 1'55 °C los niveles preindustriales), según seis conjuntos de datos internacionales.

En una excepcional concatenación de récords de temperatura, **los últimos diez años han sido los diez años más cálidos jamás registrados.**

<https://wmo.int/es/news/media-centre/la-organizacion-meteorologica-mundial-confirma-que-2024-fue-el-ano-mas-calido-jamas-registrado-al>

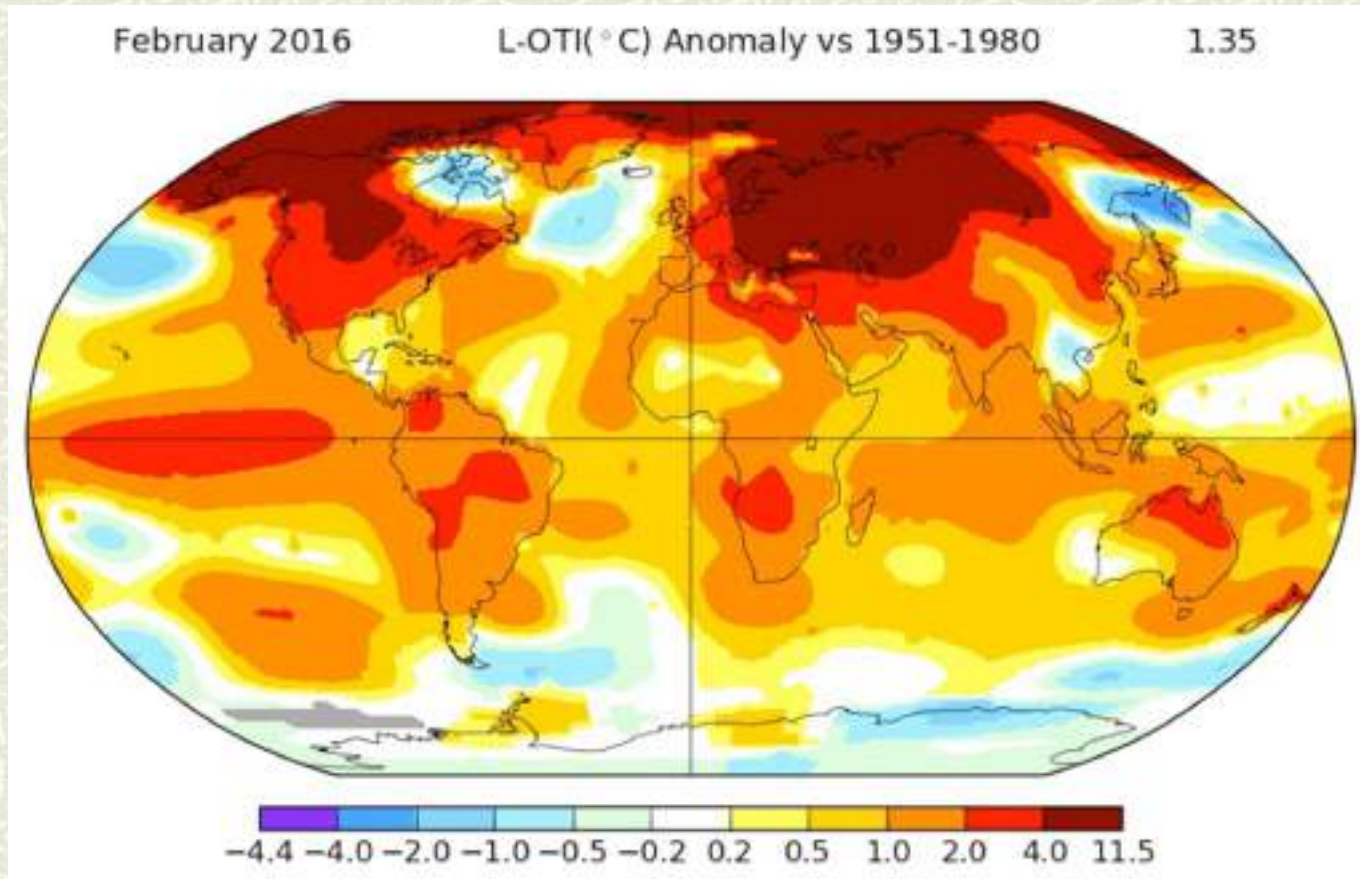
Todos estos datos de 2021 son de la NASA: <https://www.nasa.gov/press-release/2021-tied-for-6th-warmest-year-in-continued-trend-nasa-analysis-shows>

- # **El calor extremo afectó especialmente a la región mediterránea en 2021 y 2023.** Así, el 11 de agosto de 2021, una estación meteorológica de Sicilia (Italia) registró 48'8°C, récord europeo, mientras que en Kairouan (Túnez) se alcanzó un récord de 50'3°C.
- # **También en España hubo récord: 47'4°C en Montoro (Córdoba), el 14 de agosto, jornada en la que Madrid registró 42'7°C, en el día más caluroso jamás registrado.**

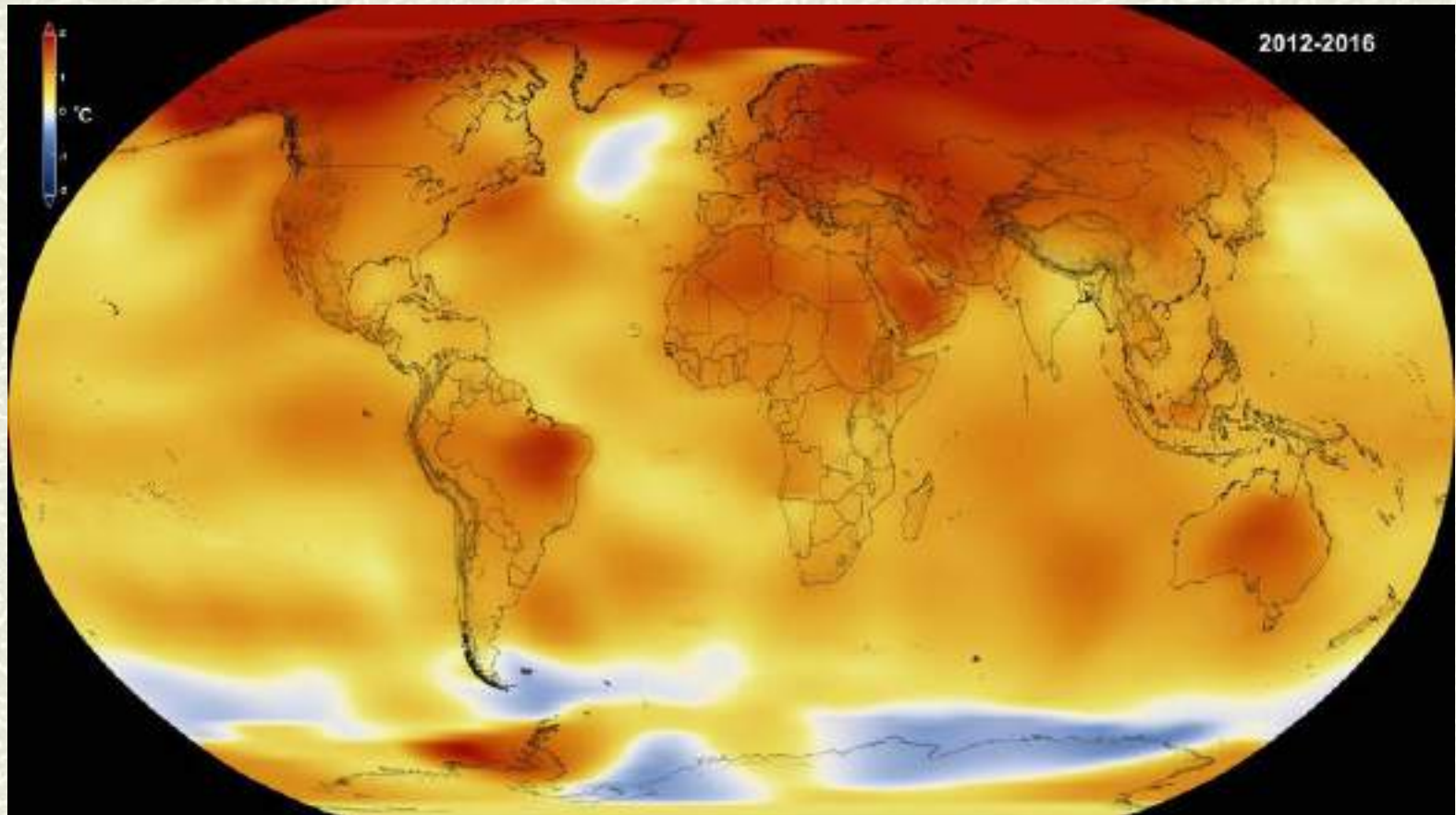
+1°C

- # **En 2015 –hasta entonces el año más cálido desde que existen registros, que arrancan en 1880–, por primera vez, la temperatura promedio de la superficie de la Tierra superó un grado centígrado de aumento con respecto a la época preindustrial. (Ahora, en 2023, +1'2°).**
- # **Un grado parece poca cosa... (La OMM advierte que, de seguir así, en el año 2100 las temperaturas medias a nivel mundial pueden haber aumentado entre 3-5°C).**

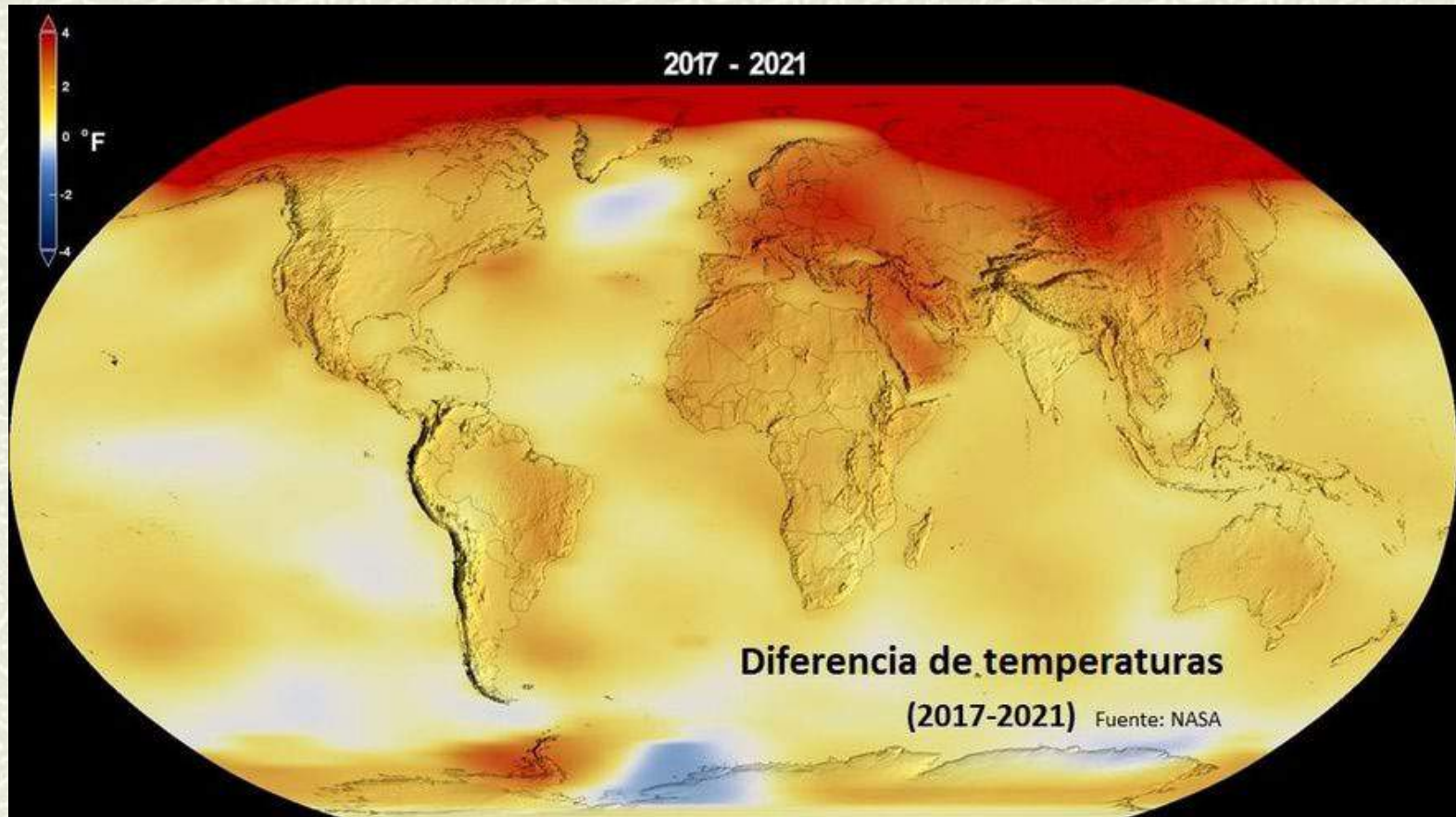
Mapa mundial donde se muestra la variación de temperatura en febrero de 2016 respecto a la media del periodo 1951-1980. NASA



Evolución de la temperatura en la Tierra entre 2012 y 2016 (NASA)



O entre 2017 y 2021 (NASA también)



Y en España, AEMET:

- # Para cuantificar la **tendencia a temperaturas cada vez más elevadas** en nuestro país, AEMET analiza la evolución de la clasificación climática de Köppen (basada en temperatura y precipitación y su distribución a lo largo del año) elaborada para tres periodos de referencia distintos (1961-1990, 1971-2000 y 1981-2010).
- # El resultado es un **claro aumento de la extensión de los climas semiáridos** que se puede estimar en más de 30.000 km² (en torno al 6% de la superficie de España).
- # Las zonas más afectadas son Castilla-La Mancha, el valle del Ebro y el sureste peninsular.

http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espana

Mapa de España: Evolución de la precipitación media anual (mm) por provincias, 1961-1990. Fuente: IGME, ADNAT.



Mapa de España: Evolución de la precipitación media anual (mm) por provincias, 1971-2000. Fuente: IGME, ADNAT.



Mapa de España: Evolución de la precipitación media anual (mm) por provincias, 1981-2010. Fuente: IGME, ADNAT.



A finales del siglo XXI, $\frac{3}{4}$ del territorio peninsular pueden ser puro desierto

Quienes ahora tienen alrededor de veinte años ¿saben que previsiblemente serán migrantes climáticos a lo largo de su vida?

- # Joel Guiot y Wolfgang Cramer (2016): “Climate Change: The 2015 Paris Agreement Thresholds and Mediterranean Basin Ecosystems”. *Science*, 354, 465-468.

<https://doi.org/10.1126/science.aah5015>.

<https://science.sciencemag.org/content/354/6311/465>

- # Ramin Skibba: “Climate change could flip Mediterranean lands to desert. Warming beyond 2 °C could send the region's forests moving north, and cause extensive drying”. *Nature*, 27 de octubre de 2016;
<https://www.nature.com/news/climate-change-could-flip-mediterranean-lands-to-desert-1.20894>

¿Qué está pasando con los glaciares de todo el planeta?



¿Y los fenómenos meteorológicos extremos?



¿Deberían preocuparnos noticias de este tipo? La huerta en España:

- # “Todo el sector [hortofrutícola español], cuya posición es dominante en varios mercados, se tambalea ahora por la fuerte competencia, tanto de fuera de la Unión Europea como de países europeos no tradicionalmente potentes en el negocio hortofrutícola. (...) El ascenso de las temperaturas a raíz del cambio climático está propiciando un aumento de las producciones de huerta en los países del norte.
- # En el caso del mercado del tomate en Alemania, por ejemplo, de un total de importaciones de 746.000 toneladas en el último año, la mayor parte tuvo su origen en Holanda (427.000 toneladas), seguida de España (157.000) y con un alza de las ventas de Francia (69.000) y Bélgica (48.000).” Vidal Maté, “La huerta española se marchita”, *El País*, 13 de marzo de

2016. http://economia.elpais.com/economia/2016/03/10/actualidad/1457622695_252172.htm

05/03/2025

c. global

Desaparece el permafrost en los picos más altos de Sierra Nevada



“El subsuelo helado de manera permanente -el permafrost- en los picos más altos de Sierra Nevada en Granada ha desaparecido. Así lo revela un estudio científico liderado por la Universidad de Barcelona...”

- # “Las montañas ibéricas han experimentado un aumento de temperatura de entre 0’8 y 1 °C desde finales del siglo XIX, cuando el continente europeo salía de la fase fría conocida como la Pequeña Edad de Hielo (siglos XIV-XIX dC).
- # Desde entonces, los ecosistemas de la alta montaña peninsular han respondido en consecuencia: retroceso y desaparición de los glaciares, crecimiento de las especies vegetales a mayores alturas, y degradación del permafrost, entre otros.”

No nos damos cuenta de lo que está pasando

- # “En Sierra Nevada, la temperatura ha aumentado en 0’93 °C desde finales del siglo XIX. Este hecho ha comportado la desaparición del glaciar que existía en el Corral del Veleta, así como el desplazamiento a mayor altura de los procesos ecológicos y geomorfológicos vinculados al frío.” Agencia SINC, “Desaparece el permafrost en los picos más altos de Sierra Nevada”, 11 de marzo de 2016. <http://www.rtve.es/noticias/20160311/desaparece-permafrost-picos-mas-altos-sierra-nevada/1317104.shtml>
- # Parecen asuntos alejados y de poca importancia... **No nos damos cuenta de lo que significan de verdad estos avisos.**

El sistema climático depende básicamente de cuatro elementos:

1. Atmósfera
2. Hidrosfera
3. Criosfera
4. Biosfera

Las actividades humanas, en la era del Antropoceno, **modifican (degradan y desequilibran) cada uno de estos cuatro elementos.**

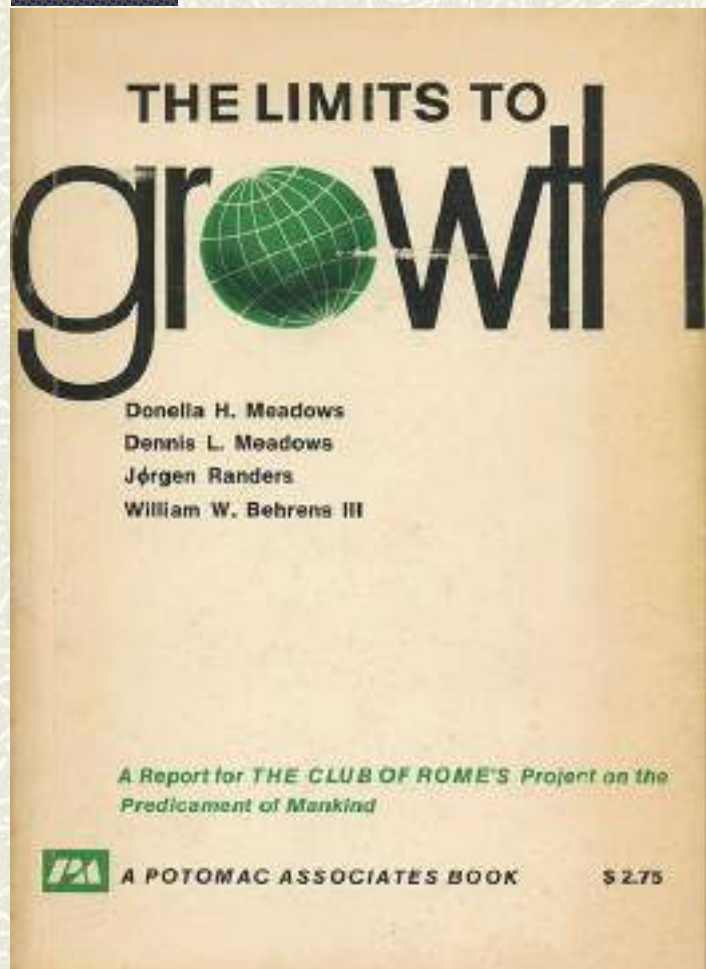
Excursio: la degradación de ecosistemas y destrucción de biodiversidad

- # Tres grandes dimensiones de la crisis ecológico-social presente: **calentamiento climático/ cénit de los combustibles fósiles/ crisis de diversidad biológica.**
- # **La degradación de ecosistemas y destrucción de especies vivas** a consecuencia de nuestros sistemas de producción y consumo no tiene parangón con nada de lo ocurrido anteriormente: estamos causando la **Sexta Gran Extinción.**

Autoagresión

- # La situación es tan grave que los biólogos proponen **un ominoso neologismo para lo que está sucediendo: *desfaunación*** (por analogía con la palabra *desforestación*). Javier Sampedro, “El ser humano desencadena la sexta extinción masiva del planeta”, *El País*, 25 de julio de 2014. El artículo al que se refiere Sampedro es “Defaunation in the Anthropocene” de R. Dirzo y otros, *Science*, 25 de julio de 2014, vol. 345 no. 6195. Puede consultarse en <http://www.sciencemag.org/content/345/6195/401> .
- # Pero dependemos de la salud esos ecosistemas para sobrevivir, y para vivir bien... Como señala el gran biólogo Edward O. Wilson el impacto humano contra la biodiversidad “es una agresión contra nosotros mismos”. Edward O. Wilson, *El sentido de la existencia humana*, Gedisa, Barcelona 2016, p. 100.

¡Lo rápido que van estas cosas, en un mundo de crecimientos exponenciales...!



El 74% de todas las emisiones antropogénicas de CO₂ se han producido desde 1972, año de publicación de *Los límites del crecimiento*, el primero de los informes al Club de Roma. Tres cuartas partes, en apenas medio siglo.

En apenas tres decenios...

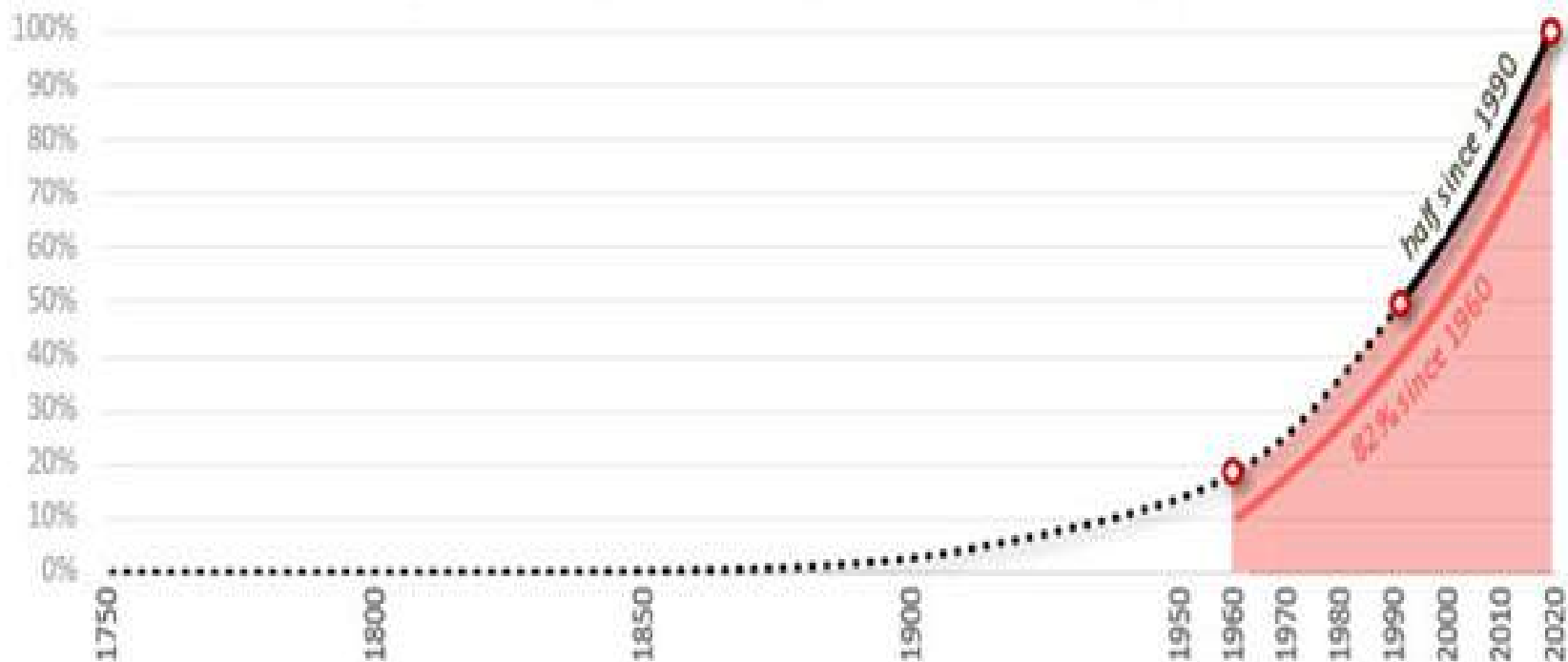
- # La Gran Aceleración (en la segunda mitad del siglo XX) ha conducido a resultados tan estupefacientes como que **más de la mitad de todos los combustibles fósiles quemados a lo largo de toda la historia humana se han quemado desde 1990 hasta hoy.**
- # Algo análogo pasa con muchos otros recursos utilizados por los seres humanos –y encima con la **distribución brutalmente desigual** que es bien conocida.

Yo tenía 28 años entonces, en 1990, y esto ocurrió durante los años de la “crisis climática” en los que los *Homo sapiens* ya no podían pretender que no entendían la amenaza que representaba su conducta, y de hecho prometieron repetidamente hacer algo al respecto. Barry Saxifrage, “Fossil fuel burning leaps to new record, crushing clean energy and climate efforts”, *Canada’s National Observer*, 31 de julio de 2019; <https://www.nationalobserver.com/2019/07/31/opinion/fossil-fuel-burning-leaps-new-record-crushing-clean-energy-and-climate-efforts> . Hay un montón de información actualizada sobre combustibles fósiles en este artículo.

Véase también William E. Rees, “What, me worry? Humans are blind to imminent environmental collapse”, *The Tyee*, 16 de noviembre de 2017; <https://www.thetyee.ca/Opinion/2017/11/16/humans-blind-imminent-environmental-collapse/>

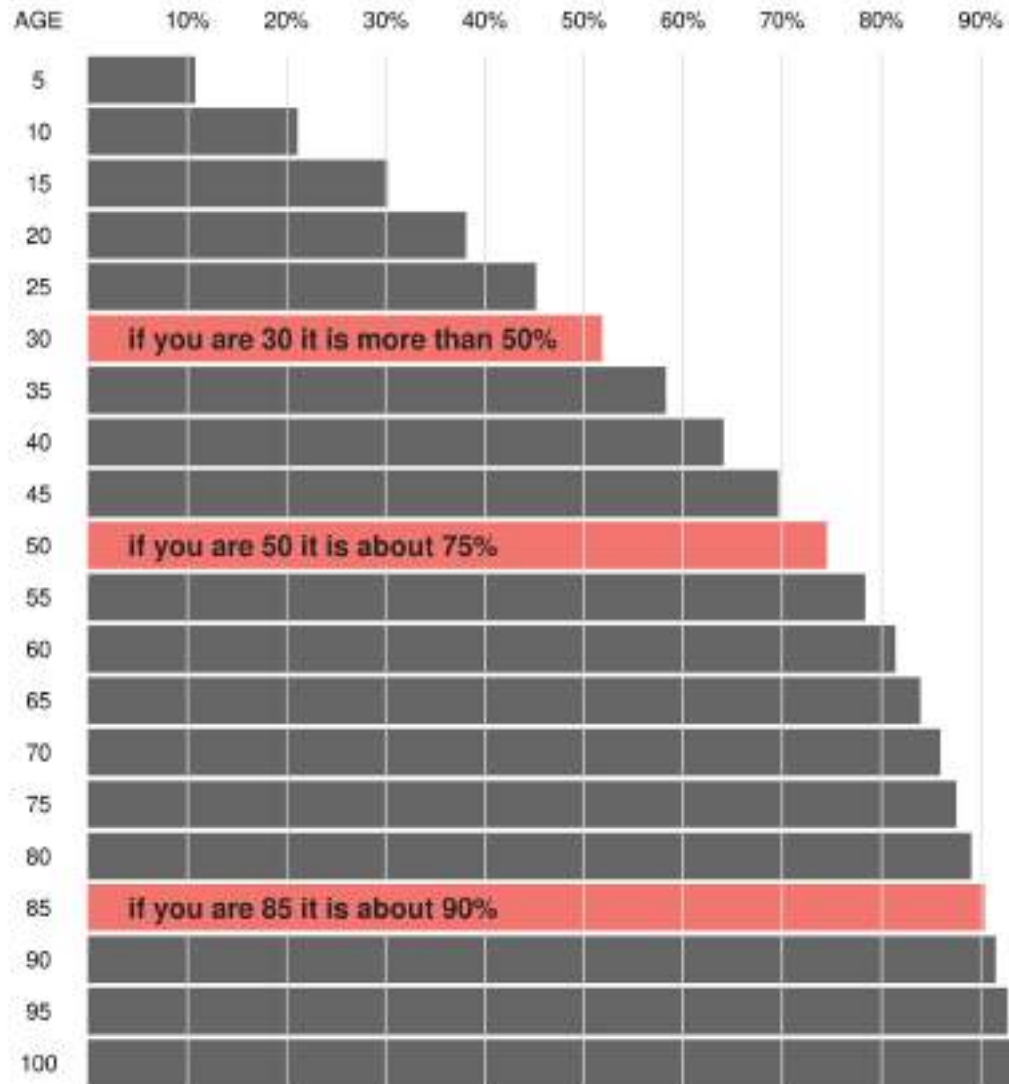
Uso acumulado de combustibles fósiles desde 1750

CUMULATIVE GLOBAL FOSSIL FUEL USE SINCE 1750



CUMULATIVE GLOBAL FOSSIL FUEL CONSUMPTION, 1751 - 2018. Percent of cumulative total as of 2018. SOURCE: CDIAC through 2014 and BP World Energy report for changes since 2014. https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2014.ems. CHART by Barry Saxifrage at VisualCarbon.org and NationalObserver.com. July 2019.

Percentage of Global fossil fuel emissions (since 1751) occurring in my lifetime

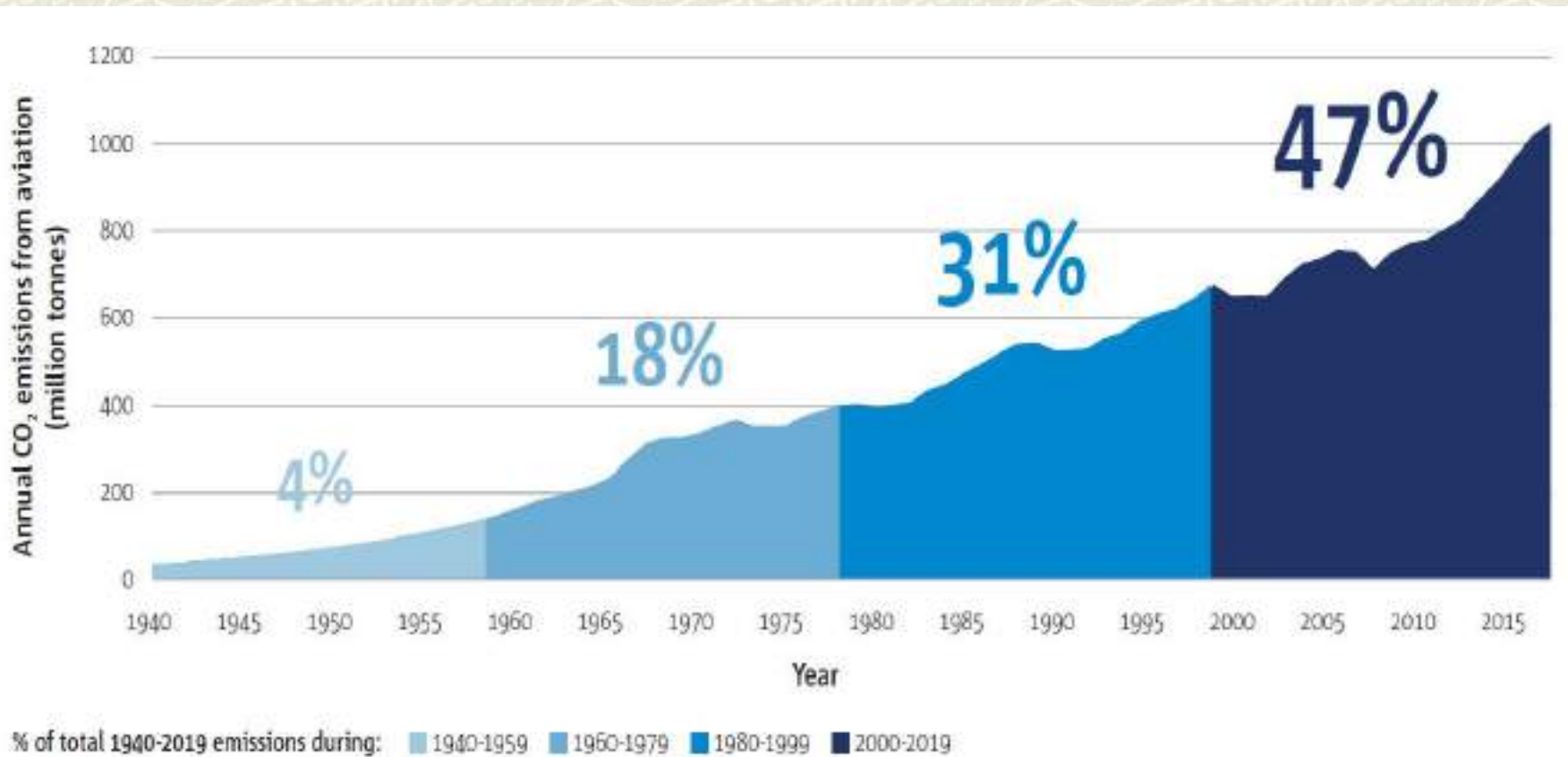


Data source: CDIAC and globalcarbonproject.org
created by: @neilrkaye

- # ¿Qué porcentaje de todas las emisiones globales de CO₂ procedentes de combustibles fósiles desde 1751 se han producido durante tu vida?
- # Si tienes 15 años, alrededor del 30%
- # Si tienes 30, más del 50%
- # Si tienes 50 años, alrededor del 75%
- # Si tienes 85 años... más del 90%

La mitad de las emisiones de toda la historia de la aviación ¡se han hecho desde el año 2000! Es lo que tienen los crecimientos de tipo exponencial...

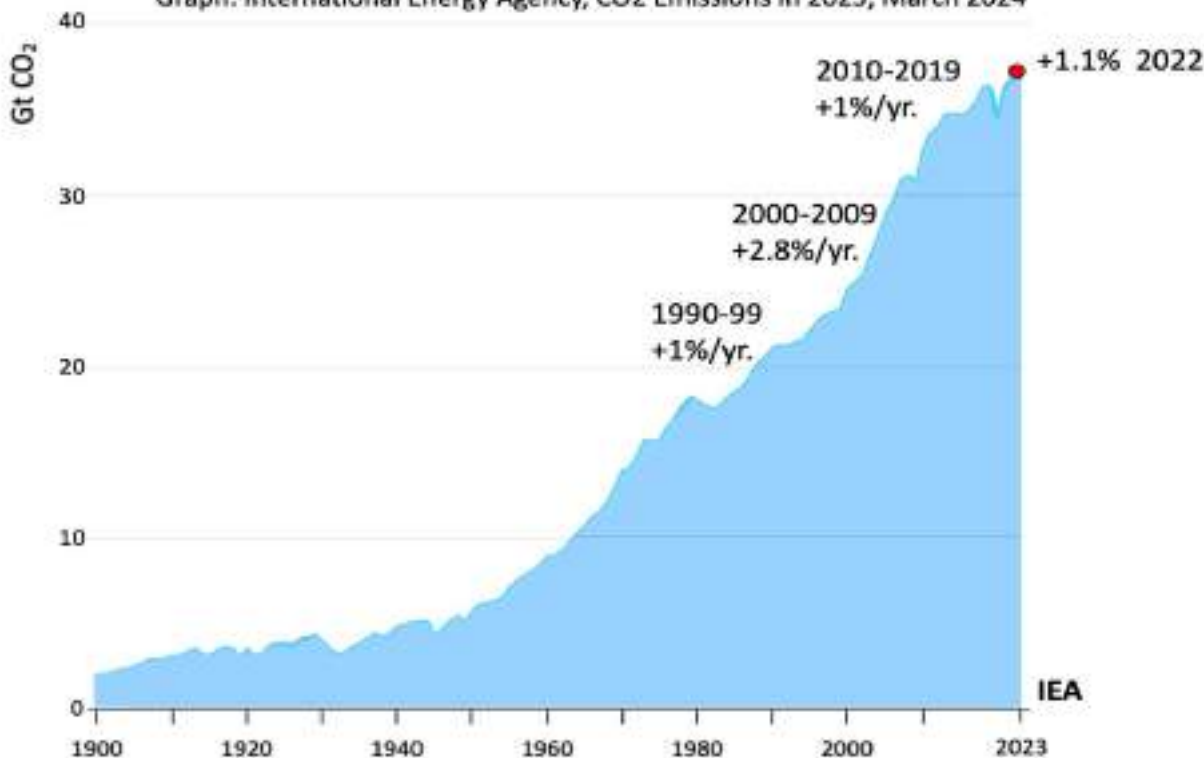
<https://easa.europa.eu/eco/eaer/downloads#download-report-2022>



Y ahora mismo las emisiones siguen creciendo (2023 y 2024)

Record 2023 Global Fossil Fuel CO₂ Emissions (1900-2023)

Graph: International Energy Agency, CO₂ Emissions in 2023, March 2024



Since the turn of the century, global energy-related CO₂ emissions have risen by roughly 50 percent. (Statista)

Since 1990, global CO₂ emissions have increased by more than 60 percent (Statista)

Global fossil CO₂ emissions:
37.1 GtCO₂ in 2022,
63% over 1990
Projection for 2023:
37.5 GtCO₂, 1.1% higher
than 2022
(Global Carbon Project)

% increases on graph
Global Carbon Project

IEA

Peter Carter, Climate Emergency Institute

Informe de la OMM *State of the Global Climate 2023*, marzo de 2024; <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023>

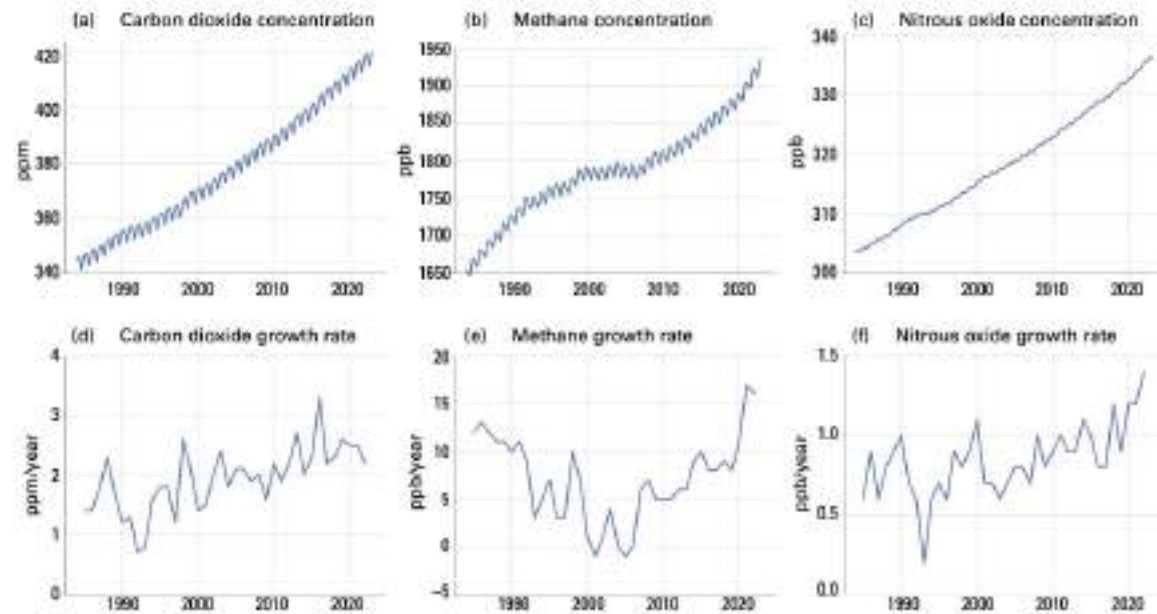


Figure 1. Top row: Monthly globally averaged mole fraction (measure of atmospheric concentration), from 1984 to 2022, of (a) CO_2 in parts per million, (b) CH_4 in parts per billion and (c) N_2O in parts per billion. Bottom row: the growth rates representing increases in successive annual means of mole fractions for (d) CO_2 in parts per million per year, (e) CH_4 in parts per billion per year and (f) N_2O in parts per billion per year.

Una catástrofe sin acontecimiento

- # El calentamiento global, se dice a veces, sería una **catástrofe sin acontecimiento**.
- # No reaccionamos como frente a un gran atentado terrorista, o la aparición de un nuevo virus peligrosos, o la erupción de un volcán...
- # Empleamos a veces la imagen de **la rana dentro de la olla que se va calentando lentamente**.
- # Y así seguimos sin reaccionar...

El “efecto de invernadero” está originado por estos GEI (Gases de Efecto Invernadero):

- # en un 5% por **óxidos de nitrógeno** (provenientes de la combustión del carbón y la biomasa, del tráfico automovilístico y de la fertilización de la tierra por abonos nitrogenados);
- # en un 10% por **clorofluorcarbonados** (CFCs) y sus sustitutos, como los HCFCs (empleados como propelentes, refrigerantes, disolventes, etc., y responsables también de la degradación de la capa de ozono estratosférico que nos protege de la radiación ultravioleta);
- # en un 20% por **metano** (proveniente de las plantaciones de arroz, los intestinos del ganado, la putrefacción de las basuras y las fugas de gas natural a la atmósfera);
- # en un 65% por **dióxido de carbono** (procedente de la combustión de carbón, petróleo, gas natural y biomasa). European Environment Agency: *Climate Change in the European Union*. EEA, Copenhagen 1996, basado en los datos oficiales del IPCC

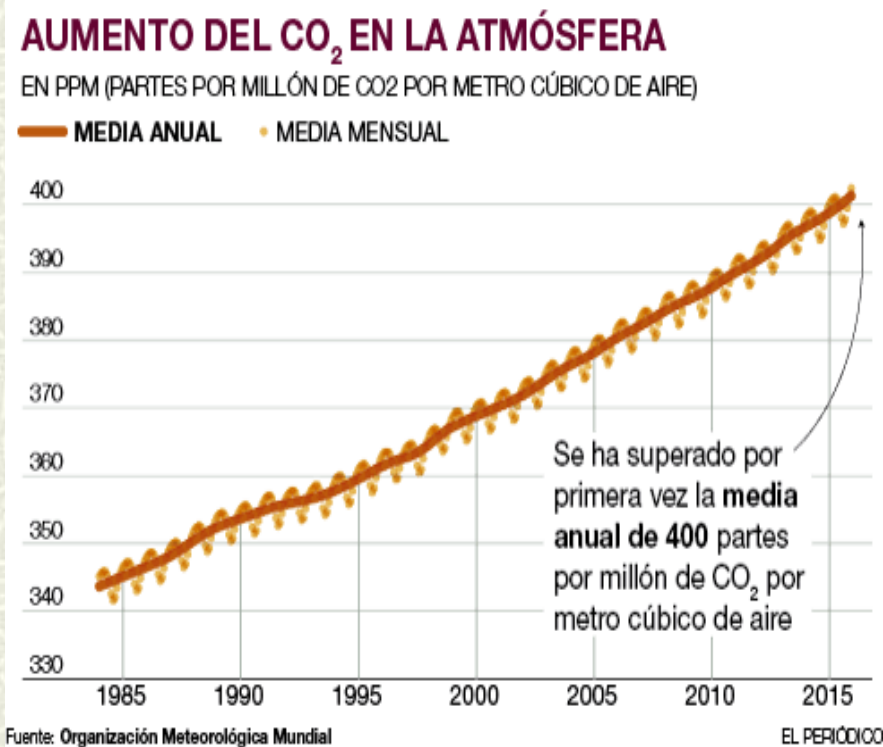
Efecto de invernadero natural

- # El “efecto de invernadero natural”, anterior a la Revolución Industrial, resulta benéfico para la vida, puesto que **sin él la temperatura media del planeta sería 33 grados centígrados más baja que en la actualidad.** Paul Brown: *Alarma: el planeta se calienta*. Flor del Viento Ediciones, Barcelona 1998, p. 68.
- # A dieciocho bajo cero en promedio ¡nuestro planeta no sería un lugar muy agradable para vivir! (Comparación con Marte.)

400 ppm en 2015; 415 ppm en 2021; 417 en 2022; 424 en 2024...

- # Antes de la Revolución Industrial, la atmósfera terrestre contenía **280 ppm (partes por millón) de dióxido de carbono** (el 0'028%), y éste era el nivel más alto que se había registrado en los últimos 160.000 años.
- # Ahora estamos ya **más allá de las 400 ppm** (y el límite de seguridad se hallaría en las 350 ppm). La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EEUU (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) reveló el miércoles 6 de mayo de 2015 que, por primera vez en la historia humana, los niveles globales de dióxido de carbono en la atmósfera superaron en promedio las 400 partes por millón (ppm) durante todo el mes de marzo de 2015.
- # Luego, en octubre de 2016, la OMM constató que en el promedio de todo 2015 ya se habían alcanzado las 400 ppm: <http://public.wmo.int/en/media/press-release/globally-averaged-co2-levels-reach-400-parts-million-2015>

400 ppm es algo que el planeta no ha conocido en los últimos dos millones de años



Hemos inducido un desequilibrio climático que va a durar ya – hagamos lo que hagamos desde ahora– miles de años.

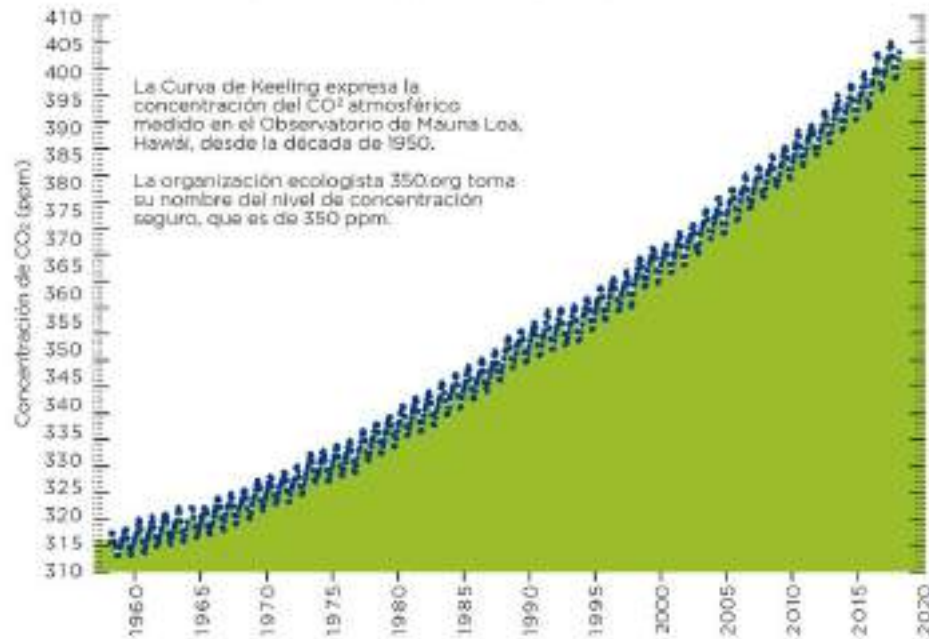
En 2016, con más de 403 ppm...

- # La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre superó de nuevo su récord en el año excepcionalmente cálido de 2016; 403'3 ppm, según los datos de la Organización Meteorológica Mundial.
- # **El forzamiento radiativo se ha incrementado un 40% desde 1990 hasta 2016** –en apenas un cuarto de siglo. Pero justo después de eso ¡ha aumentado mucho más!
- # El forzamiento implica que la radiación solar rebotada sobre la superficie de la Tierra no puede abandonar la atmósfera debido a la barrera que supone la acumulación de GEI (gases de efecto invernadero).

La curva de Keeling

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO
EN EL OBSERVATORIO DE MAUNA LOA (HAWÁI)
REGISTRO DEL 19 DE FEBRERO DE 2018: 408,33 (PARTES POR MILLÓN)

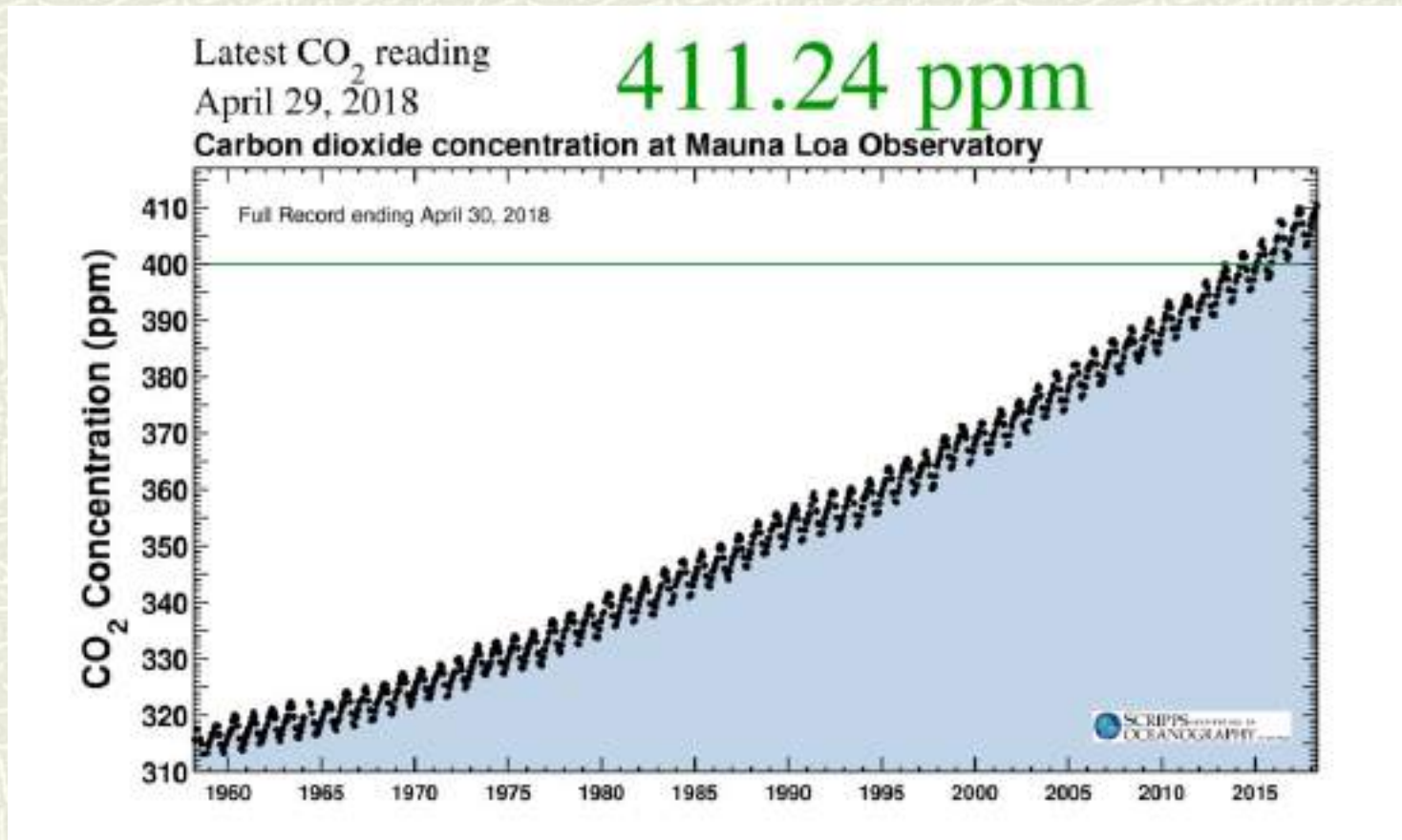
Fuente: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>



“La última vez que hubo concentraciones de dióxido de carbono comparables fue hace 3-5 millones años con una temperatura entre 2 y 3°C más alta y un nivel del mar entre 10 y 20 metros superior”, asegura la OMM. “Los abruptos cambios experimentados en la atmósfera en los último 70 años no tienen precedente”.

http://www.eldiario.es/sociedad/concentracion-CO2-atmosfera-segunda-consecutivo_0_702729942.html

410 ppm en 2018. Es una concentración que no existía en la Tierra desde el Mioceno, hace unos 15 millones de años...



¿450 ppm en 2030?

- # **Podríamos llegar a 450 ppm en 2030**, en la senda BAU en que nos encontramos.
- # Es el nivel que equivale a 2°C de incremento de las temperaturas promedio, según el IPCC.
- # “El objetivo del **Acuerdo de París** es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales”, recuerda la OMM.

<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-%C3%BAltimos-ocho-a%C3%B1os-han-sido-los-m%C3%A1s-c%C3%A1lidos-jam%C3%A1s-registrados-nivel>

¿Qué puede pasar después? Calentamiento “en la tubería” según James E. Hansen y colaboradores

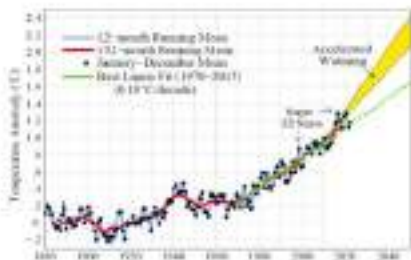
<https://arxiv.org/abs/2212.04474>

Eventual global warming due to today's GHG forcing alone – after slow feedbacks operate – is about 10°C (centuries to millennia)

Fast-feedback equilibrium climate sensitivity is at least ~4°C for doubled CO₂ (2×CO₂)
 Though this is the result of the latest models the IPCC AR6 kept to 3°C.
 Equilibrium is long after 2100. The IPCC is only to 2100

Global warming in the pipeline
 James E. Hansen et al, December 2022

- Slow feedbacks are amplifying feedbacks not included in the IPCC projections:
- Carbon emissions from warming peatlands & thawing permafrost
 - Ice sheet albedo feedback (loss of reflective cooling) from reduction of ice sheet extent (very slow).



Global warming could reach “1.5°C by the end of the 2020s and 2°C by 2050”
 That’s 4.5°C by 2100

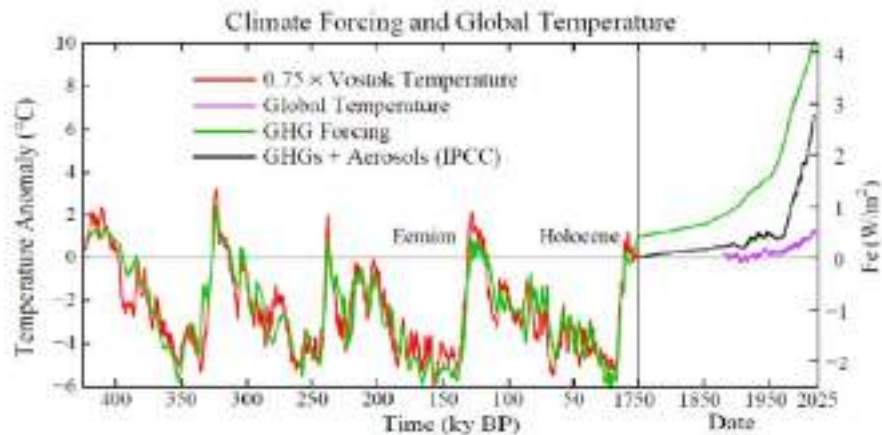


Fig. 7. Global mean surface temperature [°C] and climate forcings. Scale factor between temperature and forcings is 2.4°C per W/m². Antarctic (Vostok) temperature change based on water isotopes multiplied by 0.75. Time scale is expanded post 1750. Modern temperature is NASA GISS analysis. Zero point for GHG forcing is the mean for 10-8 ky BP. GHG + IPCC aerosol forcing is indistinguishable from IPCC all-anthropogenic forcing

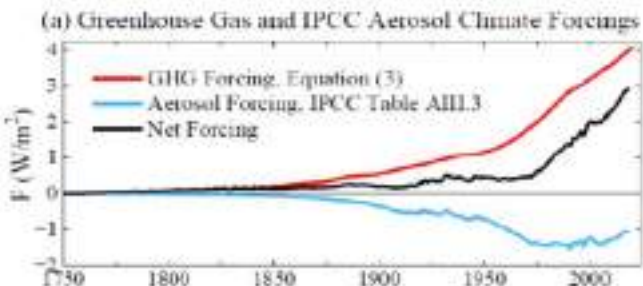
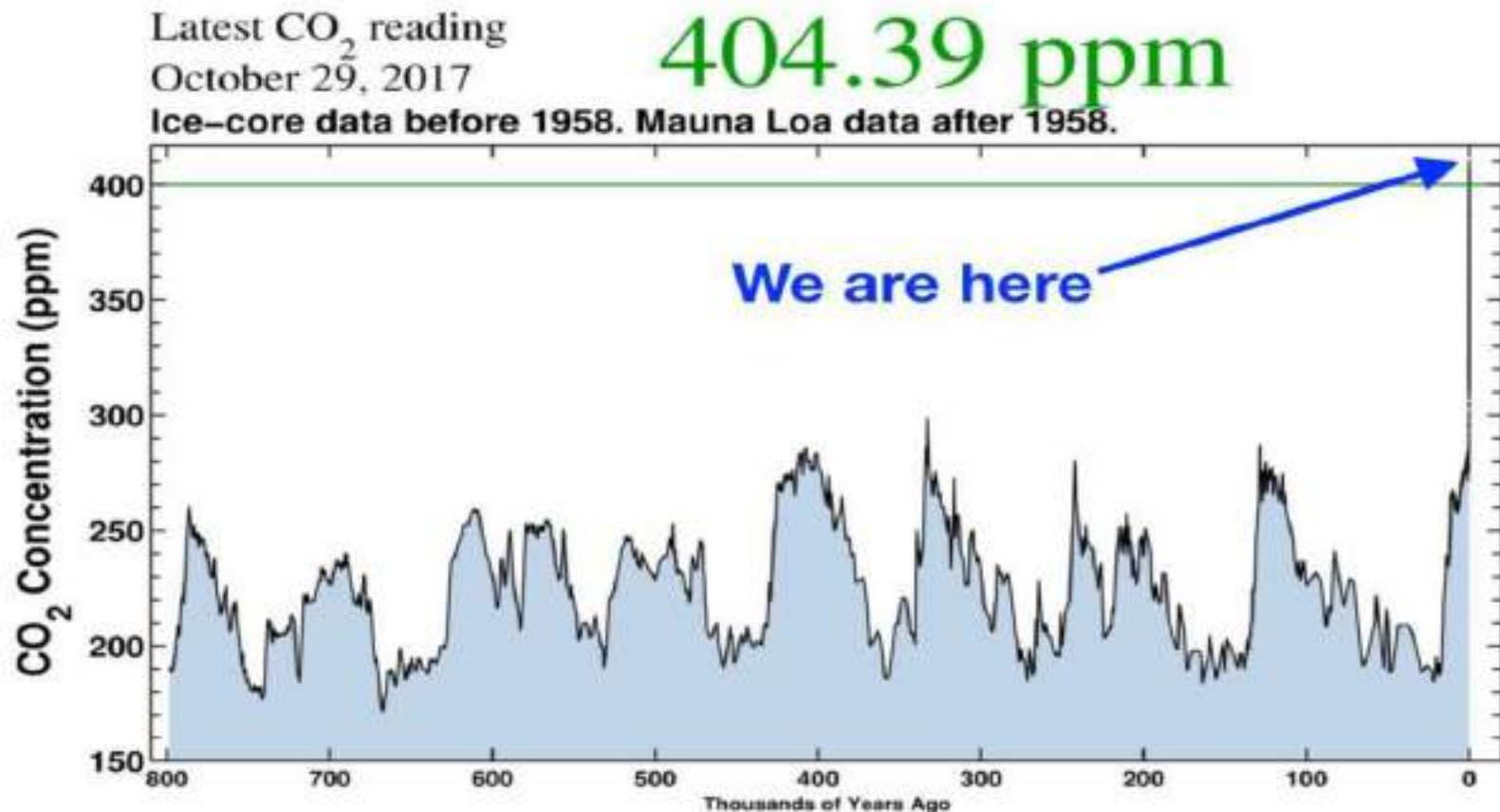


Fig. 11. (a) Estimated greenhouse gas and aerosol climate forcings re. 1750

Global warming in the pipeline James E. Hansen et al, 12 December 2022

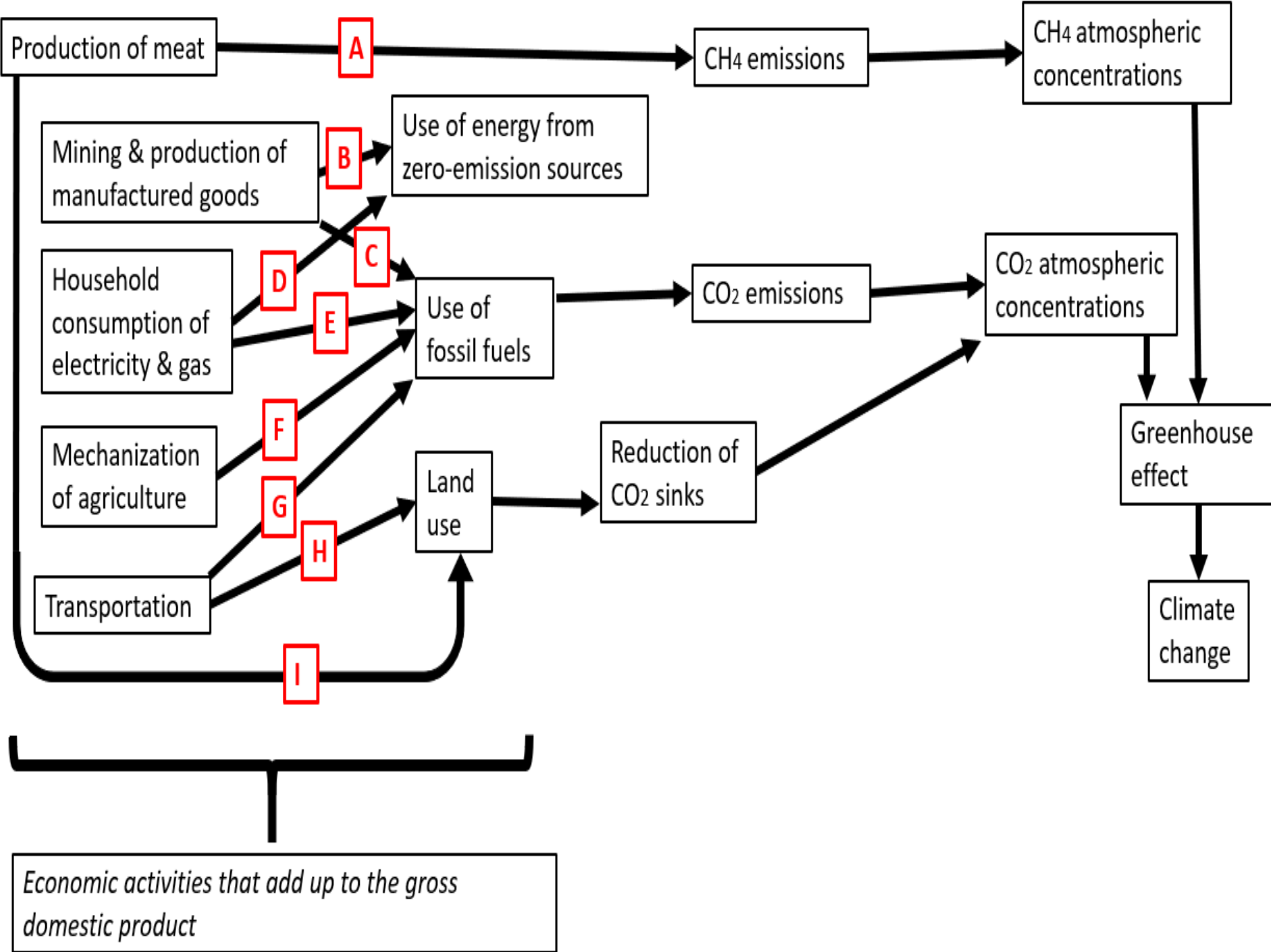
Peter Carter, Climate Emergency Institute

Si examinamos los últimos 800.000 años, con su alternancia de períodos glaciales e interglaciales...



Impulsores directos (*drivers*)

- # El principal de los “impulsores directos” del “cambio global” –o sea, la causa directa principal de la crisis ecológica mundial, que es una crisis socio-ecológica– es el **cambio de los usos del suelo**, que permanece ampliamente fuera de la conciencia de nuestras sociedades (supuestamente tan concienciadas de lo ambiental). Carlos Montes, “Cambio climático, agricultura y biodiversidad”, ponencia en el curso de la Universidad Pablo de Olvida de Sevilla “Agricultura y alimentación en un mundo cambiante” (VIII Encuentros Sostenibles); Carmona, 5 al 7 de octubre de 2011.
- # Los otros dos grandes impulsores directos del cambio climático: el **(mal) uso de la energía, especialmente los combustibles fósiles**, y la **producción de carne**.

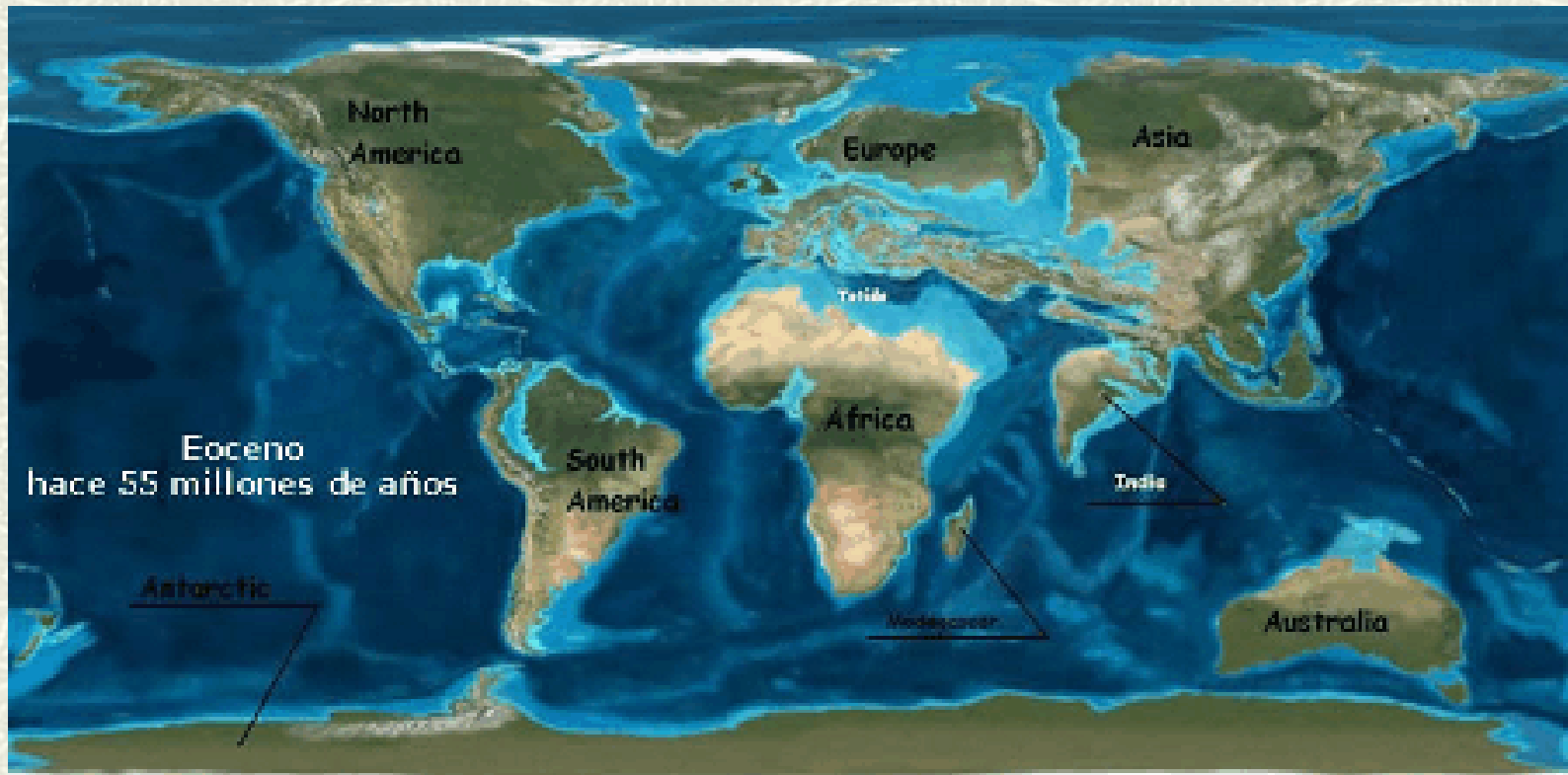


Economic activities that add up to the gross domestic product

La Tierra en “modo glacial” y en los períodos interglaciales

- # La diferencia de temperatura entre las “edades del hielo” y los períodos interglaciares más cálidos (nosotros estamos ahora en uno de ellos) es de **apenas 3-5°C...**
- # Un incremento de 4-6 °C sobre las temperaturas promedio de la Tierra (con respecto a los comienzos de la industrialización), incremento hacia el que vamos encaminados si no “descarbonizamos” nuestras economías rápidamente y a gran escala, nos retrotraería a una biosfera inhóspita, probablemente similar a lo que los paleontólogos designan con la gráfica expresión de “**infierno del Eoceno**”.

La Tierra hace 55 millones de años (Eoceno)



Palmeras y cocodrilos en el Ártico

- # Hace 55'5 millones de años, en el Eoceno, la atmósfera se volvió tan caliente que **en el Ártico no sólo se derritió el hielo, sino que las aguas polares se volvieron tropicales** y los cocodrilos se bañaban en el Polo Norte, como indican los fósiles encontrados.
- # En el resto del planeta, **buena parte de las tierras emergidas se transformaron en desiertos.**

En el Eoceno **la temperatura media del planeta aumentó en 6 °C de forma drástica, en un período de apenas 20.000 años.**

“Si se mantuviesen las emisiones de GEI en los niveles actuales, en poco más de un siglo se llegaría a una situación climática parecida a la del Eoceno. (...) Lo que convierte el actual proceso en excepcional es la velocidad del cambio. En menos de dos siglos se habría revertido un proceso paulatino de 50 millones de años de enfriamiento...”

https://elpais.com/elpais/2018/12/10/ciencia/1544465340_619894.html?id_externo_rsoc=TW_CC

<https://www.pnas.org/content/early/2018/12/05/1809600115>

Estamos emitiendo masivamente GEI (gases de “efecto invernadero”)

- # Entre 1990 –año de referencia para las negociaciones internacionales– y 2010, es decir, durante dos decenios de supuesta “lucha” contra el calentamiento global, **las emisiones mundiales de dióxido de carbono aumentaron el 61%**. (Entre 1970 y 1990 las emisiones habían aumentado un 45%).

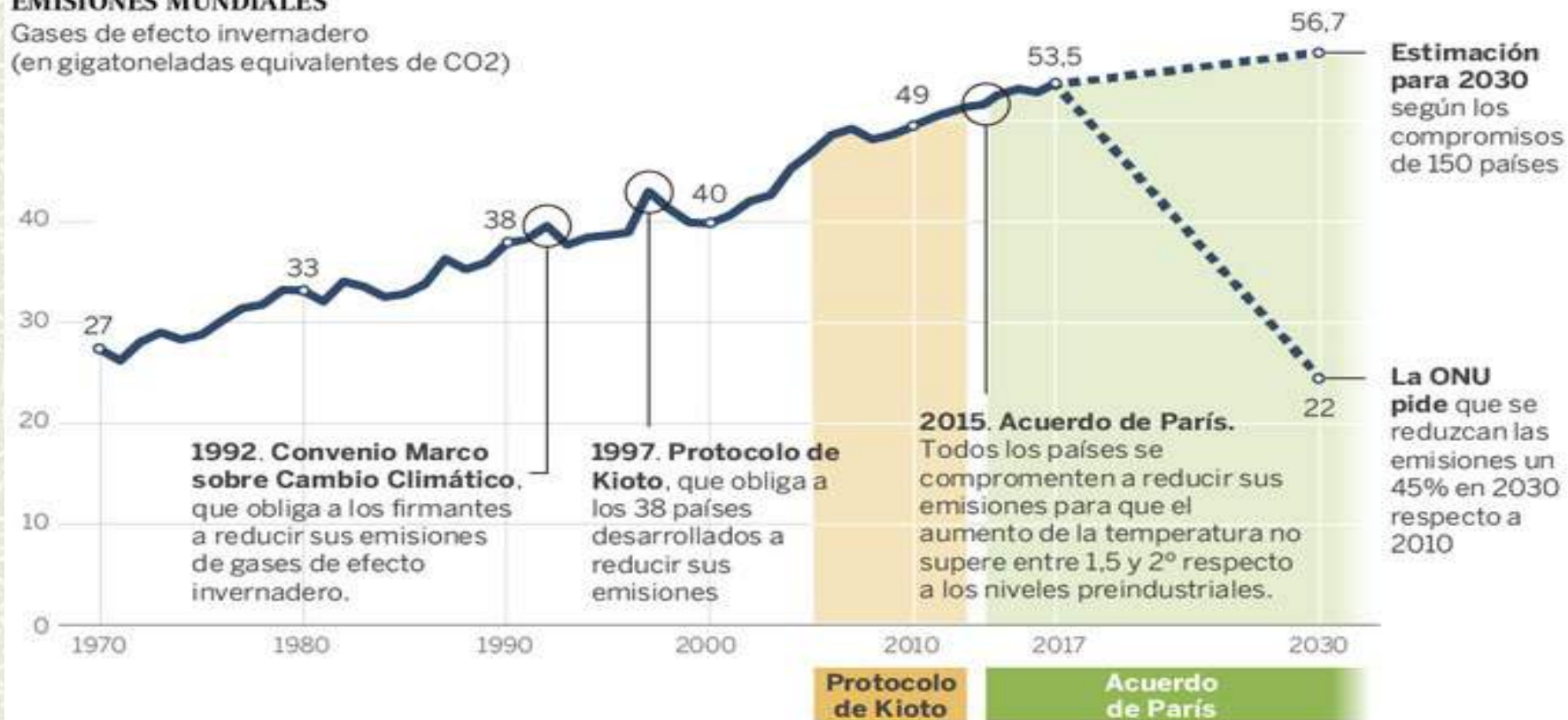
Aceleración de las emisiones

- # El aumento de las emisiones antropogénicas se está produciendo **cuatro veces más deprisa desde el año 2000 que en la década anterior**
- # La tasa de crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono, que en los años sesenta del siglo XX añadía anualmente a la atmósfera 0'7 ppm, se triplicó en los primeros años del siglo XXI –hasta 2'1 ppm cada año– y tiende ahora hacia el récord de 2'8 ppm cada año. Tom Bawden, “Carbon dioxide in atmosphere at highest level for 5 million years,” *The Independent*, 10 de mayo de 2013. Puede consultarse en <http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/carbon-dioxide-in-atmosphere-at-highest-level-for-5-million-years-8611673.html>

Después del acuerdo de París (2015), que marcó un hito en cuanto al consenso político al respecto, las emisiones anuales siguen incrementándose.

EMISIONES MUNDIALES

Gases de efecto invernadero
(en gigatoneladas equivalentes de CO₂)



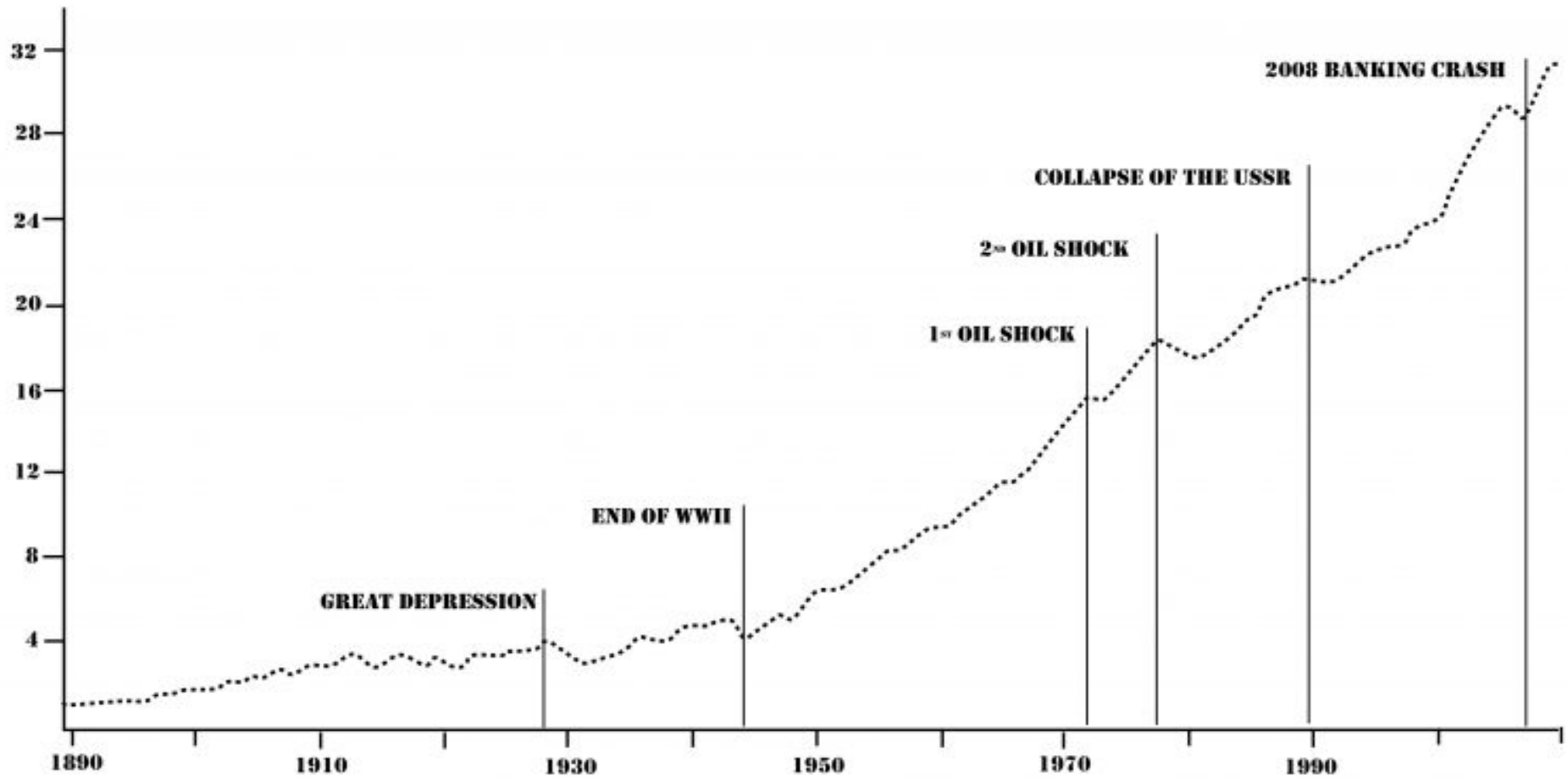
Fuente: ONU y elaboración propia.

EL PAÍS

Las únicas siete veces en las que las emisiones globales de CO₂ han caído:

- # 1. La Gran Depresión (que comenzó con el *crack* de 1929)
- # 2. El final de la II Guerra Mundial
- # 3 y 4. Las crisis del petróleo de 1973 y 1979
- # 5. El colapso de la URSS
- # 6. La Gran Recesión que empezó en 2008... ¡Saquen sus conclusiones! <https://consciousnessofsheep.co.uk/2019/09/09/facing-our-inconvenient-truths/> (también para el gráfico que sigue).
- # **7. La caída del 5'1% en las emisiones de CO² en 2020** (por el frenazo económico impuesto por la pandemia de covid-19) **no tiene impacto sobre la situación general: en 2021 el rebote hacia arriba de las emisiones fue del 6%.**

GLOBAL ENERGY-RELATED CO2 EMISSIONS (GT)



Aceleración del calentamiento

(informe especial del IPCC en el otoño de 2018)

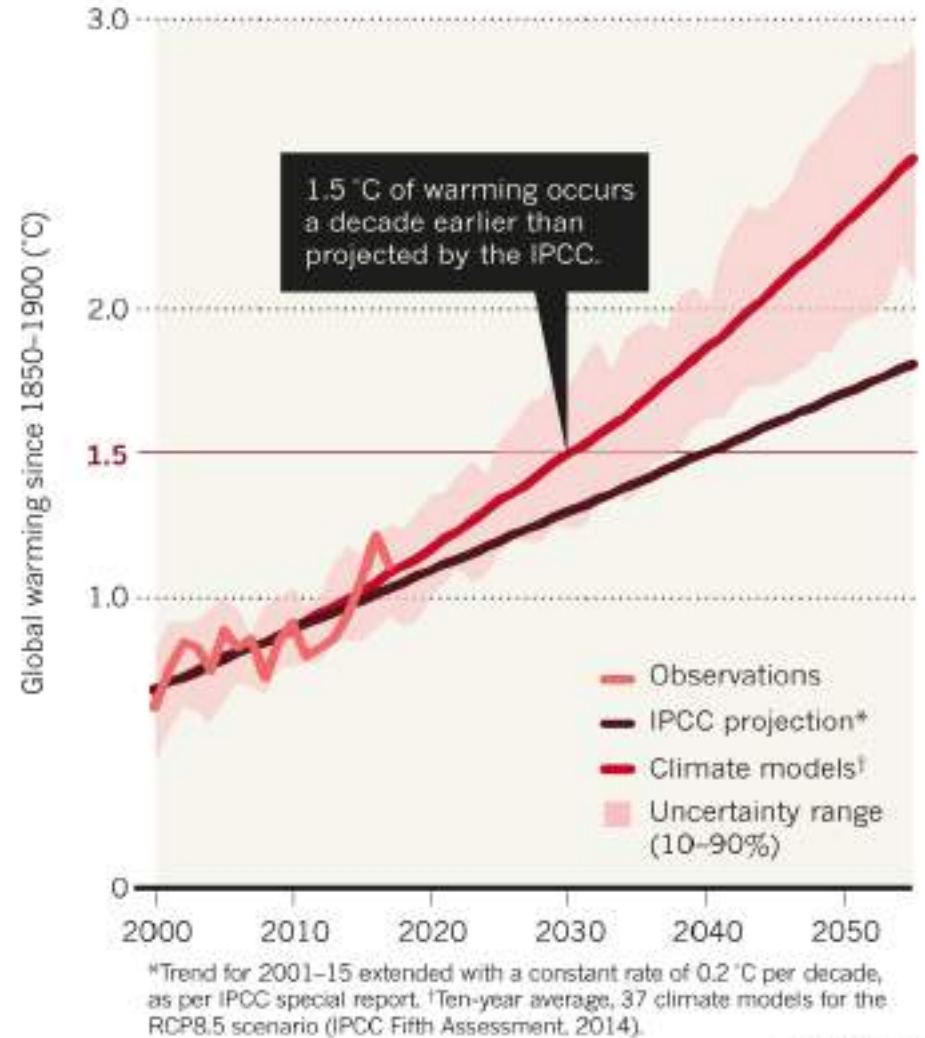
“...the latest IPCC special report underplays another alarming fact: global warming is accelerating. Three trends –rising emissions, declining air pollution and natural climate cycles– will combine over the next 20 years to make climate change faster and more furious than anticipated. In our view, there’s a good chance that we could breach the 1.5 °C level by 2030, not by 2040 as projected in the special report...”

Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan y David G. Victor: “Global warming will happen faster than we think”, 5 de diciembre de 2018

<https://www.nature.com/articles/d41586-018-07586-5>

ACCELERATED WARMING

Climate simulations predict that global warming will rise exponentially if emissions go unchecked.

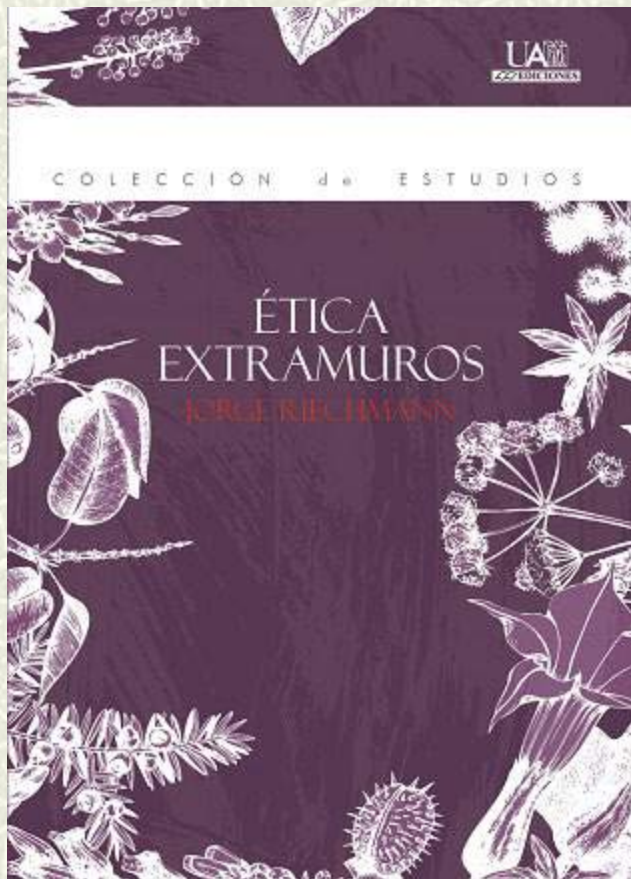


@nature

¿Nos pensamos en el tiempo geológico —o somos incapaces de ello?

- # “Con el conocimiento de los ciclos que gobiernan la rotación de la Tierra, incluyendo su inclinación y bamboleo, los paleoclimatólogos son capaces de predecir con razonable certeza que la próxima era glacial se producirá dentro de 50.000 años.
- # Sin embargo, debido a que el dióxido de carbono persiste en la atmósfera durante milenios, se espera que el calentamiento global de la actividad humana en los siglos XX y XXI suprima esa era glacial y muy posiblemente la siguiente, prevista para dentro de 130.000 años...” Clive Hamilton, “El gran silencio climático: estamos al borde del abismo pero lo ignoramos”, 10 de octubre de 2019; <https://www.climaterra.org/post/el-gran-silencio-clim%C3%A1tico-estamos-al-borde-del-abismo-pero-lo-ignoramos> .
Antes en *The Guardian*, 5 de mayo de 2017;
<https://www.theguardian.com/environment/2017/may/05/the-great-climate-silence-we-are-on-the-edge-of-the-abyss-but-we-ignore-it>

¿Ética y política extramuros?

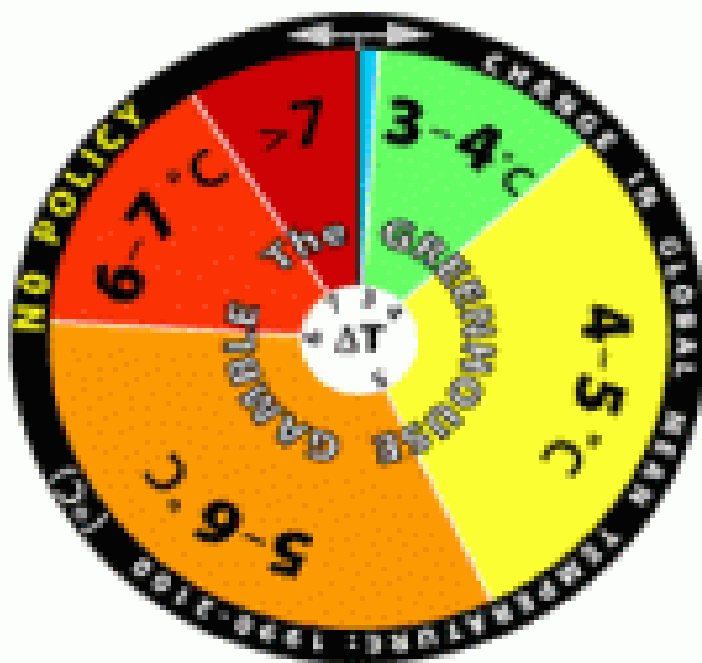


Si la actividad humana que se ha producido a lo largo de un siglo puede transformar irreversiblemente el clima mundial durante decenas de miles de años, nos vemos obligados a **replantearnos la historia y el análisis social como un asunto puramente intrahumano** (intramuros, suelo decir yo)...

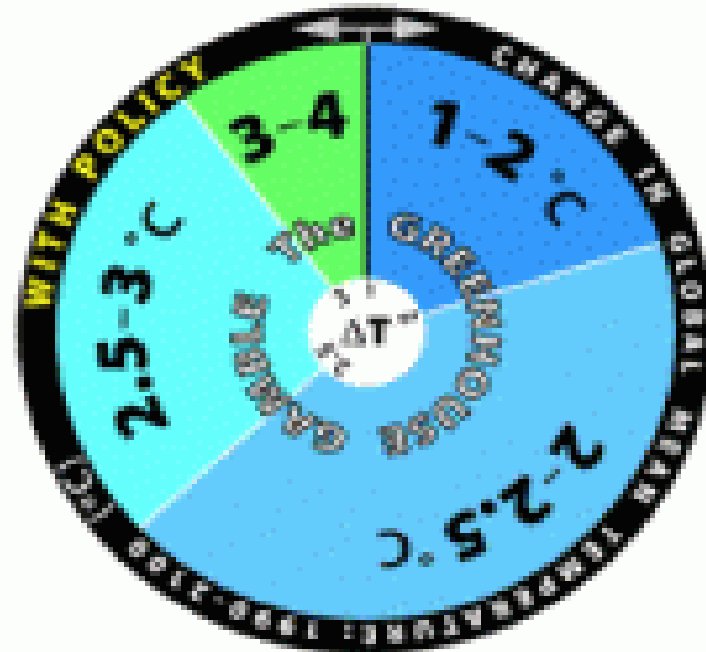
Hacia un mundo varios grados más cálido

- # El informe del Grupo III del IPCC (hecho público el 13 de abril de 2014 en Berlín), dentro del Quinto Informe de Evaluación de este organismo internacional, acotaba los incrementos de temperatura esperables a finales del siglo XXI entre 2'5 y 7'8 °C (respecto a las temperaturas preindustriales, ya se sabe), con los **valores más probables entre 3'7 y 4'8 °C** (con una probabilidad del 95%, precisan los científicos). IPCC, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* (informe del Grupo de Trabajo III dentro del V Informe de Evaluación del IPCC), IPCC 2014. Puede consultarse en <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/> . Resumen (*Summary for policymakers*) en http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary_for-policymakers_approved.pdf

Gráfico de probabilidades del MIT, según se prosiga BAU (*business as usual*) o se pongan en práctica algunas políticas de mitigación



Warming Possibilities in 2100 Under No Policy Scenario



Warming Possibilities in 2100 Under Policy Scenario

Las actualizaciones de esos cálculos siguen la pauta de *worse than expected*

“L'escalfament global es pot disparar 5 °C a finals de segle, segons els experts. L'increment serà molt superior al que preveien fins ara, que era de 3'4 °C si no es fa res per limitar les emissions”. Véanse las declaraciones de Francisco Doblas, investigador de ICREA, miembro del IPCC y director del Barcelona Supercomputing Center (12 de febrero de 2020):

- # <https://www.ccma.cat/324/lescalfament-global-es-pot-disparar-5c-a-finals-de-segle-segons-els-experts/noticia/2990071/>
- # Véase también: https://www.ara.cat/internacional/previsio-escalfament-global_0_2393760675.html

ESCALFAMENT GLOBAL A FINALS DE SEGLE

Font: Barcelona Supercomputing Center

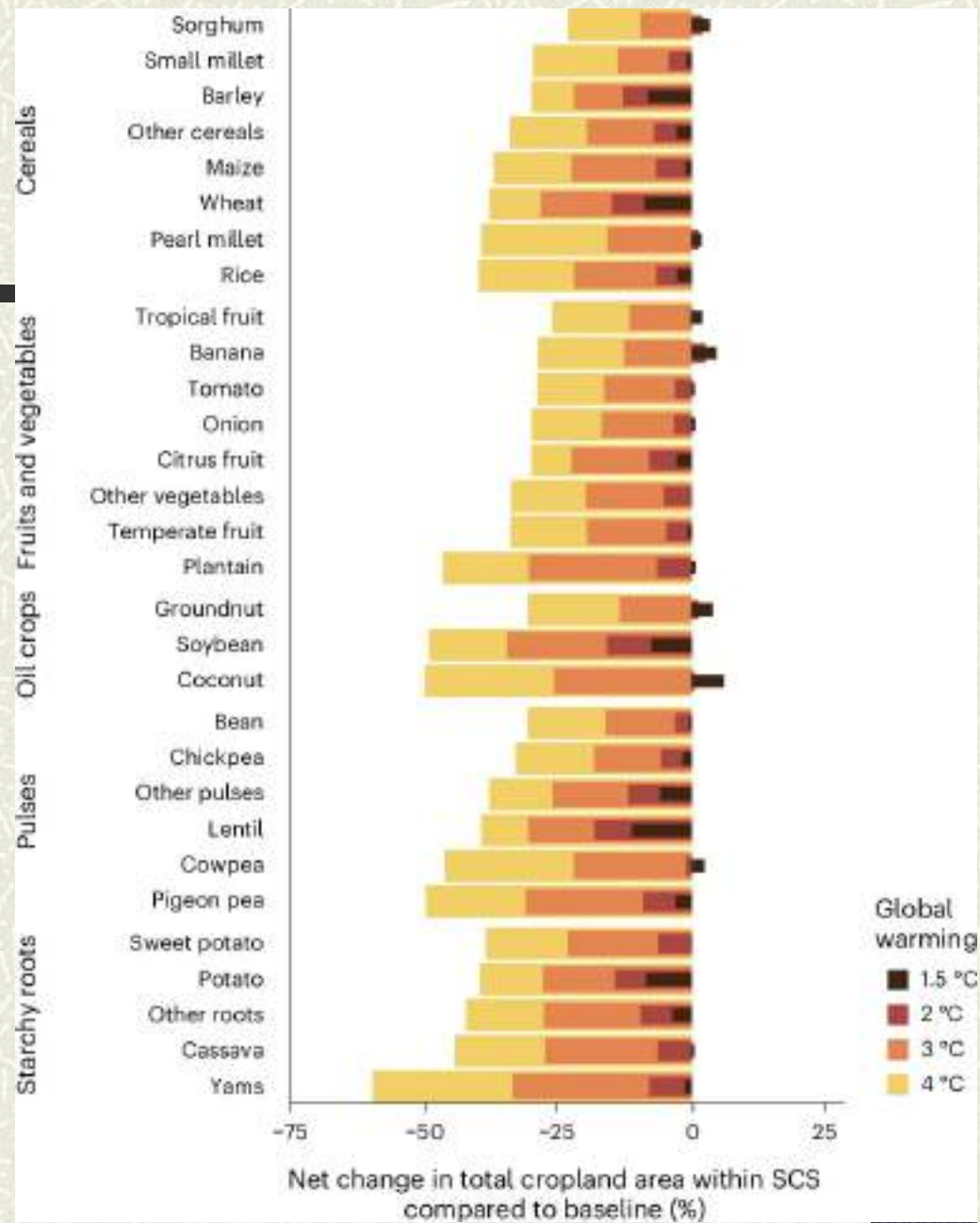


Ecocidio + genocidio

- # Esto tiene una traducción sencilla: vamos a **un genocidio preprogramado** (aunque previsible y evitable).
- # El cuerpo humano puede adaptarse a un aumento de 4 ó 6 °C en la temperatura promedio del planeta, pero **los cultivos y los agrosistemas que utilizamos para la producción de alimentos no pueden.**

“En un escenario de calentamiento de 1,5 °C, más de la mitad de los 30 cultivos analizados verían una disminución neta de su superficie de cultivo potencial global. Los cultivos más afectados son el trigo, la cebada, la soja, las lentejas y las patatas...”

<https://www.carbonbrief.org/half-of-global-croplands-could-see-a-drop-in-suitable-crops-at-2c-of-warming/>

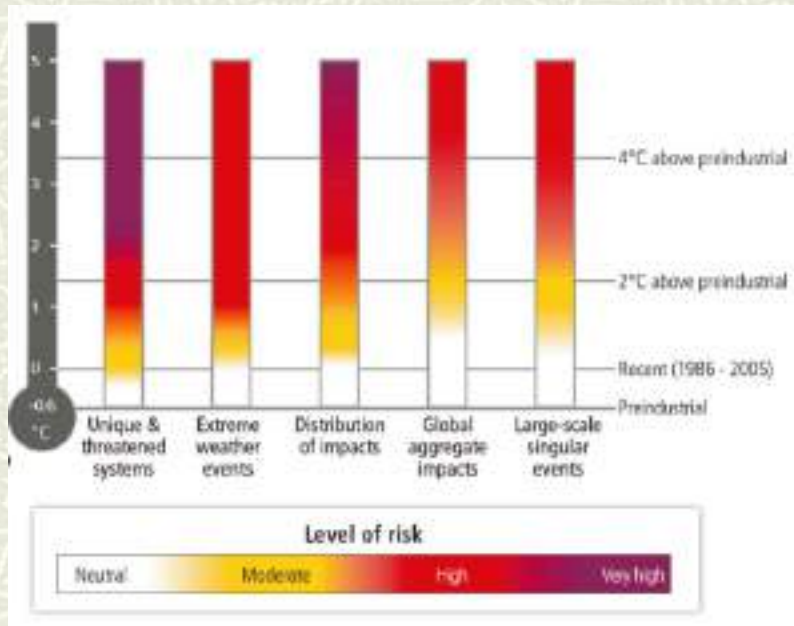


En el verano de 2003...

- # “No fue tan grave en España, pero en la mayoría de Europa fue terrible. Murieron cerca de 30.000 personas [a causa de las temperaturas elevadas]. Tenía unos amigos de París que estuvieron todo el año fuera y regresaron a principios de agosto. No podían tocar las paredes porque se quemaban las manos. Debían de estar cerca de los 50°C.
- # Tuvieron que permanecer allí una noche y la única forma en que pudieron aguantarla fue tomando una ducha cada hora para refrescarse. Al día siguiente se fueron, no podían estar ahí. La gente dice que es el verano normal en Bagdad. Pero el problema es que ningún cultivo crece a esa temperatura. No pueden aguantarlo...”

Entrevista a James Lovelock, <http://remandoenpolisindeton.blogspot.com.es/2014/05/entrevista-james-lovelock-hipotesis-gaia.html>

¿Más de dos grados?



Fuente: Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics, *Turn Down the Heat: Why a 4 °C World Must Be Avoided*, Banco Mundial, noviembre de 2012.

La Península Ibérica como desierto (ya lo indicamos antes)

- ‡ **Gran parte de la Tierra (y en particular la Península Ibérica) puede convertirse en un desierto si se traspasa el umbral de 1'5 °C de calentamiento sobre niveles preindustriales...**
- ‡ El estudio citado abajo menciona directamente al sur de Europa como la zona con mayor riesgo de desertificación del mundo, y grandes áreas se convertirán en desiertos incluso si se logra contener el calentamiento global por debajo del grado y medio.

Según los autores, en la Península Ibérica “la creciente demanda de agua ha reducido el caudal de los ríos”. Además, el trabajo señala varias áreas de América Central y Sudamérica, África del Sur, el Sudeste Asiático y Australia como las zonas más expuestas, junto con el Mediterráneo. Chang Eui-Park y otros, “Keeping global warming within 1.5 °C constrains emergence of aridification”, *Nature Climate Change* | vol 8 | enero de 2018. <https://www.nature.com/articles/s41558-017-0034-4.epdf> . Resumen en Santiago Sáez, “La península ibérica será un desierto si no se cumple el Acuerdo de París”, *La Marea*, 9 de enero de 2018; <https://www.lamarea.com/2018/01/09/peninsula-iberica-desierto-acuerdo-paris/>

De este otro buen informe de síntesis: puntos de inflexión/ de vuelco

<http://futureearth.org/news/cop23-10-science-must-knows-climate-change> (13 de noviembre de 2017)

Tipping elements that may be crossed at a 1-3 °C rise in global average surface temperature (note: these levels are within the range of the Paris Agreement targets)

1. Loss of Arctic summer sea ice
2. Irreversible melting of parts of the Greenland Ice Sheet
3. Irreversible melting of the West Antarctic Ice Sheet
4. Loss of many warm-water coral reefs
5. Disappearance of many mountain glaciers

Tipping elements that may be crossed at 3-5 °C

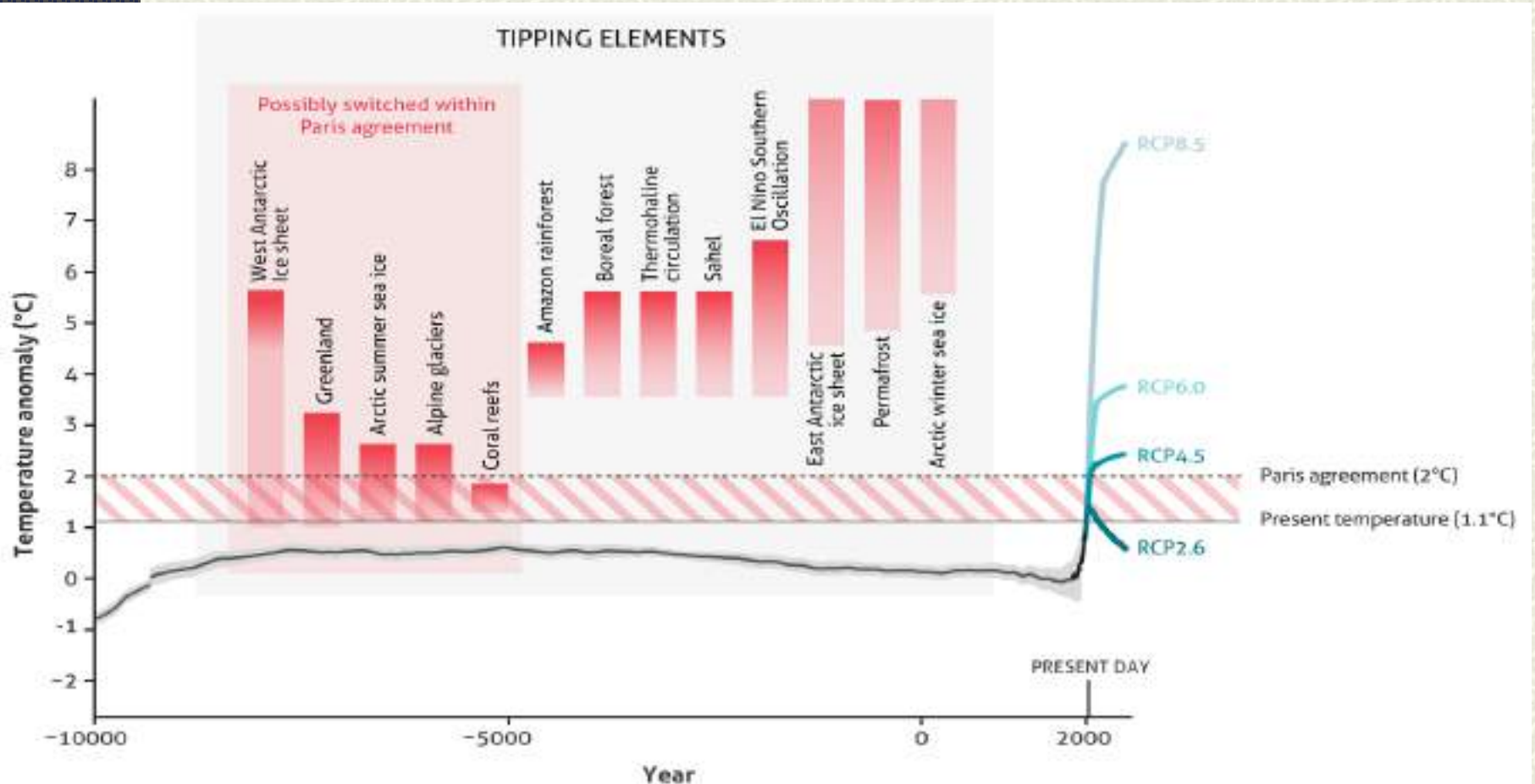
1. Significant parts of the Amazon shift from rainforest to savanna
2. Boreal forests: large-scale ecological and shifts affecting regional warming
3. Influence on the thermohaline circulation, in particular slowdown of the Atlantic Meridional Overturning Circulation
4. Changes to strength and frequency of the El Niño-Southern Oscillation
5. Greening of the Sahel

Actualización sobre *tipping points*: <https://www.theguardian.com/science/2020/sep/19/the-tipping-points-at-the-heart-of-the-climate-crisis>

Tipping elements likely beyond 5 °C

1. Irreversible melting of the East Antarctic Ice Sheet
2. Melting permafrost and release of methane
3. Loss of Arctic winter sea ice.

Seguimos en el informe <http://futureearth.org/news/cop23-10-science-must-knows-climate-change>



¿Qué sería un mundo 4°C más caliente?

Momento en una conferencia de Ferran Puig Vilar grabada el 6 de octubre de 2016 en Lanzarote:
<https://ustednoselocree.com/2016/10/12/cambio-climatico-y-colapso-civilizatorio-hasta-que-punto-poria-ser-inminente/>



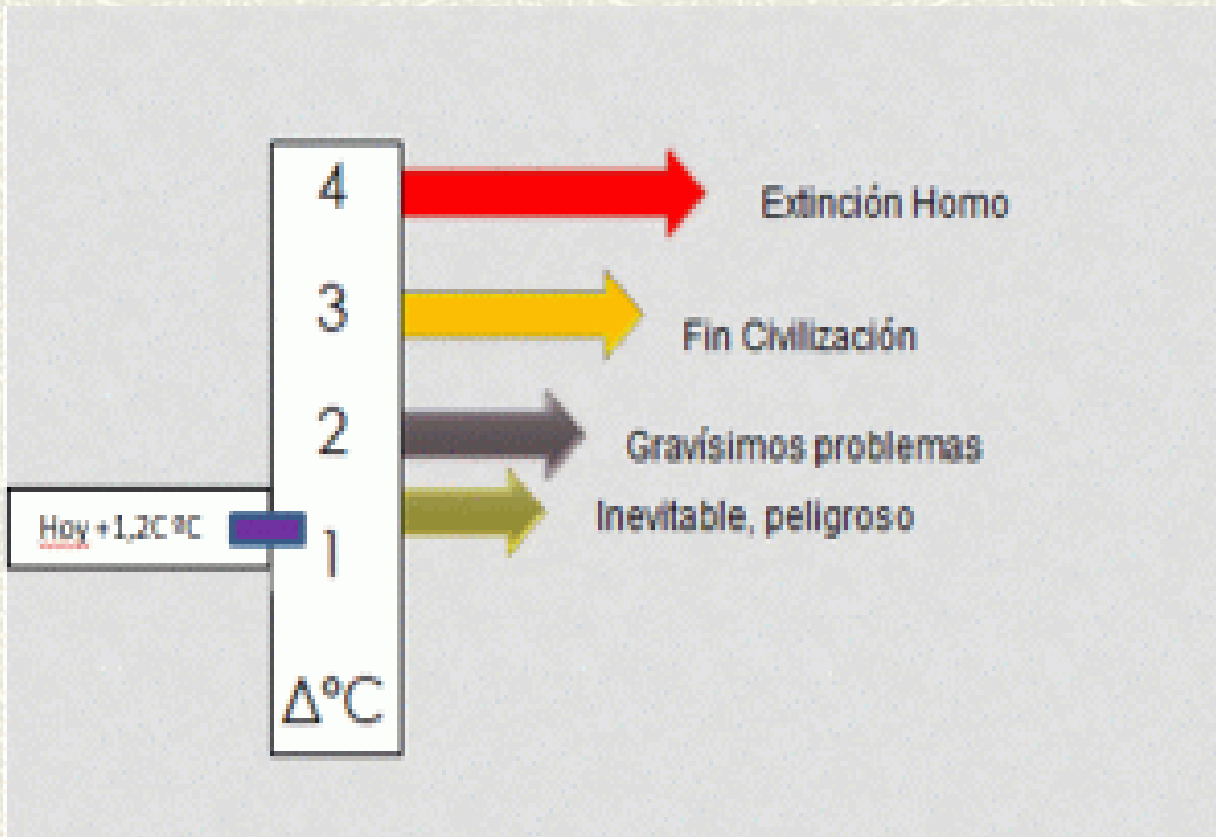
Sólo las zonas marcadas en verde serían habitables. La imagen proviene de Gaia Vince, "How to survive the coming century", *New Scientist*, 25 de febrero de 2009;

<https://www.newscientist.com/article/mg20126971.700-how-to-survive-the-coming-century/>



¿Se alcanzarán + 4 °C? ¿Qué podría suceder con 4 °C o más? Una indagación exhaustiva en

<https://ustednoselocree.com/2020/02/20/peor-de-lo-esperado-4-oc-en-2060-viaje-a-lo-impensable/>



Caracterización de los impactos según el aumento de temperatura. Imagen adaptada de materiales didácticos de Carlos de Castro

Lo lineal y lo no lineal

- # El problema no es tanto el calentamiento – moderado, gradual y lineal– que ya se ha producido, sino las consecuencias que se prevén para los decenios por venir.
- # En particular, todo lo que está sucediendo **en el Ártico**, en los últimos tres lustros, apunta hacia **un calentamiento climático no lineal, abrupto, descontrolado y catastrófico.**

¿Calentamiento autoalimentado y descontrolado?

Las anomalías crecientes hacen que los climatólogos valoren con enorme preocupación la posibilidad que, superando pronto alguno de los *tipping points* o puntos de vuelco climático, nos precipitemos en una fase de **calentamiento autoalimentado y descontrolado** (*runaway climate change*).

<https://ustednoselocree.com/2015/11/27/paris-2015-el-unico-margen/> ;
<https://ustednoselocree.com/2016/03/13/estado-de-alarma-climatica-se-han-superado-los-2c/>

Inercia del sistema climático

- # Aunque hoy redujéramos drásticamente las emisiones de gases de “efecto invernadero”, el calentamiento continuaría con toda probabilidad durante siglos e incluso milenios, debido a la **inercia de los sistemas naturales** (anclada, por ejemplo, en la capacidad de los océanos de retener el calor).

Nuestra mayor inquietud es que los cambios dejen de ser lentos y graduales para convertirse en **rápidos, descontrolados, no lineales y abruptos**, una vez sobrepasado uno o varios *tipping points* (puntos de **inflexión, o más bien de vuelco**) que desencadenen **potentes realimentaciones positivas del calentamiento**.

No linealidad y puntos sin retorno

- # No linealidad quiere decir que **puede haber cambios bruscos desde un estado a otro muy diferente, cuando se sobrepasan ciertos umbrales**. Anthony D. Barnosky y otros, “Approaching a state shift in Earth’s biosphere”, *Nature* vol. 486, del 7 de junio de 2012.
- # Superado cierto umbral (*tipping points*), el calentamiento gradual podría disparar varios de estos mecanismos, lo que conduciría a un cambio rápido, incontrolable y seguramente catastrófico. Tenemos todas las razones para temer estarnos acercando a ese punto sin retorno...

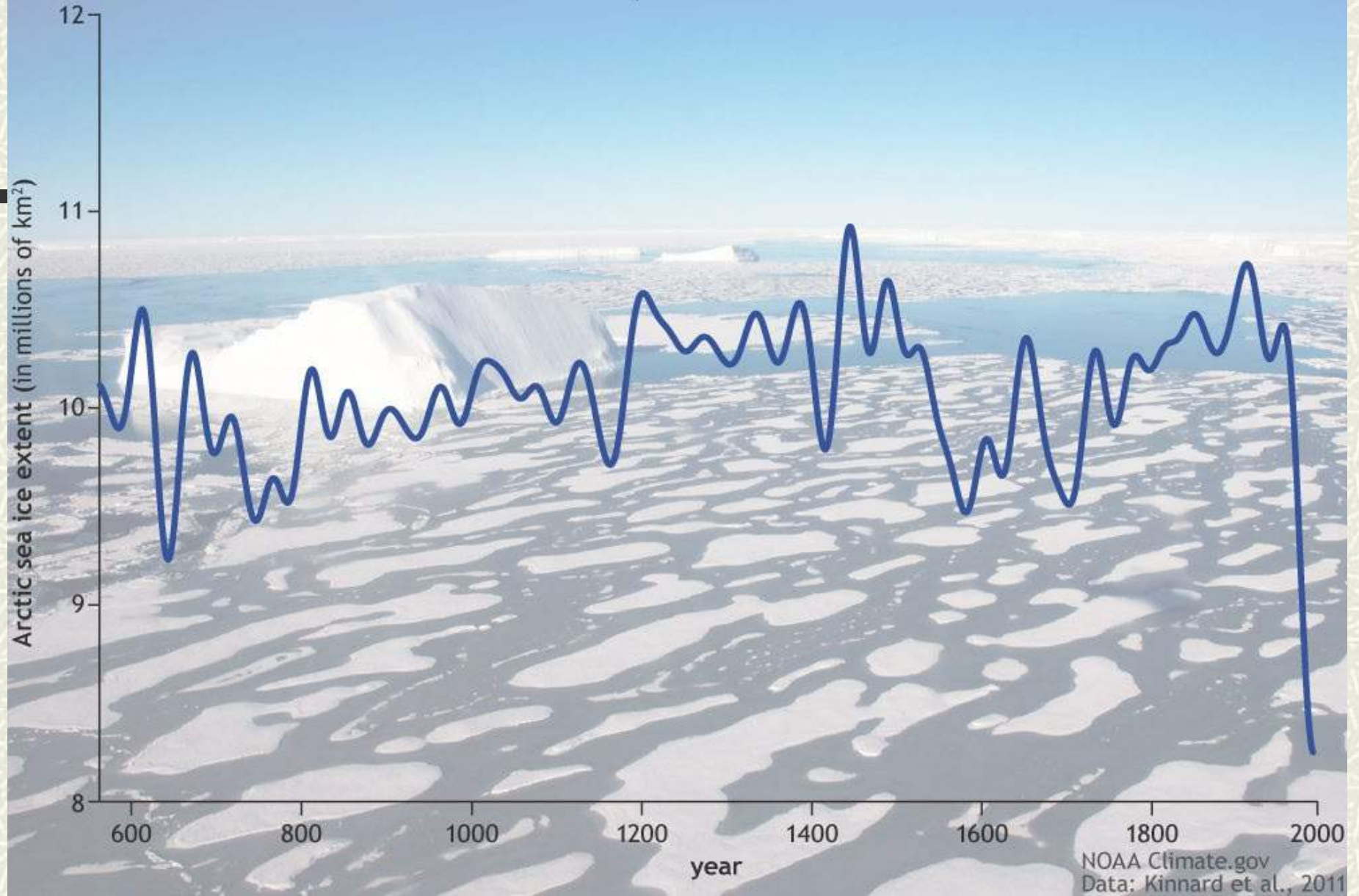
Luis González Reyes insiste en que el cambio climático no es un proceso lineal

“Pasado un umbral determinado (que probablemente esté en un incremento de temperatura de 1’5°C, del que ya estamos muy cerca), va a dar igual cuantas emisiones realice el metabolismo humano, porque el propio planeta se convertirá en emisor neto de gases de efecto invernadero. Y esto no cesará hasta alcanzar otro nuevo equilibrio 4-6°C superior al preindustrial, que haría inhabitable para el ser humano la gran mayoría de la Tierra. Como se ve, no es en absoluto irrelevante si se supera dicho umbral”. LGR, “Cambios sistémicos para crisis sistémicas”, *El Salto*, 3 de agosto de 2020; <https://www.elsaltodiario.com/mecambio/cambios-sistemicos-para-crisis-sistemicas>

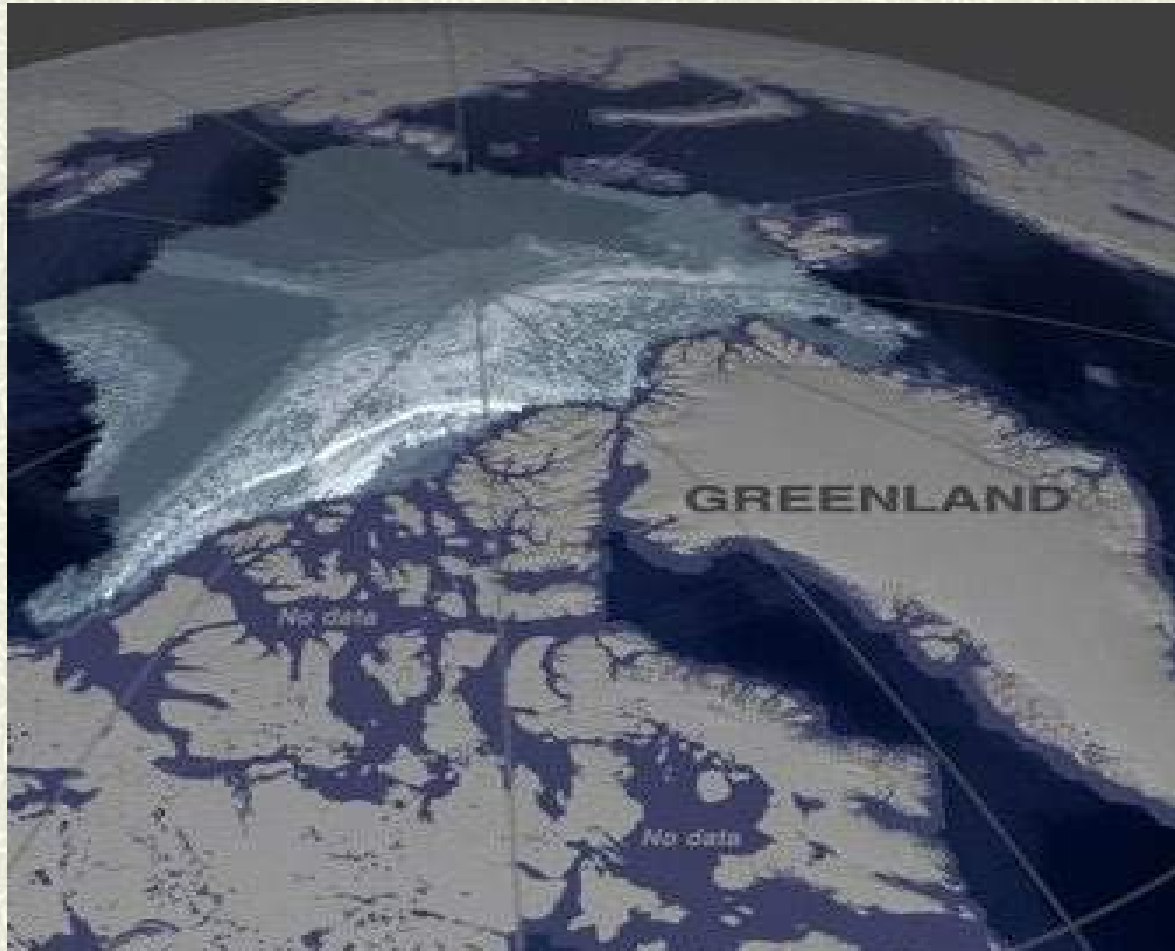
¿Qué es la realimentación positiva (*positive feedback*)?



ARCTIC SEA ICE EXTENT OVER THE LAST 1,500 YEARS



El océano ártico probablemente se verá completamente libre de hielo por vez primera en algún verano de los años 2020



Primavera de 2018. “*Fallen off a cliff: scientists have never observed so little ice in the Bering Sea in spring*”.

<https://www.washingtonpost.com/news/capital-weather-gang/wp/2018/05/03/fallen-off-a-cliff-scientists-have-never-observed-so-little-ice-in-the-bering-sea-in-spring>



Bucles de realimentación positiva: enumeración no exhaustiva

- ‡ **La fusión del hielo y la nieve** reduce la cantidad de luz solar reflejada (las superficies oscuras absorben más calor).
- ‡ **La mayor presencia de vapor de agua en la atmósfera** aumenta la cantidad de calor atrapado (es decir, el mismo vapor de agua es un “gas de efecto de invernadero”).
- ‡ **El derretimiento del *permafrost* de la tundra, y el calentamiento del mar en las latitudes boreales,** hace que se libere metano, un potentísimo gas de efecto invernadero.
- ‡ **La creciente deforestación y desertización** reduce la cantidad de vegetación capaz de fijar dióxido de carbono...

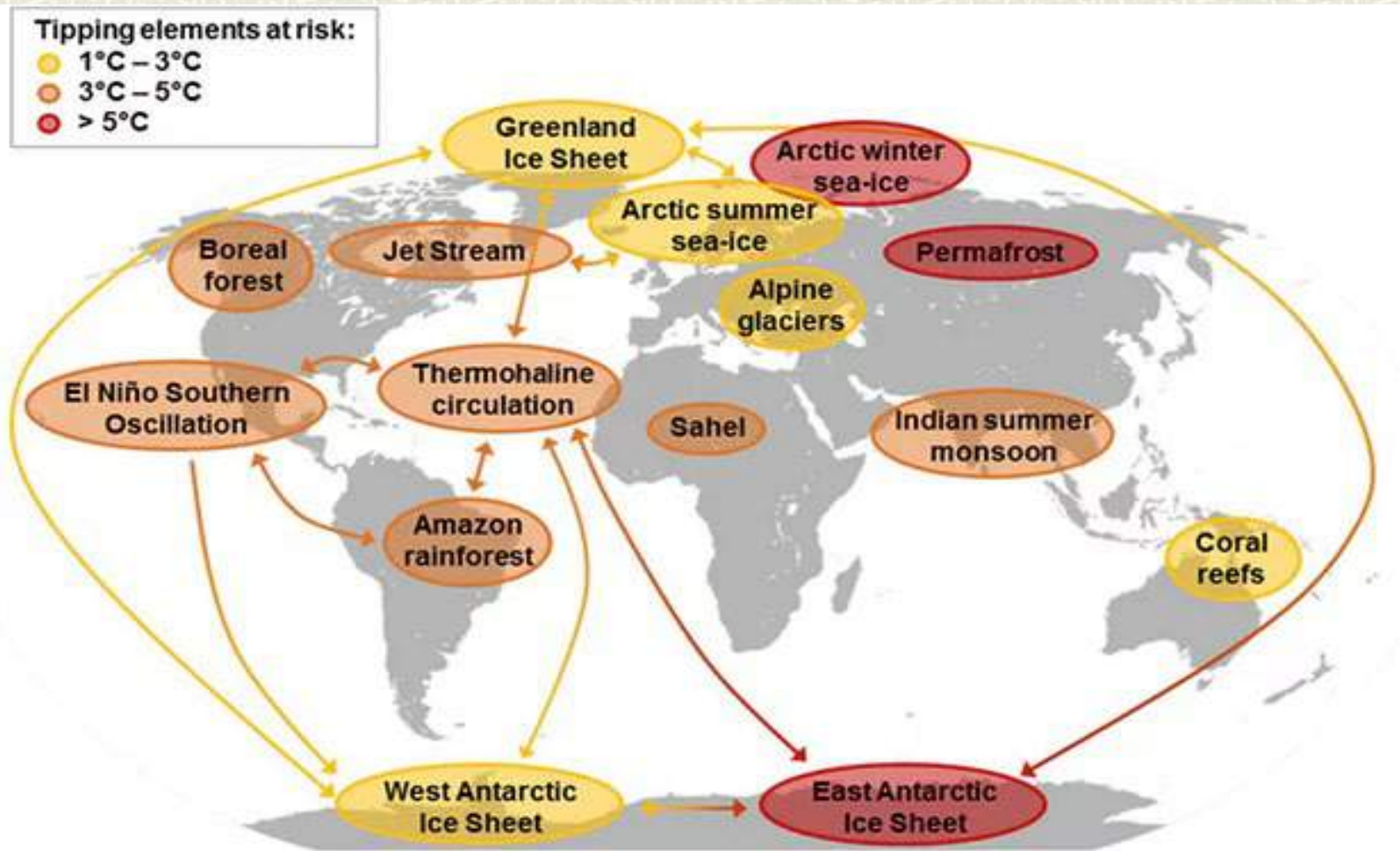
Tres decenas de mecanismos que realimentan el calentamiento

- # En total, hasta ahora se han detectado **cerca de 30 mecanismos que amplifican el cambio climático**. El calentamiento global, por ejemplo, está aumentando el riesgo de incendio en todo el mundo. Cada vez que se desata un fuego, las llamas emiten grandes cantidades de gases de efectos invernadero a la atmósfera. Y esto, a su vez, aúpa aún más el aumento global de los termómetros y amplifica la extensión de la crisis climática.
- # Preocupan, sobre todo, procesos biológicos como la muerte regresiva de los bosques, la pérdida de carbono del suelo y los incendios forestales. También inquieta el avance de fenómenos físicos como la reducción de la capa de nieve, el aumento de las precipitaciones antárticas y la reducción de las reservas de hielo del planeta.
- # Véase William J. Ripple y otros, “Many risky feedback loops amplify the need for climate action”, *One Earth*, 17 de febrero de 2023; [https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322\(23\)00004-0#articleInformation](https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(23)00004-0#articleInformation)

“De los datos que este panel [el IPCC] constata, el más preocupante es que los cinco mecanismos principales para regular el clima han entrado en lo que denominamos retroalimentación (*feed-back*) positiva. Es decir, un círculo vicioso. Si aumenta la temperatura en uno de los sistemas, el sistema cambia en el sentido de aumentarla más aún, y no, como hacía antes, para disminuirla.” Entrevista a

James Lovelock, <http://remandoenpolisindeton.blogspot.com.es/2014/05/entrevista-james-lovelock-hipotesis-gaia.html>

¿Cascadas de realimentación que nos lleven a un estado de *hothouse Earth* (la Tierra como cocedero)?... Importante estudio publicado en PNAS: <http://www.pnas.org/content/early/2018/08/07/1810141115>



Se trata de un estudio actualizado sobre realimentaciones en el sistema climático: Will Steffen, Johan Rockström, Katherine Richardson y otras, “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene”, PNAS, 6 de agosto de 2018;

<http://www.pnas.org/content/early/2018/07/31/1810141115>

- # Síntesis divulgativa en <https://www.lavanguardia.com/natural/20180807/451242701861/la-tierra-puede-caer-en-estado-invernadero-irreversible-alertan-cientificos.html> y en https://www.abc.es/ciencia/abci-cientificos-alertan-planeta-acerca-punto-no-retorno-201808071753_noticia.html y en <https://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2018/aug/15/humans-are-pushing-the-earth-closer-to-a-climate-cliff>
- # Steffen –uno de los principales climatólogos del mundo- advierte que **si las temperaturas aumentasen dos grados centígrados o más, se activarían procesos de realimentación en el “sistema Tierra” que pueden desencadenar un mayor calentamiento, incluso si se dejan de emitir gases de efecto invernadero.** Los elementos de retroalimentación incluyen la descongelación del permafrost (suelo permanentemente helado) y los hidratos de metano en aguas marinas glaciales, el debilitamiento de sumideros de carbono en tierra y mar, el aumento de la respiración bacteriana en los océanos, la muerte regresiva de la selva amazónica y del bosque boreal, la reducción de la capa de nieve en el hemisferio norte, la pérdida de hielo marino en el verano ártico, así como la reducción del hielo marino antártico y las capas de hielo polar. Esta situación podría resultar en que las temperaturas se sitúen de media cinco grados por encima de la era preindustrial y que el nivel del mar suba a largo plazo entre 10 y 60 metros.

Criosfera en retroceso

Según un estudio científico internacional que publicó la revista *Nature Geoscience* en julio de 2013, liderado por investigadores del Imperial College de Londres y elaborado con participación española, **el nivel del mar podría elevarse 20 metros** hacia final de siglo si la Antártida y Groenlandia sufrieran deshielo como en el Plioceno (hace 5'3-2'6 millones de años).

En el Plioceno...

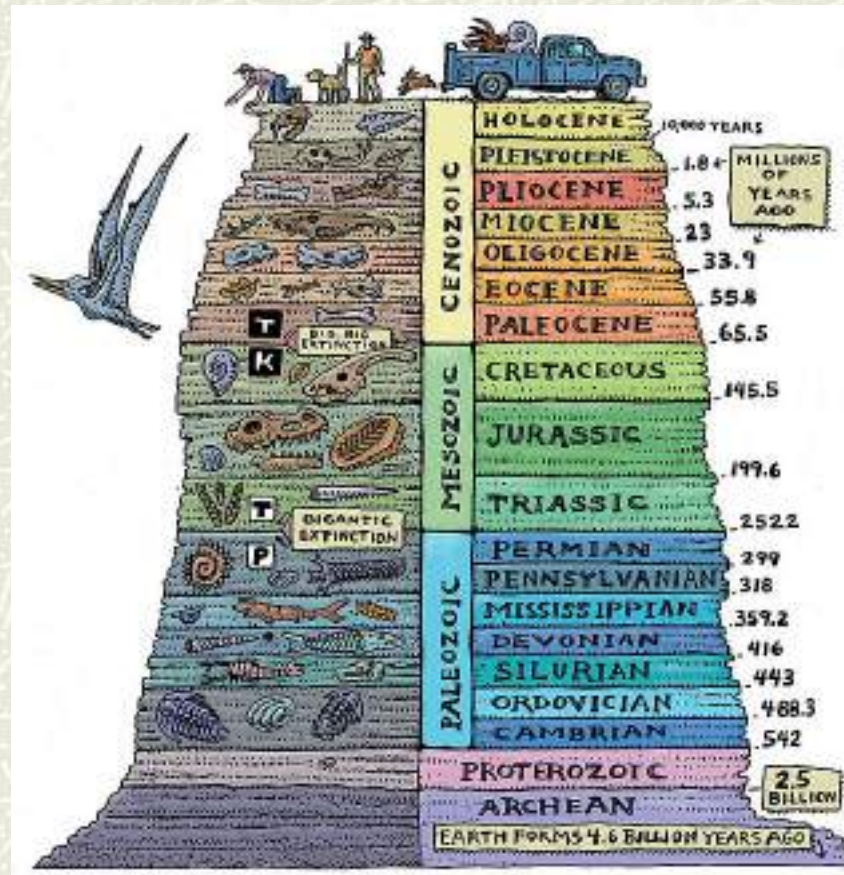
- # En el Plioceno, comprendido entre hace 5'33 millones de años y 2'59 millones de años, la Tierra experimentó un aumento global de temperatura que llegó a ser entre 2 y 3 grados centígrados superior a la actual y similar a la prevista para finales del siglo XXI. La concentración de CO₂ atmosférico, por su parte, era igual a la de hoy en día. Ambos factores propiciaron la fusión de parte del hielo planetario, lo que provocó un aumento del nivel del mar de 20 metros, ha recordado el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), firmante de la investigación.

La fusión total de los hielos antárticos haría **subir el nivel del mar más de sesenta metros**; y según algunos especialistas, entre ellos James Hansen, la concentración atmosférica de dióxido de carbono está ahora traspasando –en dirección opuesta– el umbral cualitativo que correspondió a la formación del casquete polar antártico, hace 35 millones de años...

Climas extremos en el pasado

- # Es cierto que la Tierra ha conocido en el pasado (a lo largo de sus más de 4.500 millones de años de existencia) **climas extremos**.
- # **Y la vida ha sobrevivido a situaciones mucho peores que las que previsiblemente vamos a experimentar**, en escenarios tanto más calientes como más fríos (originados por factores como las alteraciones en el ciclo del carbono, el vulcanismo, la tectónica de placas y los cambios en la posición de la Tierra con respecto al Sol).

Las edades de Gea/ Gaia



Lo que está amenazada es la vida buena –y la mera supervivencia humana

- # Por ejemplo, los geólogos han identificado **dos situaciones de “Tierra Bola de Nieve”** (*Snowball Earth*), con un frío extremo (y los océanos casi completamente helados), hace 700 y hace 2.200 millones de años.
- # **Lo que está amenazada no es la vida como fenómeno biológico**, no es la continuidad de la biosfera; **somos los seres humanos y eso que llamamos “civilización”** (y la perduración de muchas otras especies con las que compartimos la biosfera, claro está).

¿Aún no es tarde?

“Es posible que ya hayamos cruzado el umbral para una cascada de puntos de vuelco [*tipping points*] interrelacionados. La versión sencilla es que los y las escolares [*Fridays for Future*, Greta Thunberg, etc] tienen razón: estamos viendo cambios potencialmente irreversibles en el sistema climático en curso, o muy cerca”. Scranton, 4 de diciembre de 2019;

<https://twitter.com/RoyScranton/status/1202211790546862080?s>

09
05/03/2025

c. global

Learning to Die in the Anthropocene

REFLECTIONS ON THE
END OF A CIVILIZATION

Roy Scranton

"Scranton draws on his experiences in Iraq to confront the grim realities of climate change. The result is a fierce and provocative book."
—Elizabeth Kolbert, author of *The Sixth Extinction*

Últimas noticias sobre el fin del mundo

Señala Ira Leifer, investigador del Instituto de Ciencias del Mar de la Universidad de California en Santa Bárbara: “Algunos científicos sugieren hacer planes para adaptarnos a un mundo de 4 °C más cálido. Si bien es prudente, uno se pregunta cuál es la parte de la población que vive ahora que podría adaptarse a un mundo así, y mi opinión es que es sólo unos pocos miles de personas que busquen refugio en el Ártico o la Antártida.”

Ira Leifer, citado en Dahr Jamail, “Cambio climático: últimas noticias sobre el fin del mundo”, en *mientrastanto.e* 121, febrero de 2014. Puede consultarse en <http://mientrastanto.org/boletin-121/de-otras-fuentes/cambio-climatico-ultimas-noticias-sobre-el-fin-del-mundo>

Los plazos de que disponemos, son muy cortos

- # En lo que se refiere a asuntos como la hecatombe de biodiversidad, el calentamiento climático, o el cénit del petróleo y del gas natural, **estamos en la cuenta atrás.**
- # La oceanógrafa Sylvia Earle –ex científica jefe de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EEUU— lo expresa con precisión: “Es la primera vez que tenemos capacidad [científica] para entender los riesgos que sufre el planeta, pero tal vez la última para solucionarlo”. Entrevista con Sylvia Earle: “Sigo buceando en los océanos porque aún respiro”, *El País*, 5 de octubre de 2010

¿Una de cada veinte personas?

- # La senda por la que estamos avanzando (BAU, dicen los anglosajones: *business as usual*) conduce a un **ecocidio acompañado de un genocidio que se llevará por delante a la mayoría de la población humana.**
- # Los **picos o cénits de los combustibles fósiles y los fosfatos** quebrantarán gravemente nuestros sistemas agroalimentarios.
- # Y si llegamos a finales del siglo XXI con cuatro grados de incremento de temperatura sobre los promedios preindustriales, **quizá sobreviva apenas una de cada veinte personas.**

- # En un encuentro científico internacional sobre cambio climático realizado en Melbourne en noviembre de 2012 (en la antesala de la COP18 de Doha), algunos de los más relevantes investigadores del mundo estimaron lo que podría pasar con un aumento de cuatro grados centígrados o más (sobre las temperaturas preindustriales promedio).
- # Para Hans Joachim Schellnhuber (fundador y director del Instituto Postdam para la Investigación del Impacto Climático – PIK- y director del Consejo Asesor Alemán sobre el Cambio Climático –WBGU-), la capacidad del planeta para albergar seres humanos en caso de una subida de cuatro grados se reduciría a “menos de 1.000 millones de personas”.

¿Una mortandad de casi el 95%?

- # Unos años antes el profesor Kevin Anderson (director del Centro Tyndall para el Cambio Climático en Gran Bretaña) se dirigió a la prensa durante la fallida conferencia de Copenhague, en 2009: “Para la humanidad es cuestión de vida o muerte... [un aumento así] no conducirá a la extinción del ser humano, ya que unos pocos afortunados, con los recursos adecuados, podrán desplazarse a las partes apropiadas del planeta y sobrevivir. Pero creo que es extremadamente improbable que evitemos una mortandad masiva con cuatro grados de aumento”.
- # En aquella ocasión Anderson se atrevió a dar cifras: “Si en el año 2050 la población mundial es de 9.000 millones y la temperatura se eleva 4, 5 o 6 grados, los supervivientes podrían ser del orden de 500 millones”. Si echamos cuentas, eso es hablar de **una mortandad de casi el 95%**. Cf. Miguel Artime, “Cuatro grados más o cómo decir adiós a casi el 95% de la humanidad”, blog *Cuaderno de ciencias*, 15 de noviembre de 2012; <https://es.noticias.yahoo.com/blogs/cuaderno-de-ciencias/cuatro-grados-m%C3%A1s-o-c%C3%B3mo-decir-adi%C3%B3s-casi-161726996.html>

Si las cosas van muy mal...

Sam Miller: “Es muy probable que continúe la alteración climática causada por los seres humanos hasta que desencadenen ciclos de realimentación imparables y puntos de inflexión, algunos de los cuales incluyen el derretimiento del permafrost, la anoxia oceánica, la muerte masiva de los bosques, el derretimiento de hielos que elimine la protección del albedo y el colapso de las capas de hielo. Estos procesos ya han comenzado.”

- # “Cuando se alcancen los puntos de inflexión, algunos de los cuales podrían ocurrir en cualquier momento, no sabremos cómo detenerlos, y rápidamente harán que el planeta sea inhabitable para los humanos y para la mayoría de las demás formas de vida.
- # El aumento masivo del nivel del mar amenaza con anegar cada una de las principales ciudades costeras del planeta, inundando a más de mil millones de personas que viven en ellas, lo que podría ocurrir en el lapso de un par de décadas.” [Es decir, en el decenio de 2030-2040]

Extinción del Pérmico-Triásico: 97% de la vida en el planeta

- # “Durante el evento de extinción del Pérmico-Triásico hace 252 millones de años, el cambio climático calentó la tierra en cinco grados centígrados; esto mató al 97% de la vida en el planeta. La tierra se está calentando actualmente a un ritmo mucho más rápido que durante esa gran extinción.
- # Ya hemos calentado el planeta 1’2 grados en apenas un par de siglos y probablemente se alcanzarán los dos grados a mediados de siglo, según estimaciones conservadoras. Este cambio de temperatura de cinco grados puede ocurrir en un intervalo de tiempo de trece años, si se dan ciertas circunstancias.”

“Si la economía mundial no deja de emitir gases de efecto invernadero de inmediato, estamos en camino de alcanzar al menos seis grados. Esto nos matará y, nuevamente, al menos el 97 por ciento de la vida en el planeta.”

Sam Miller McDonald, “Collapse despair”, *Activistlab*, 18 de diciembre de 2017; <http://www.activistlab.org/2017/12/collapse-despair/>

Atención: todo está yendo más rápido y peor de lo esperado

- ✦ Por ejemplo, la acidificación de los océanos: “El ‘gemelo malvado’ del cambio climático, la acidificación de los océanos, ha aumentado a un ritmo inesperado por los científicos, dice la doctora Jane Lubchenco, jefa de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica en EEUU (NOAA). (...) Las aguas superficiales, donde se ha concentrado el exceso de dióxido de carbono de la atmósfera, ‘están cambiando mucho más rápidamente de lo que sugieren los cálculos iniciales’.”

<https://www.commondreams.org/news/2012/07/09/rate-climate-changes-evil-twin-has-scientists-worried>

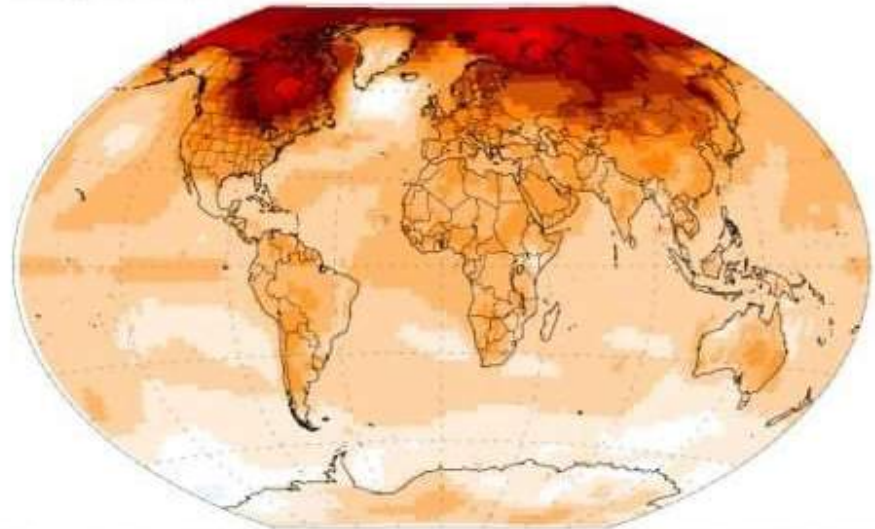
- ✦ Cf. el impresionante esfuerzo de síntesis de Ferran Puig Vilar:

<https://ustednoselocree.com/background-climatico/otros/%20mucho-peor-de-lo-esperado/>

Modelo y realidad

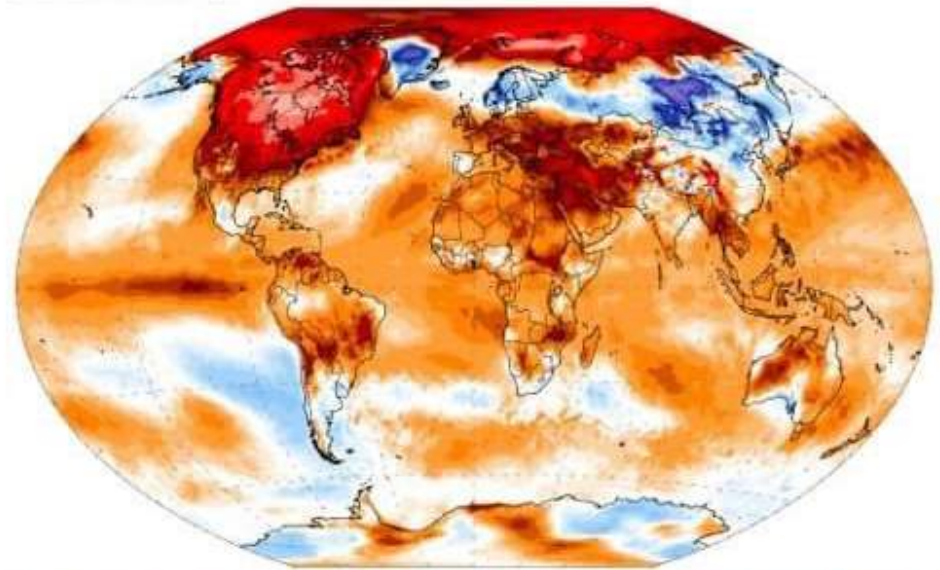
- ✦ En la imagen de arriba, la previsión media de los modelos CMIP5 de 2014 para diciembre de 2023, asumiendo el peor escenario de emisiones (informalmente, “escenario Infierno en la Tierra”, RCP8.5).
- ✦ En la imagen de abajo, las temperaturas reales en diciembre de 2023, que han superado las previsiones peores de 2014. (La desviación se muestra en cada caso respecto del promedio 1979-2000.)

2m Temperature Anomaly (°C)
December 2023 - 1979-2000
CMIP5 RCP8.5 Ens Avg (1mem)



2m Temperature Anomaly (°C)
December 2023 - 1979-2000

ECMWF ERA5 (0.5x0.5 deg)



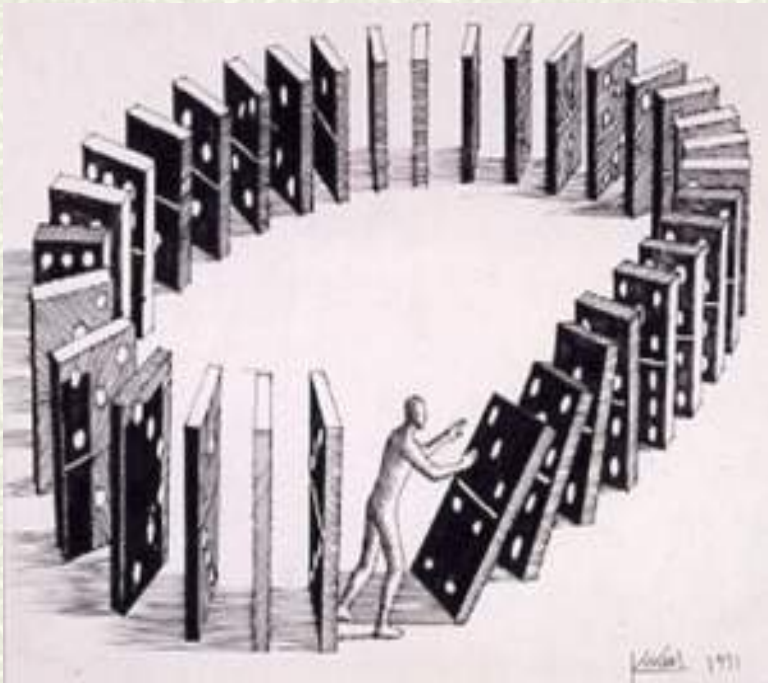
Y el incremento de la temperatura de los océanos en 2023...

- # “El 31 de marzo de 2023 la temperatura media de la superficie del océano se disparó hasta marcar el máximo registrado hasta ese momento para ese mismo día del año. Y así ha continuado desde entonces, en niveles récord diarios. Son casi 12 meses de temperaturas marinas desbocadas que tienen a los científicos preocupados y buscando explicaciones que incluyen muchas variables, aunque todas las teorías parten de un denominador común: el calentamiento global que padece el planeta debido a la acción del ser humano y a los gases que expulsan, fundamentalmente, los combustibles fósiles.” Manuel Planelles, “El planeta acumula ya 12 meses seguidos de temperaturas oceánicas completamente desbocadas”, *El País*, 20 de marzo de 2024; <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-03-19/el-planeta-acumula-ya-12-meses-seguidos-de-temperaturas-completamente-desbocadas.html>

¿+2°C hacia 2030?

- # Ha habido un duro debate sobre si +1'5°C estaba ya sobrepasado tras la **barbaridad de acontecimientos climáticos y registros de temperatura extremos en 2023**.
- # Un nuevo estudio publicado en *Nature* (analizando 300 años de registros de temperatura oceánica conservados en esqueletos de carbonato de escleroesponjas) alerta: no sólo se ha sobrepasado, sino por bastante. **Estaríamos ya en + 1'7°C, con un calentamiento global de +2°C para finales de la década de 2020**, casi dos décadas antes de lo esperado.
- # Malcolm T. McCulloch y otros, “300 years of sclerosponge thermometry shows global warming has exceeded 1.5 °C”, *Nature Climate Change*, 5 de febrero de 2024; <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01919-7>

Worse than expected



- # “Es un verdadero sobresalto darnos cuenta de que los *tipping points* que pensábamos que podrían suceder en el futuro estén ya en marcha ... [se trata de] una amenaza existencial a la civilización.” Timothy M. Lenton en Stephen Leahy, “Climate change driving entire planet to dangerous ‘tipping point’ “, *National Geographic*, 27/11/2019 – <https://www.nationalgeographic.com/science/2019/11/earth-tipping-point/>