

# CLIMA Y MEDIOAMBIENTE (EL MARCO Y LOS LIMITES AMBIENTALES)

---

Dr. Rubén Díaz Sierra  
(Facultad Ciencias – UNED)



Curso Verano - El futuro de la energía: economía, clima y geopolítica  
Junio 2023 Centro Asociado UNED Ceuta



Friends: The Smelly Cat Jingle: <https://www.youtube.com/watch?v=Ee3ezPgbm2c>

# Consumo de energía (y población) en la historia

ENERGY CONSUMPTION / POPULATION

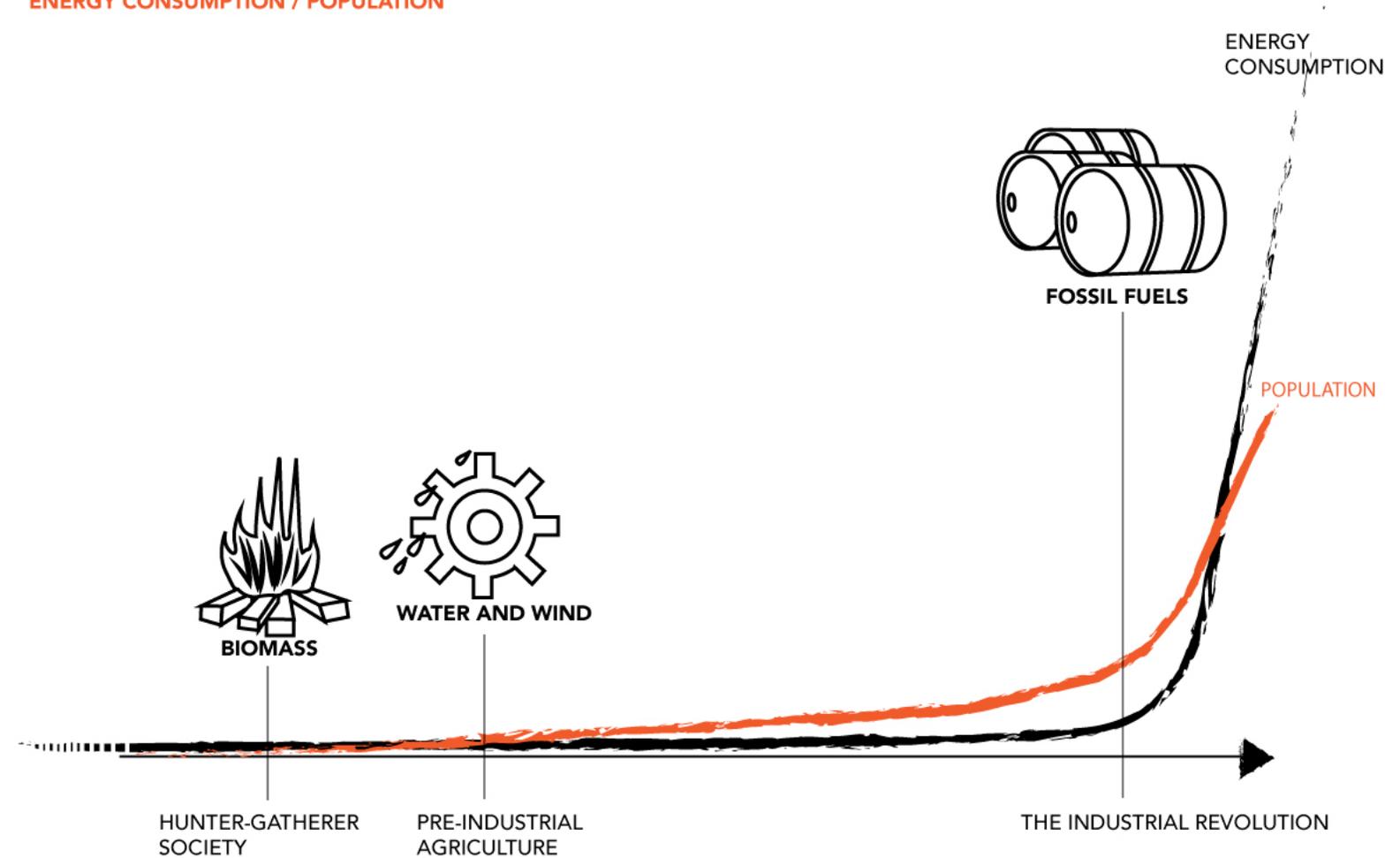
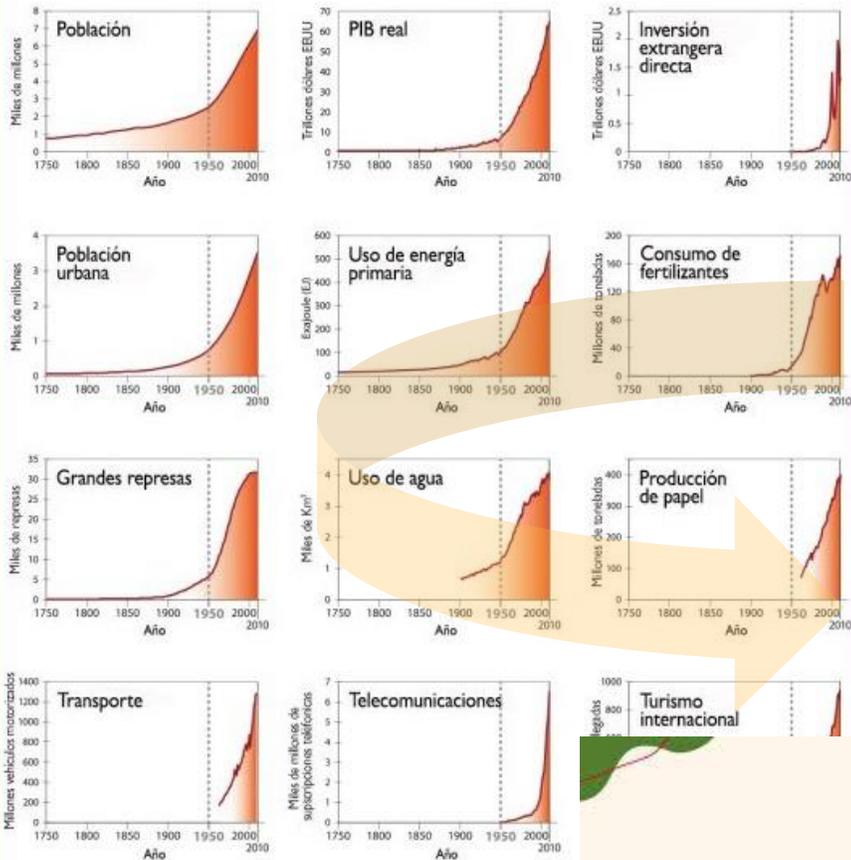
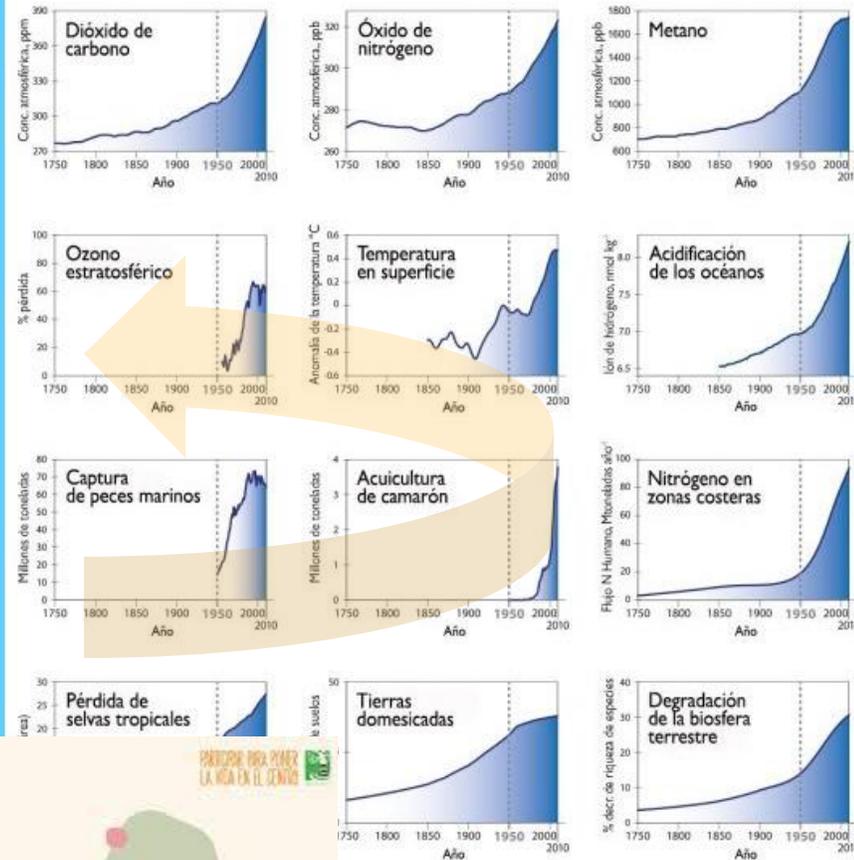


Illustration: Sonja Winkelmann Thomsen

## Tendencias socio-económicas



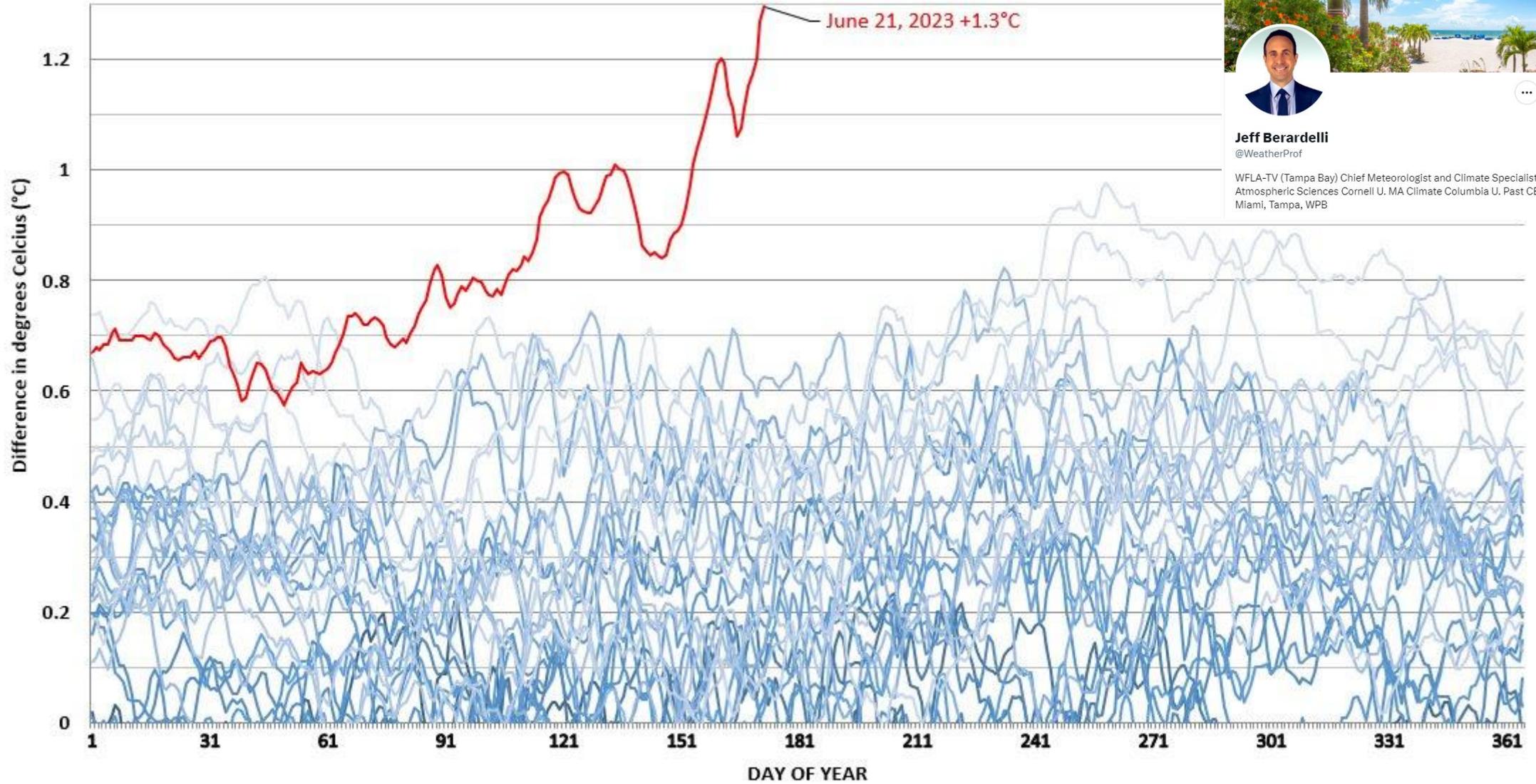
## Tendencias del sistema Tierra



La gran aceleración (>1950)



# North Atlantic (0-60N) Sea Surface Temperature Anomaly (SSTA) from 1982-2011 mean



**Jeff Berardelli**  
@WeatherProf

WFLA-TV (Tampa Bay) Chief Meteorologist and Climate Specialist. BS Atmospheric Sciences Cornell U. MA Climate Columbia U. Past CBS News NY and Miami, Tampa, WPB

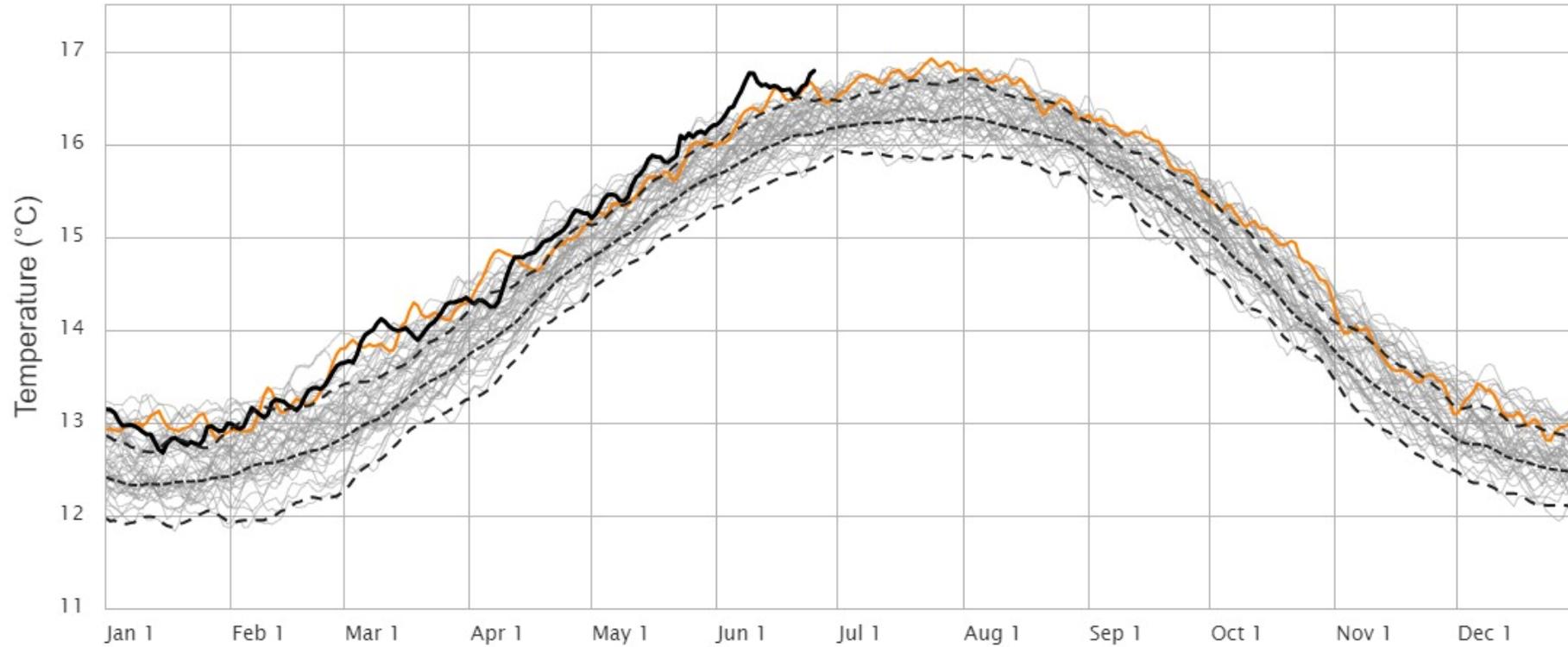
Seguir

©Leon Simons, adjusted from Prof. Eliot Jacobson - Data source: NOAA Optimum Interpolation SST (OISST) dataset version 2.1  
Trough [https://climatereanalyzer.org/clim/sst\\_daily/](https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/), Climate Change Institute University of Main. Data up to June 21th, 2023

[https://climatereanalyzer.org/clim/sst\\_daily/](https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/)

# 2m Temperature World (90°S–90°N, 0–360°E)

NCEP CFSV2/CFSR | ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine



- 1979
- 1980
- 1981
- 1982
- 1983
- 1984
- 1985
- 1986
- 1987
- 1988
- 1989
- 1990
- 1991
- 1992
- 1993
- 1994
- 1995
- 1996
- 1997
- 1998
- 1999
- 2000
- 2001
- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023
- 1979–2000 mean
- plus 2σ
- minus 2σ



**Prof Michael E. Mann**

@MichaelEMann

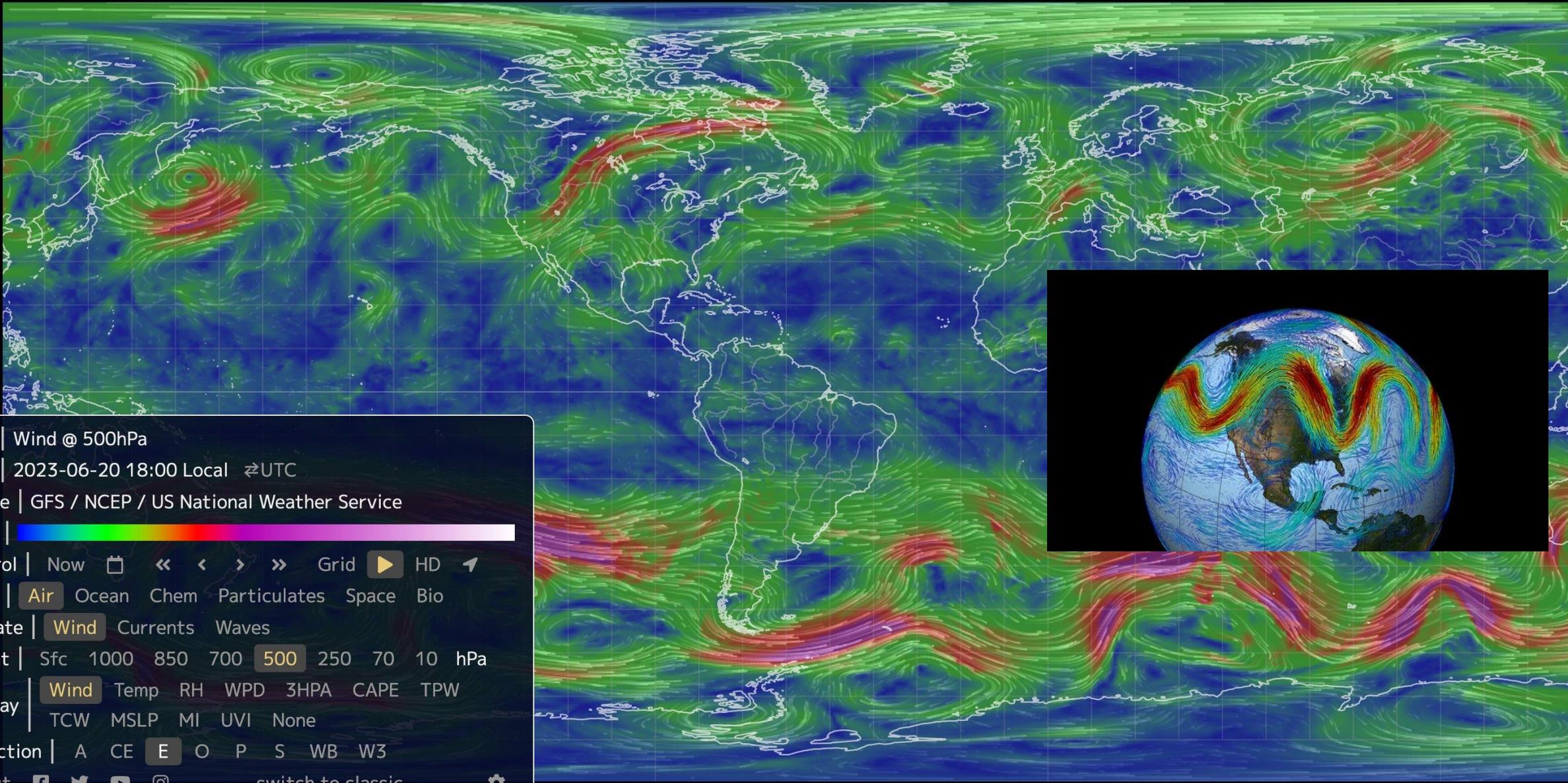
Scientist/Author; Pres Dist Prof/Director Center for Sci, Sustain. & the Media, U. Penn; Nat Acad of Sci.; Tyler Prize; Mastodon: @MichaelEMann@fediscience.org

📍 University of Pennsylvania 🌐 [michaelmann.net](http://michaelmann.net)

📅 Se unió en octubre de 2011



[https://climatereanalyzer.org/clim/sst\\_daily/](https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/)



Data | Wind @ 500hPa  
Date | 2023-06-20 18:00 Local ⇌ UTC  
Source | GFS / NCEP / US National Weather Service  
Scale |   
Control | Now    Grid  HD   
Mode | **Air** Ocean Chem Particulates Space Bio  
Animate | **Wind** Currents Waves  
Height | Sfc 1000 850 700 **500** 250 70 10 hPa  
Overlay | **Wind** Temp RH WPD 3HPA CAPE TPW  
TCW MSLP MI UVI None  
Projection | A CE **E** O P S WB W3  
about     switch to classic 

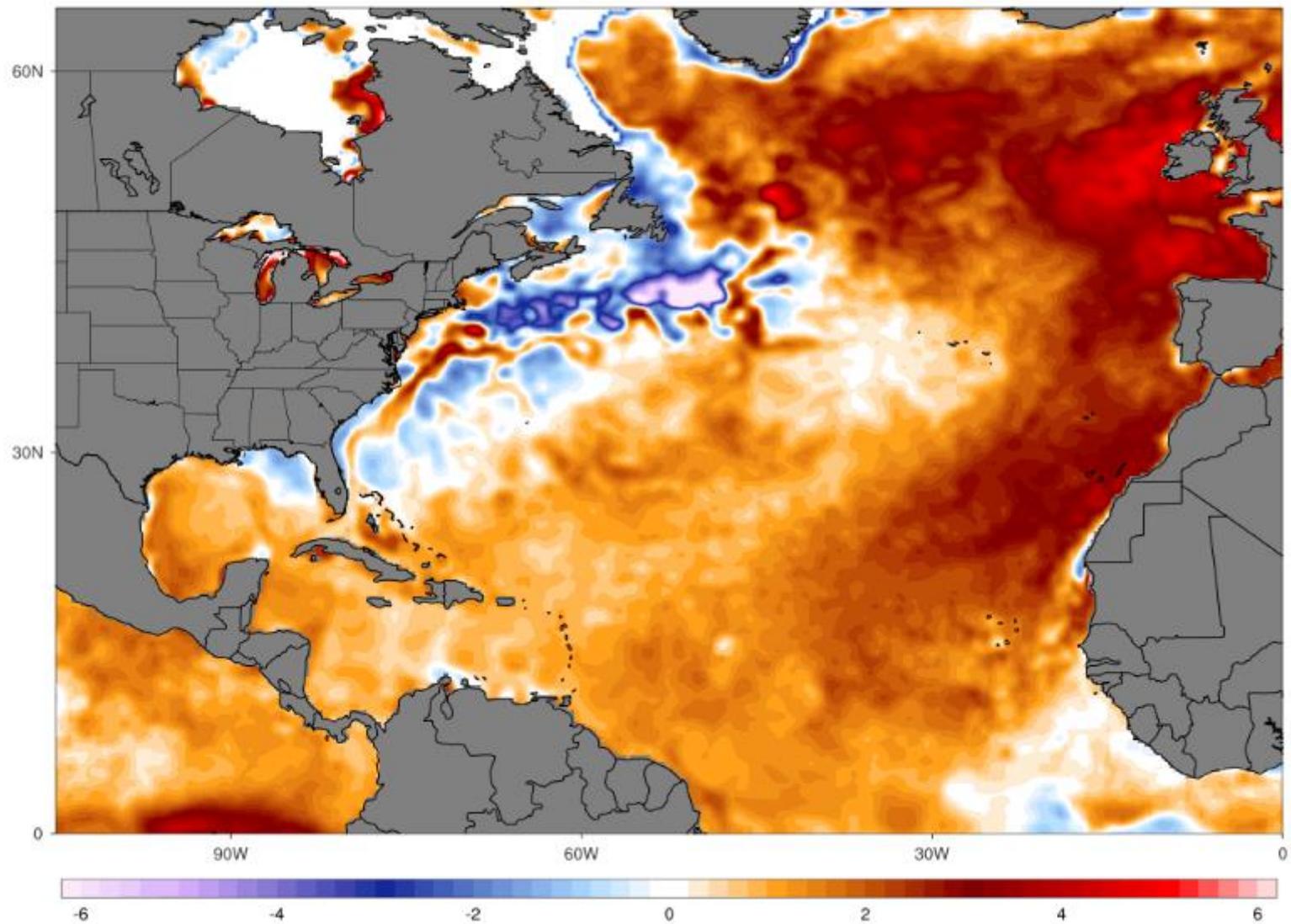
<https://earth.nullschool.net/#current/wind/isobaric/500hPa/equirectangular>

OISST V2.1 SST Anomaly (°C) [1971-2000 base] [preliminary]

Wed, Jun 21, 2023

ClimateReanalyzer.org

Climate Change Institute | University of Maine



Sostenibilidad > Cambio climático

# Un nuevo estudio dice que el calentamiento global podría matar a 83 millones de personas para fines de siglo

*Por Joseph Guzman | 30 de julio de 2021 | julio. 30 de 2021*

## Reducción

**Caudales anuales de los ríos**  
**Número de días de nieve**  
**Cosechas agrícolas**  
**Potencial hidroeléctrico**  
**Turismo de verano y de nieve**  
**Zonas aptas para cultivo / bosques**  
**Costes de mantenimiento invernal**

## Incremento

Irregularidad de precipitaciones / nieve  
Riesgo de pérdida de biodiversidad  
Riesgo de desertificación  
Demanda de agua en agricultura  
Riesgo de incendios forestales  
Olas de calor y mortalidad asociada  
Expansión de vectores de enfermedades  
Posible incremento turismo fuera verano  
Costes de mantenimiento infraestructuras  
Consumo de energía en refrigeración

# El acuerdo de París

---

**OBJETIVO:**  
limitar el calentamiento mundial por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

<https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

Nations Unies  
ence sur les Changements Climatiq

COP21/CMP11

Paris France





# FUTUROLOGÍA

Ciencias sociales (economía, psicología, sociología, teorías de la religion/cultura, historia, geografía, políticas...)

Ciencias naturales (física, química, astronomía, biología, matemáticas [sistemas dinámicos, estadística, teoría de juegos, econometría...].)

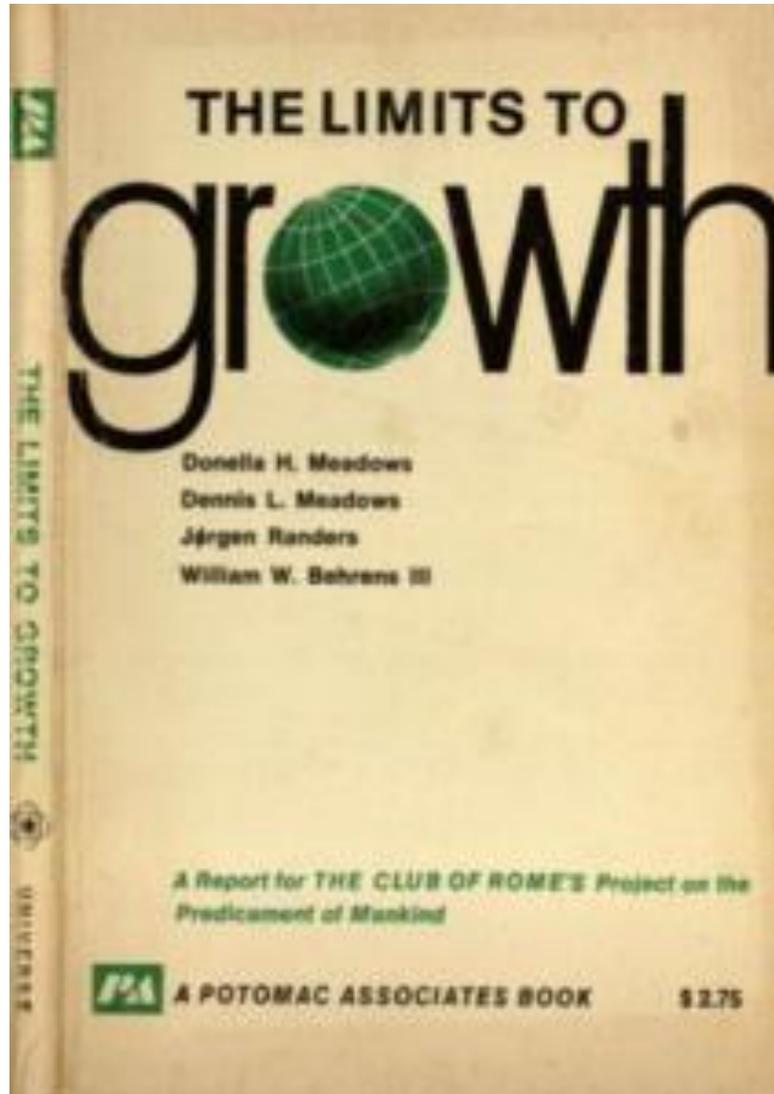
Disciplinas aplicadas (ingeniería, gestión de negocios, computación...)

Foto de [Shreyas shah](#) en [Unsplash](#)



2. The role of the IPCC is to assess on a comprehensive, objective, open and transparent basis the scientific, technical and socio-economic information relevant to understanding the scientific basis of risk of human-induced climate change, its potential impacts and options for adaptation and mitigation. IPCC reports should be neutral with respect to policy, although they may need to deal objectively with scientific, technical and socio-economic factors relevant to the application of particular policies.
3. Review is an essential part of the IPCC process. Since the IPCC is an intergovernmental body, review of IPCC documents should involve both peer review by experts and review by governments.

# PRIMEROS MODELOS GLOBALES



## Forrester's World2 SD Diagram

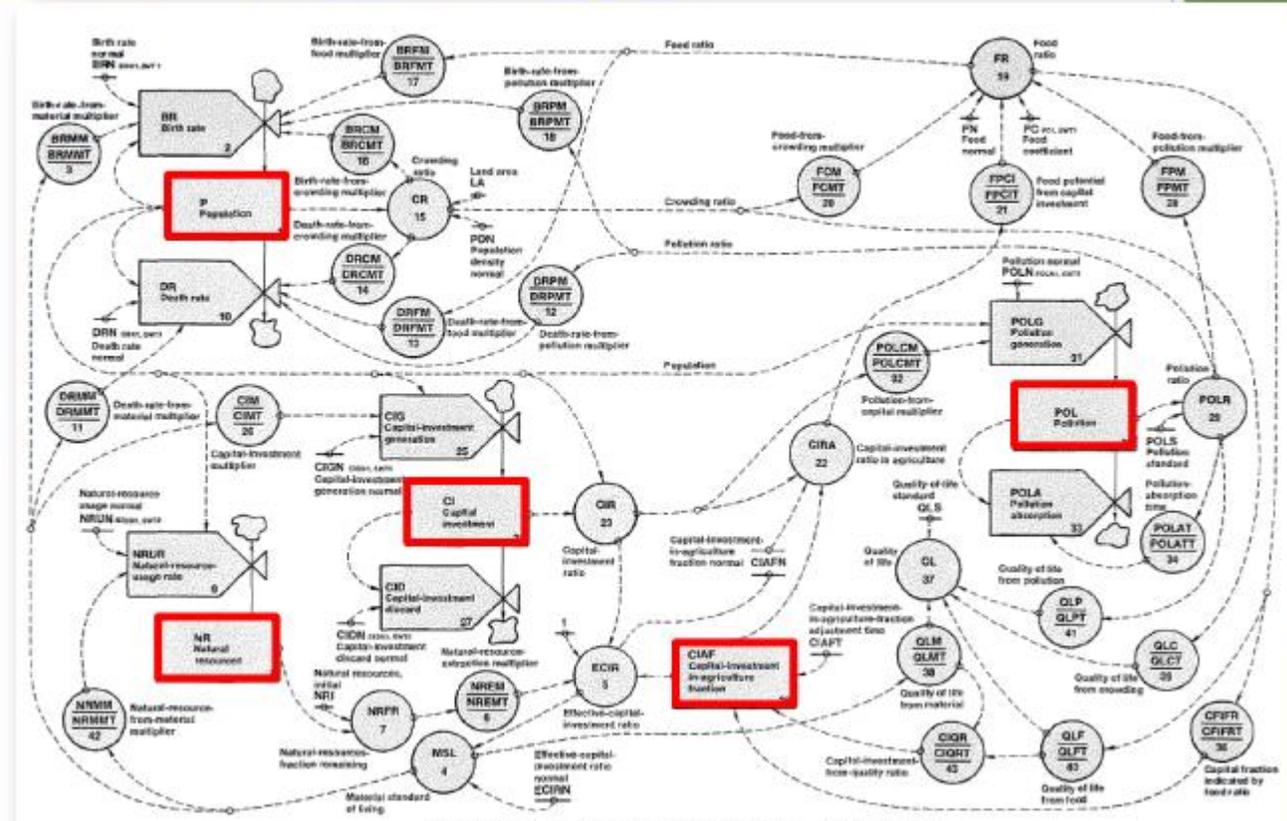


Figure 2-4 Complete diagram of the world model illustrating the five level variables—population, natural resources, capital investment, capital investment-to agriculture fraction, and pollution.

**Modelos  
climáticos**

**Modelos de  
evaluación  
integrada**

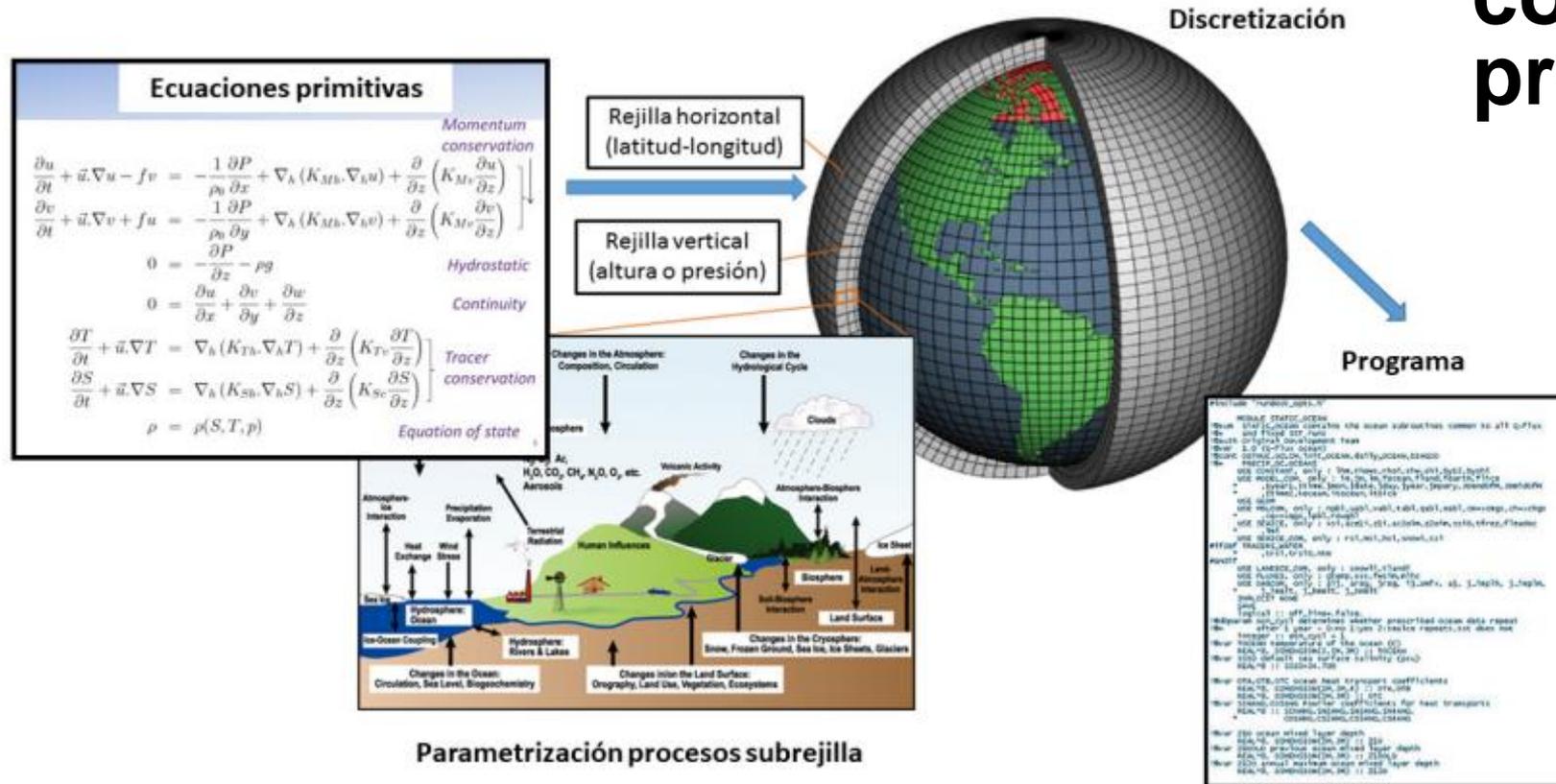
**Escenarios**

**Impactos**

# Modelos climáticos

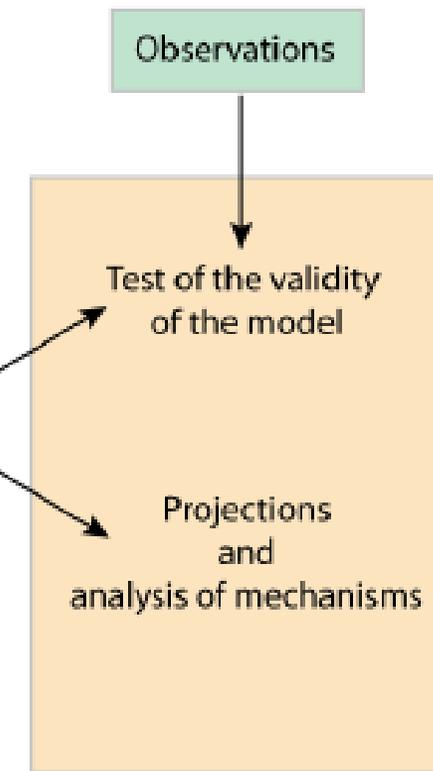
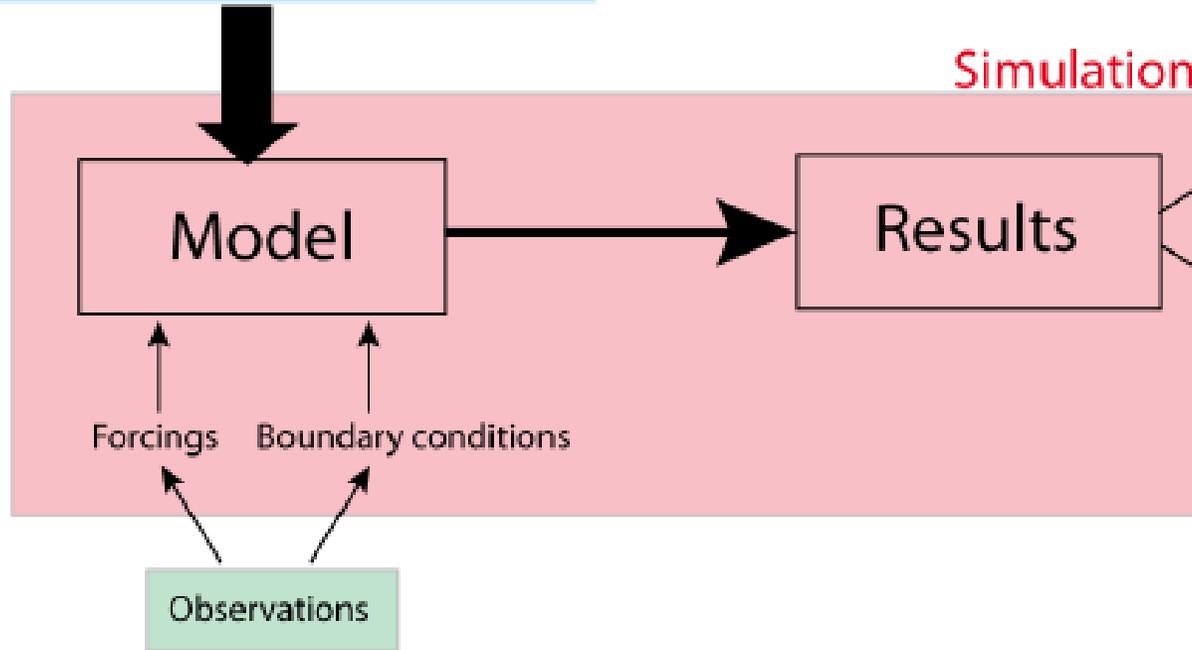
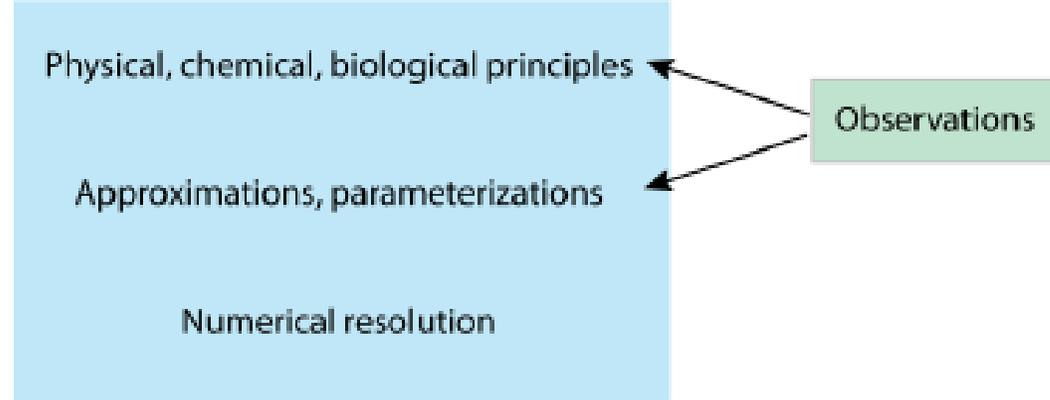
Aún dependen de elementos complejos y poco predecibles...

(algunos) seres humanos



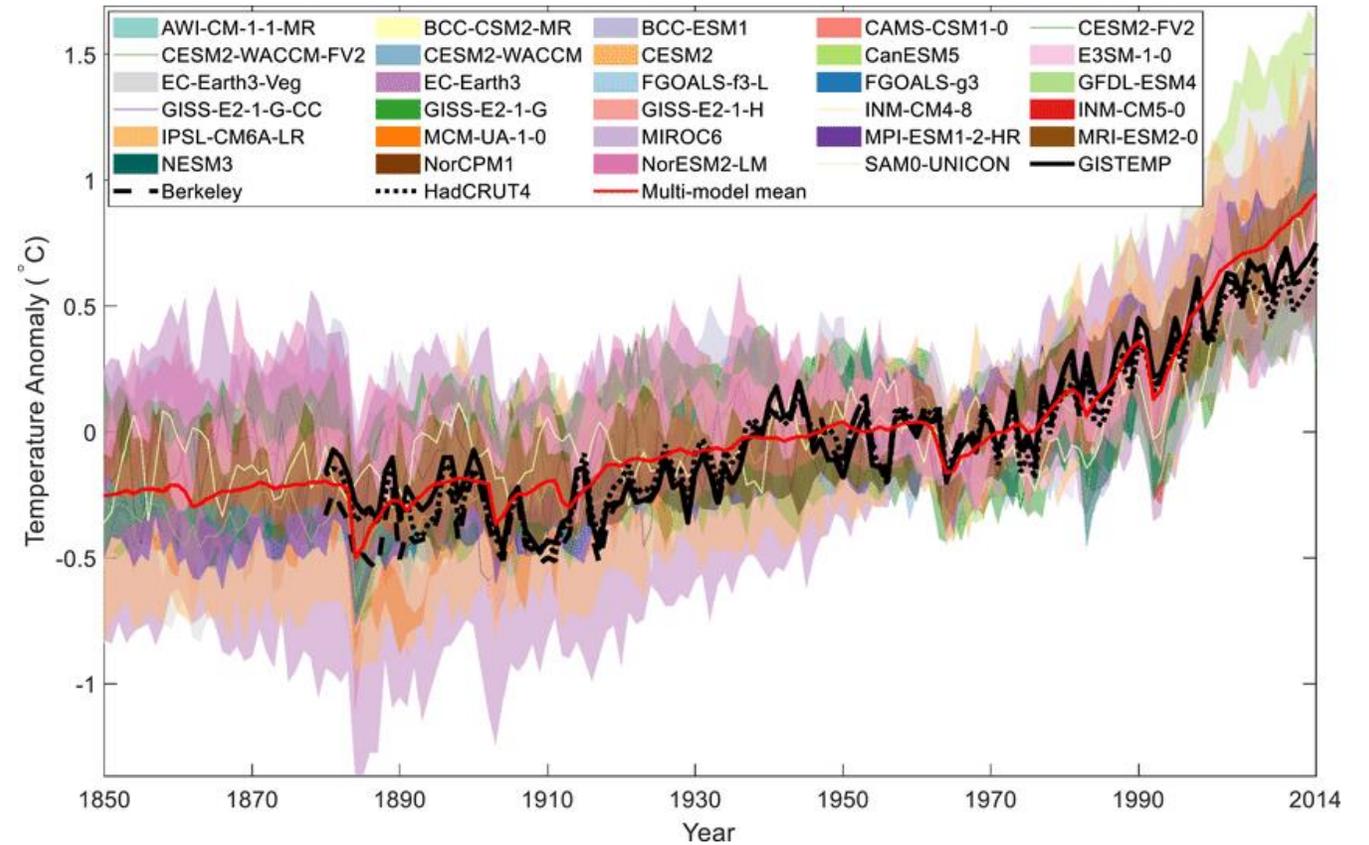
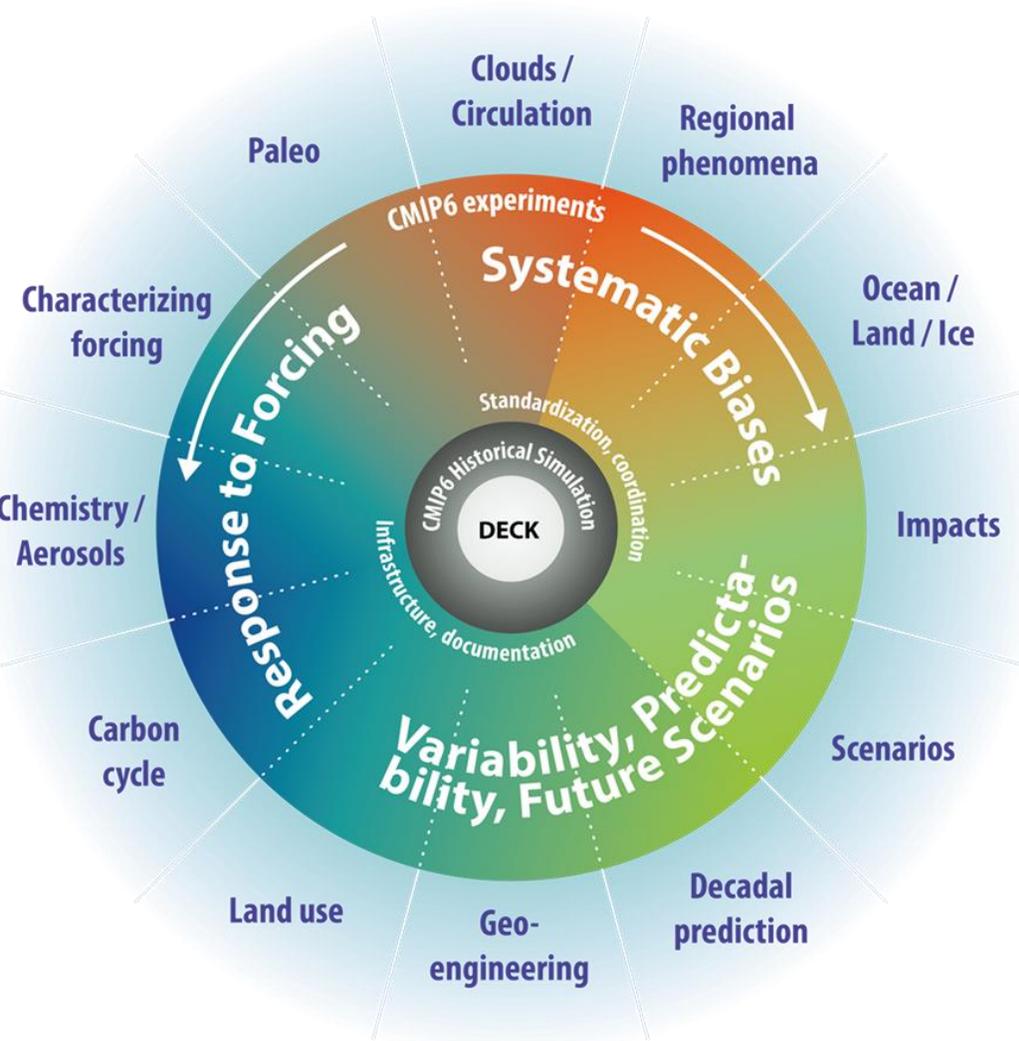
# Esquema modelo sist. climático

## Model development

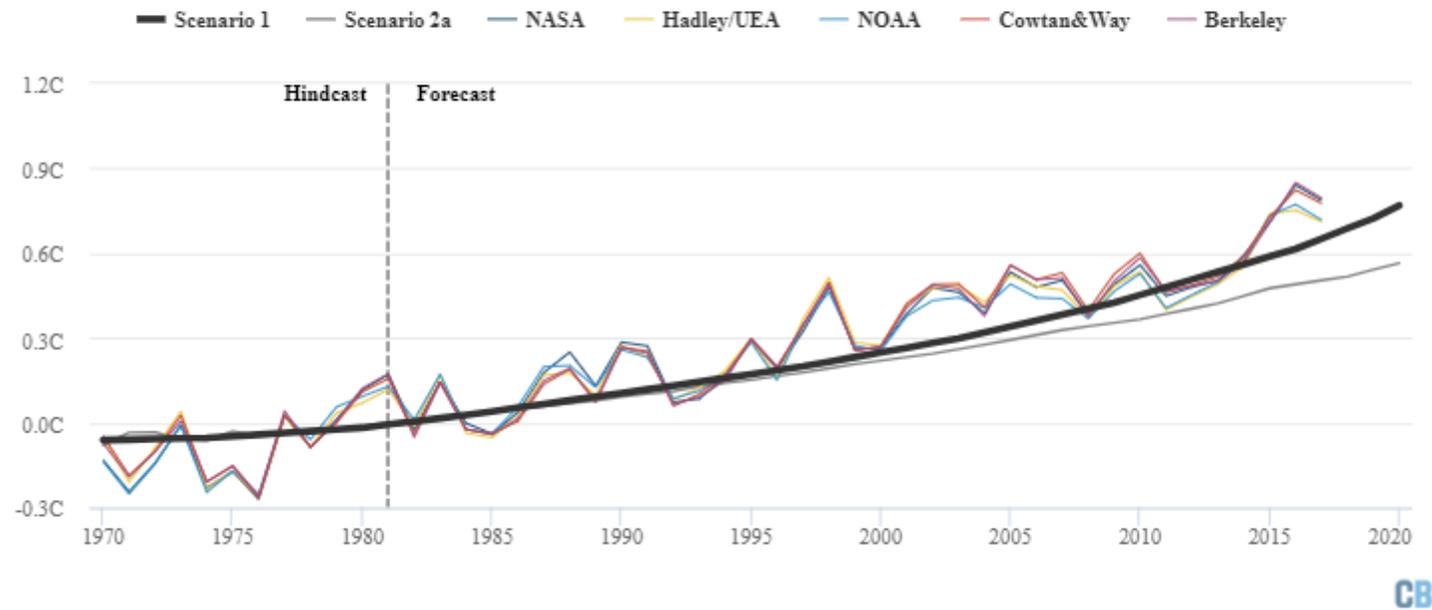


## Analysis of the results

# Comparación CMIP6



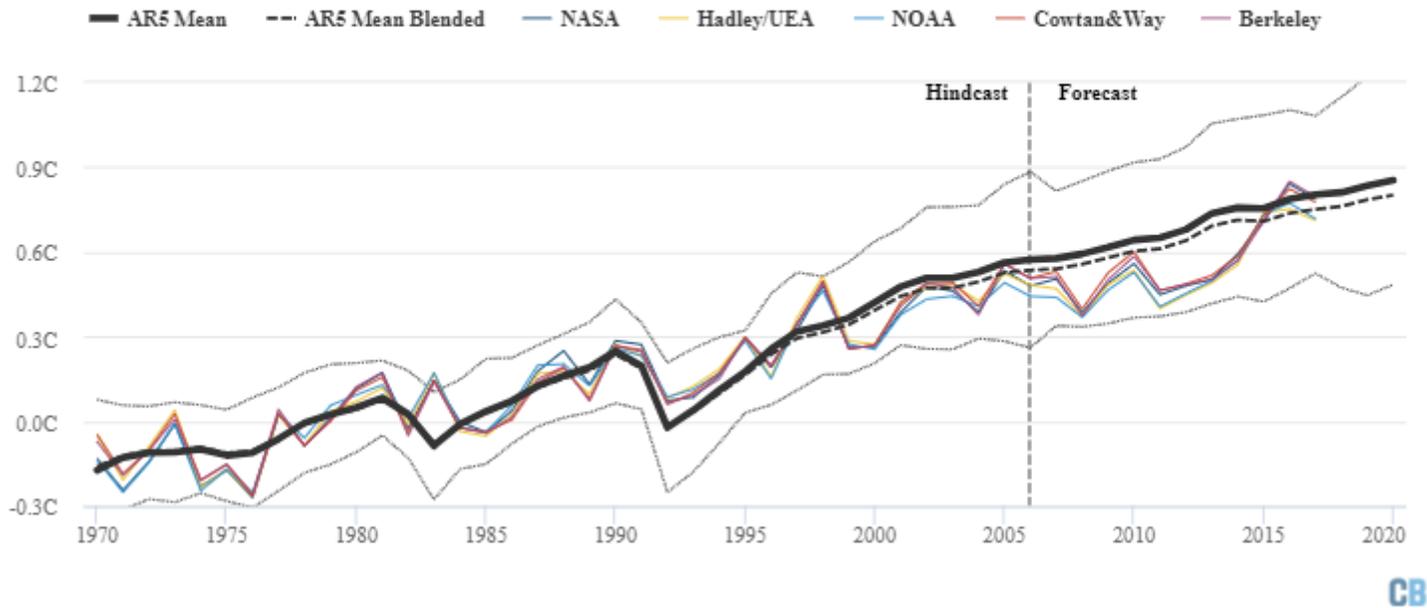
1981: Hansen et al



Comparación de las predicciones de modelos sencillos (Hansen et al 1981) y evolución del clima posterior

Projected warming from Hansen et al 1981 (fast growth–thick black line–and slow growth–thin grey line). Chart by Carbon Brief using [Highcharts](#).

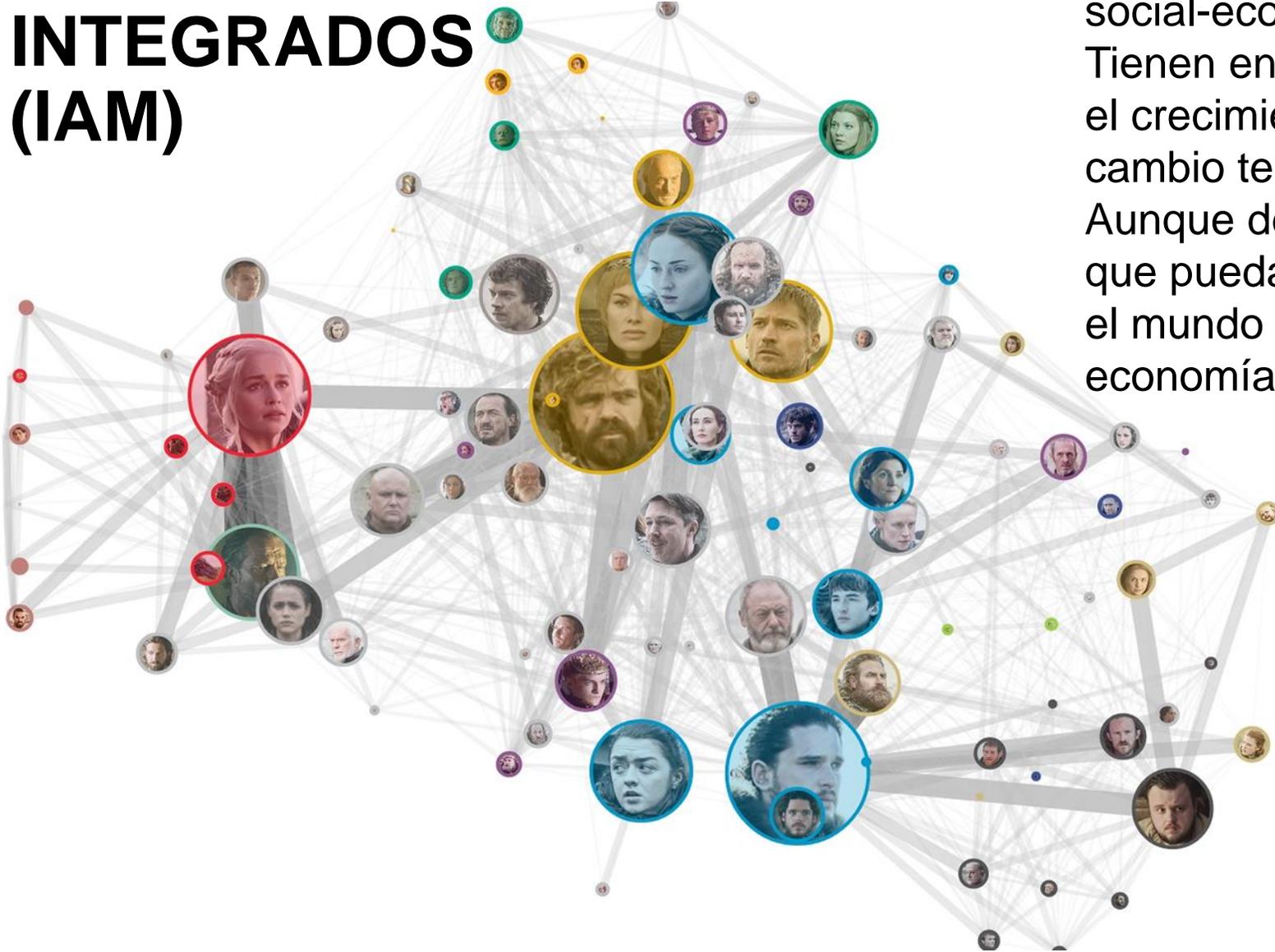
2013: IPCC Fifth Assessment Report



Comparación de las predicciones de modelos globales (AR5 - 2013) y evolución del clima posterior

Projected warming from the IPCC Fifth Assessment Report (mean projection—thick black line, two-sigma upper and lower bounds shown by thin dotted black lines). Dashed black line shows blended model fields. Chart by Carbon Brief using [Highcharts](#).

# MODELOS DE EVALUACIÓN INTEGRADOS (IAM)

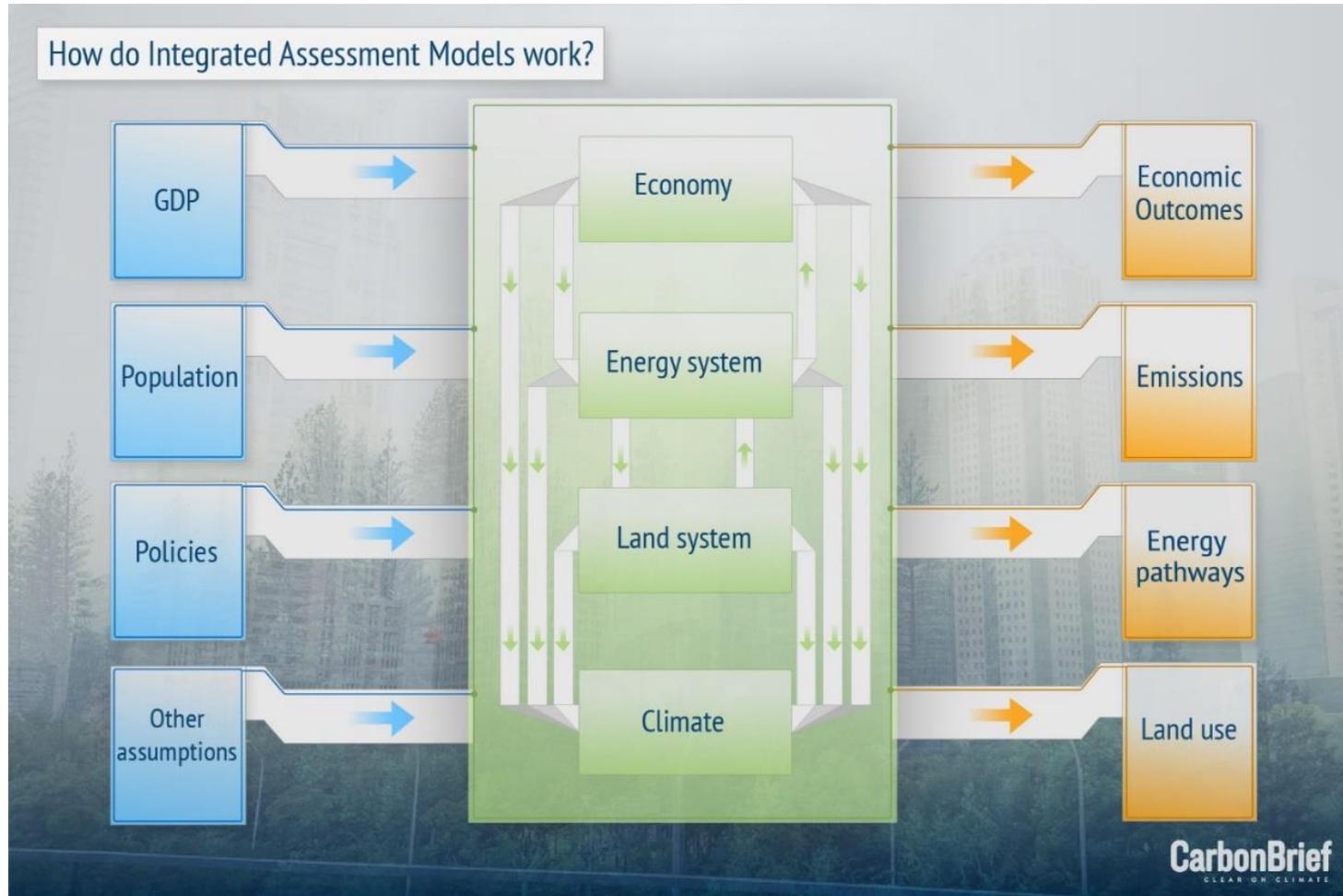


Son modelos simplificados para integrar la parte social-económica con la climática. Tienen en cuenta el crecimiento de la población, el crecimiento económico, el uso de recursos, el cambio tecnológico, la política de mitigación... Aunque dejan fuera fuerzas sociales y políticas que puedan influir en la forma en que evoluciona el mundo (p.ej. la realimentación entre clima y economía).

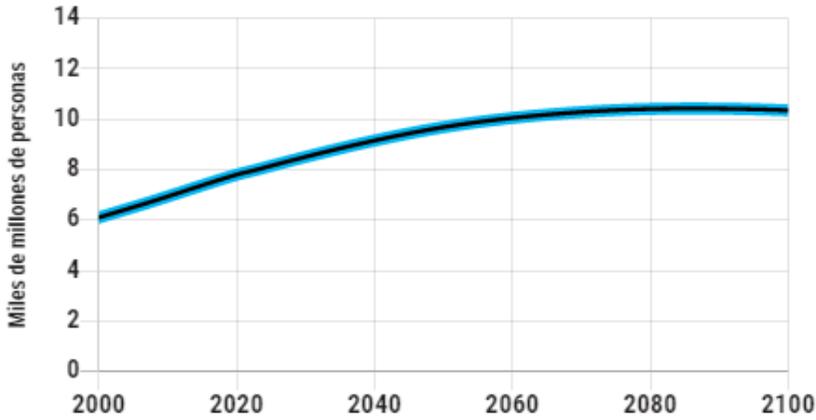
Base dinámica: economía. Fundamentalmente, optimizan los costos económicos agregados para lograr la reducción de emisiones, suponiendo mercados perfectos (conocimiento y competencia perfecta, decisiones informadas y racionales).



# Modelos integrados de evaluación

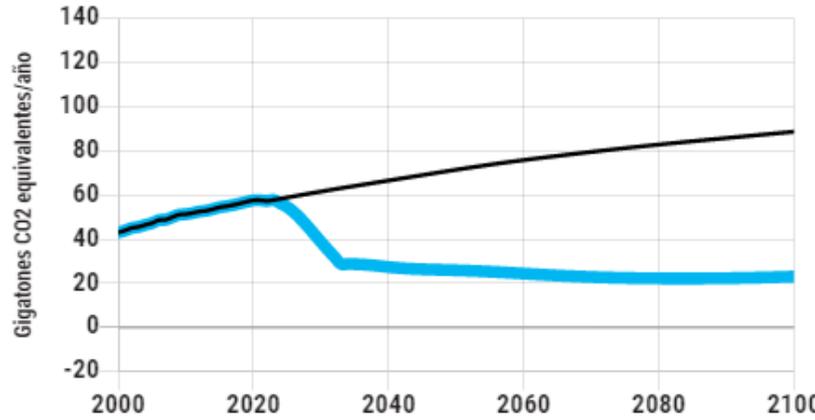


▶ Población Global



LÍNEA DE BASE ESCENARIO ACTUAL

▶ Emisiones Netas de GEI



LÍNEA DE BASE ESCENARIO ACTUAL

+2,1°C

+3,8°F

**Aumento temperatura 2100**

**Suministro energético**

Carbón: subsidiado  
 Energías Renovables: status quo  
 Petróleo: muy altos impuestos  
 Energía Nuclear: status quo  
 Gas Natural: status quo  
 Nueva Tecnología: status quo  
 Bioenergía: status quo  
 Precio al Carbono: status quo

**Transporte**

Eficiencia Energética: status quo  
 Electrificación: muy incentivado

**Edificios e Industria**

Eficiencia Energética: muy incrementado  
 Electrificación: status quo

**Crecimiento**

Población: status quo  
 Crecimiento Económico: status quo

**Emisiones de Uso de Suelo e Industria**

Deforestación: status quo  
 Metano y Otros: status quo

**Remoción de Carbono**

Forestación: crecimiento medio  
 Tecnológico: crecimiento medio



Registre su evento de En-ROADS



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change

ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change

Los escenarios no pretenden ser predicciones, son experimentos  
indicativos pero informados de ¿Qué pasaría si?

**N SERIES**  
**STRANGER THINGS**

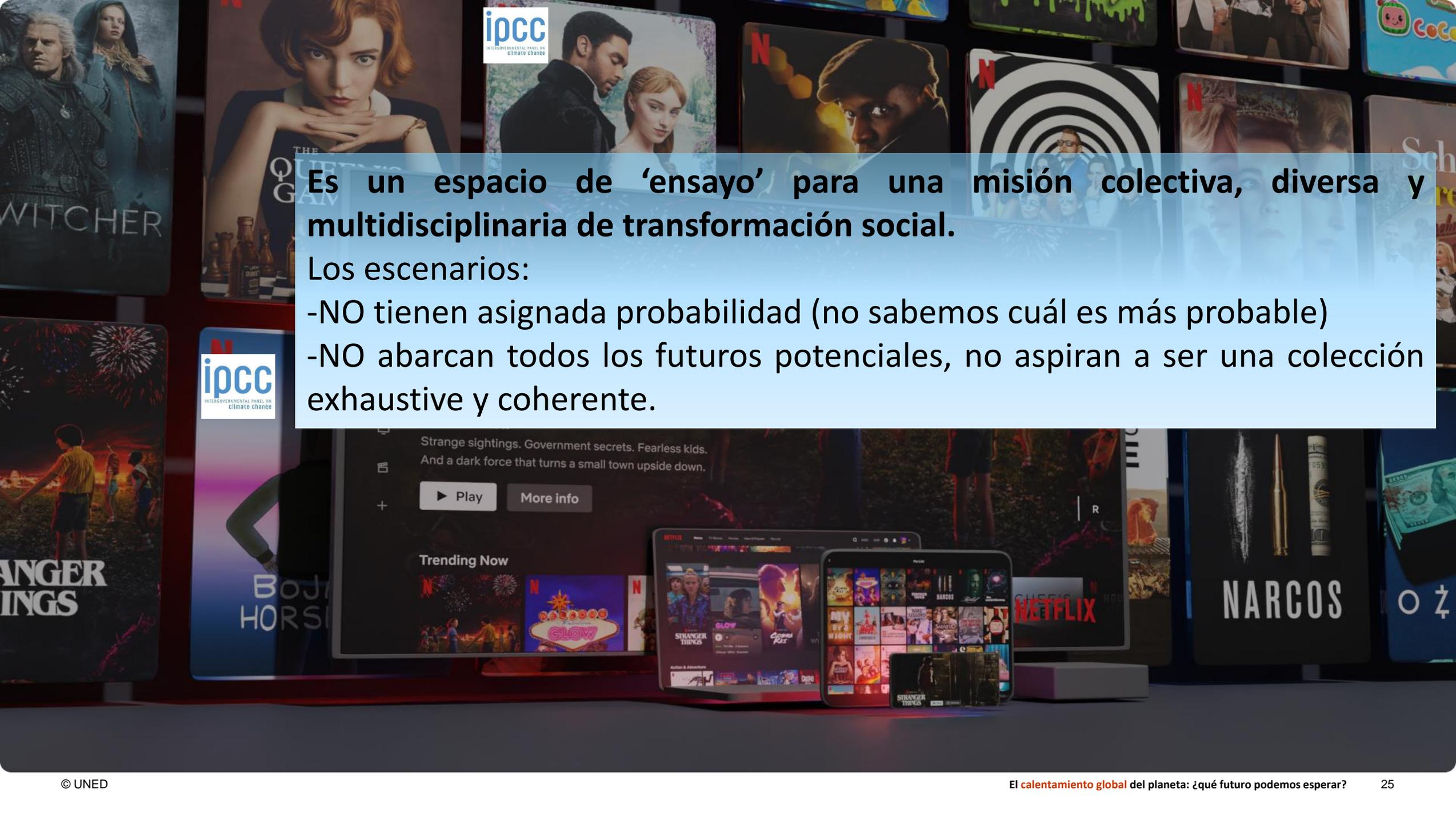
Available Now  
Strange sightings. Government secrets. Fearless kids.  
And a dark force that turns a small town upside down.

[▶ Play](#) [More info](#)

**Trending Now**

- STRANGER THINGS
- GLOW
- Bojangles

NETFLIX



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change

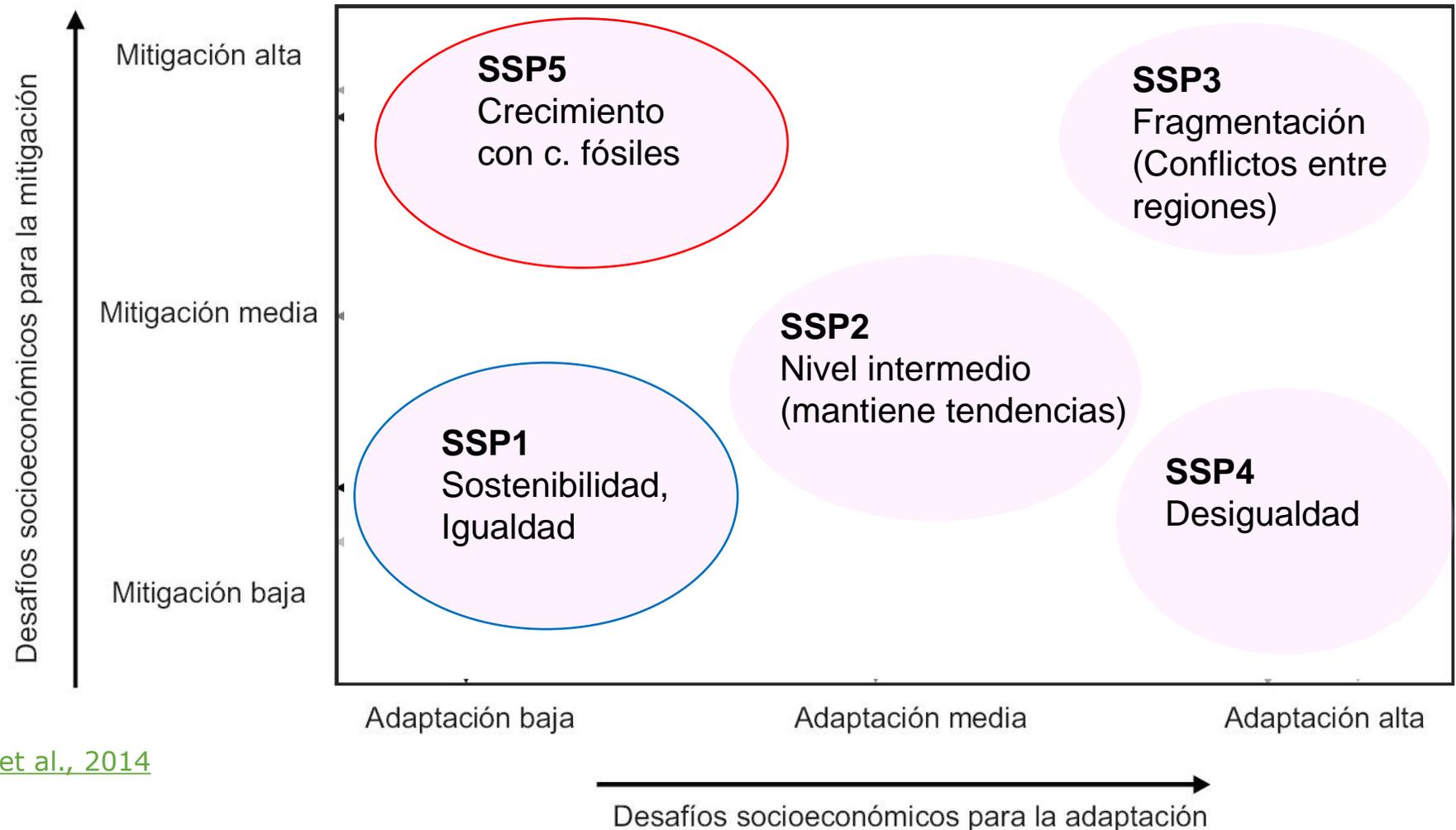
ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON  
climate change

Es un espacio de 'ensayo' para una misión colectiva, diversa y multidisciplinaria de transformación social.

Los escenarios:

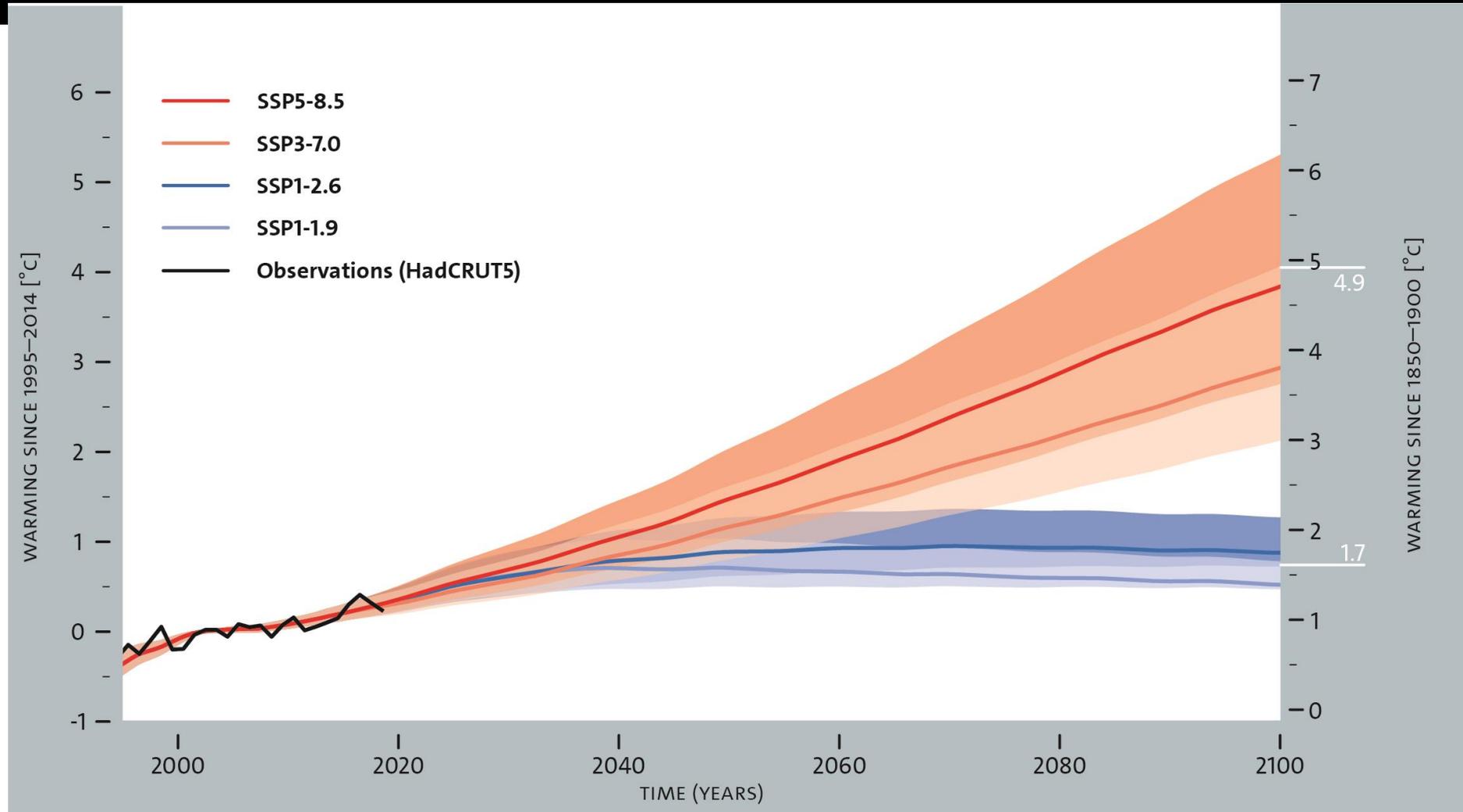
- NO tienen asignada probabilidad (no sabemos cuál es más probable)
- NO abarcan todos los futuros potenciales, no aspiran a ser una colección exhaustiva y coherente.

# Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP - AR6)

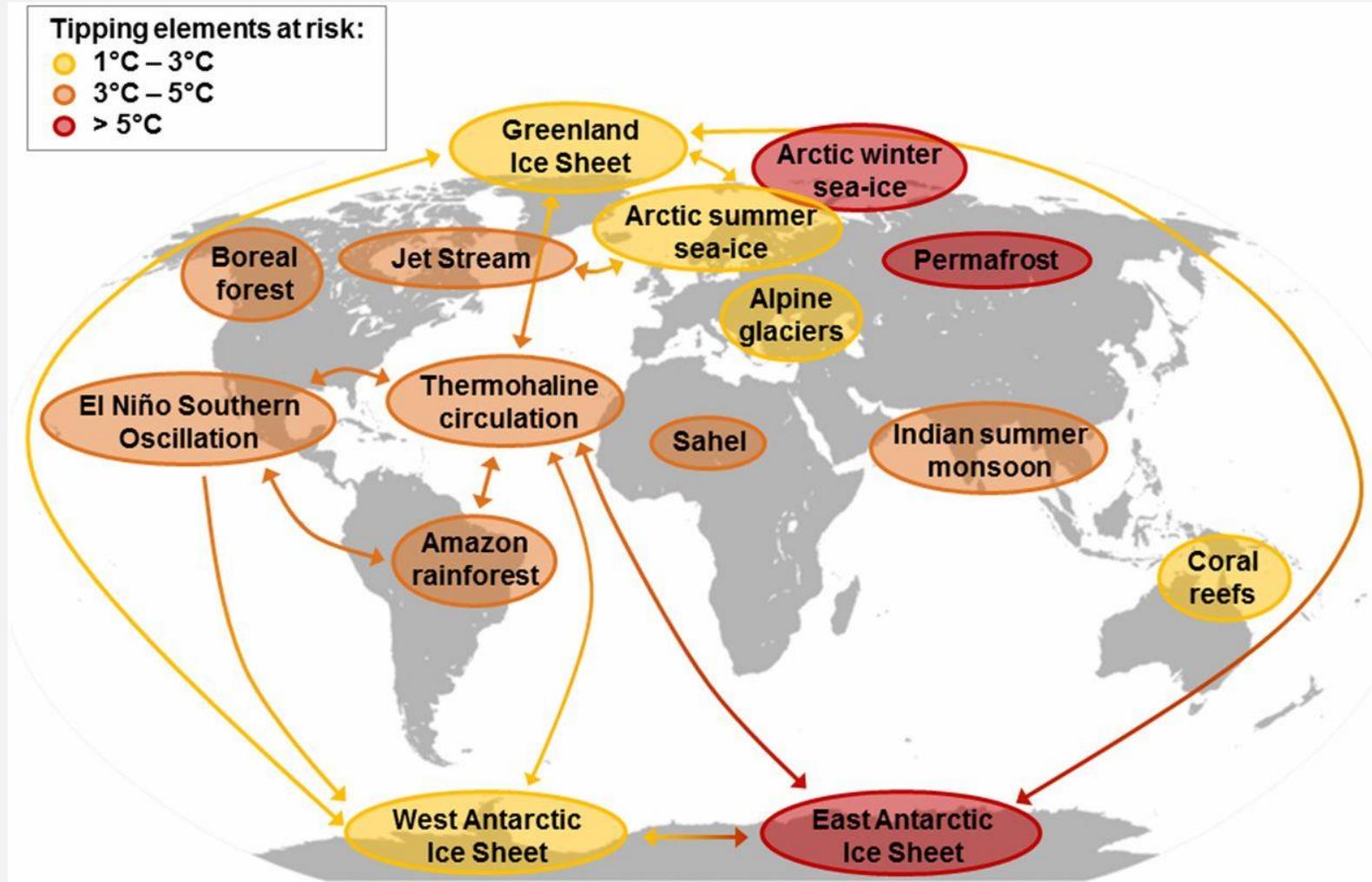


[O'Neill et al., 2014](#)

# LAS SENDAS AR6



# MAPA GLOBAL DE 15 PUNTOS DE INFLEXIÓN CLIMÁTICAS POTENCIALES

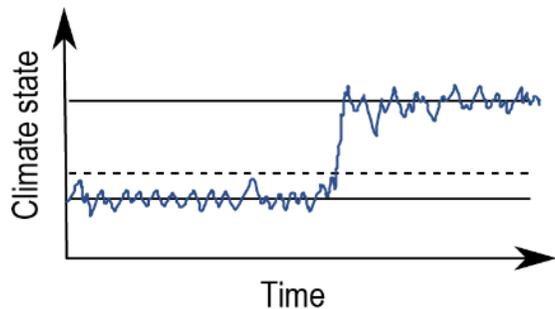


Will Steffen et al. PNAS 2018;115:33:8252-8259

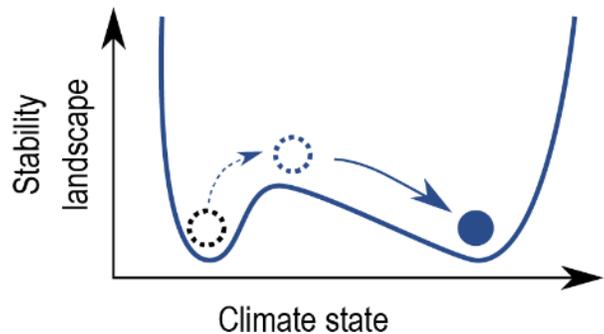
PNAS

(a)

Noise-induced

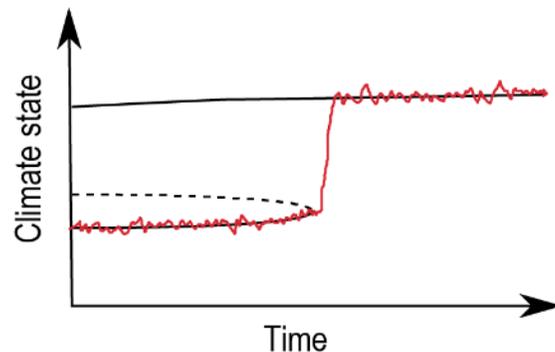


(b)

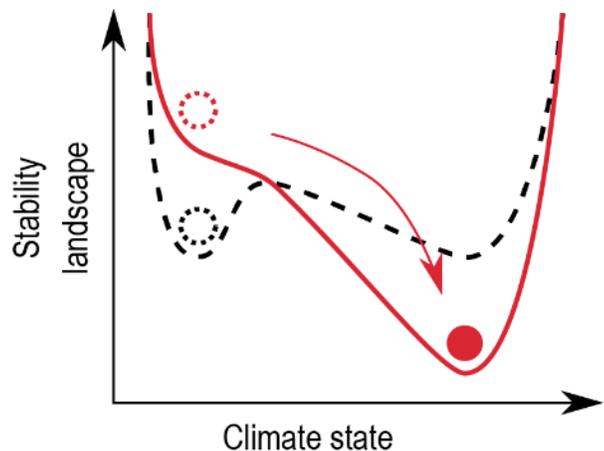


(c)

Bifurcation



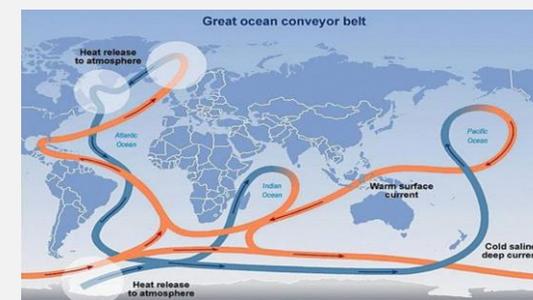
(d)



## SEQUÍA - AMAZONAS

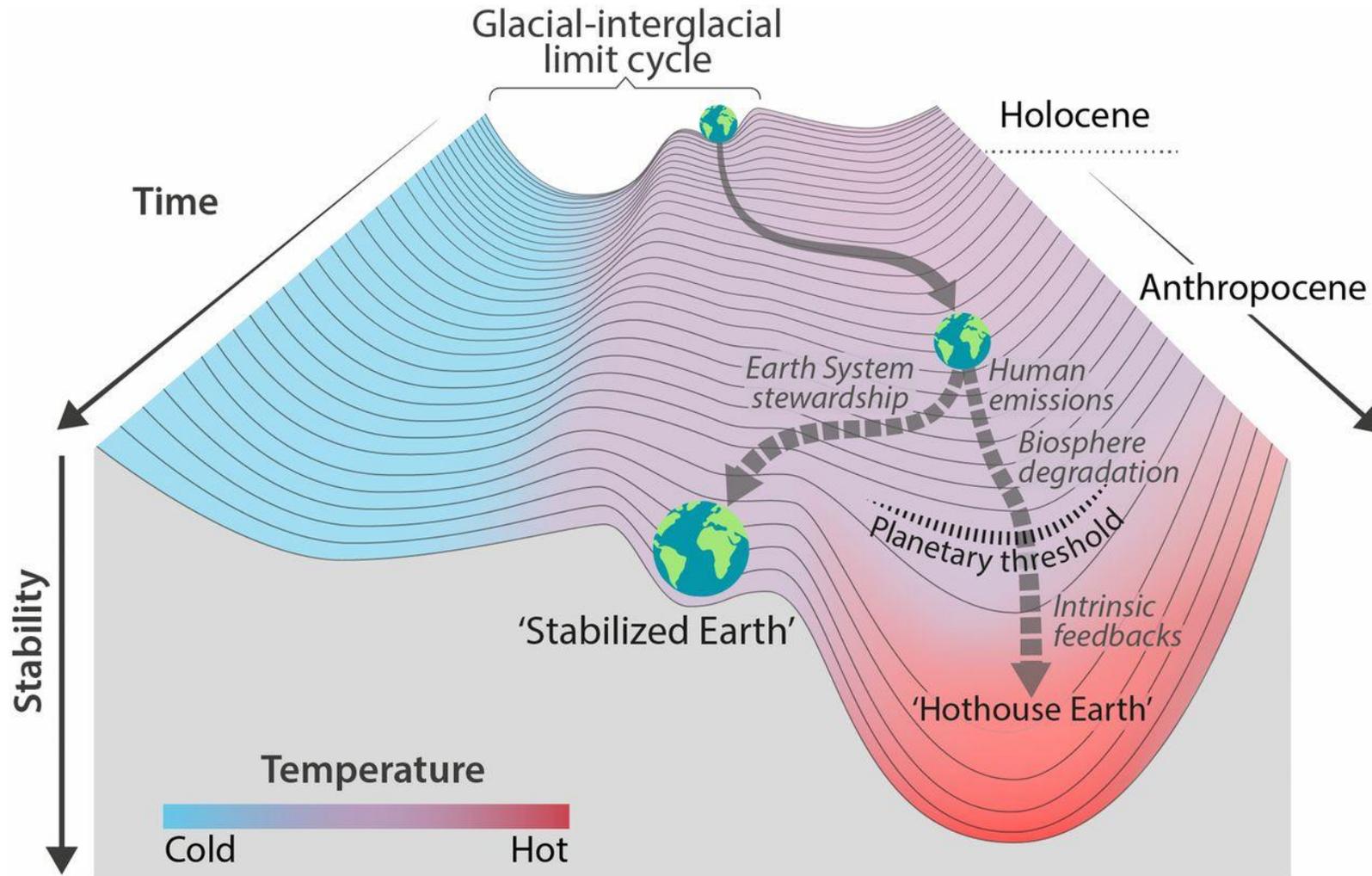


## CIRCULACIÓN TERMOHALINA



IPCC – AR6 WGI Figura 1.17

# CAMINOS POSIBLES

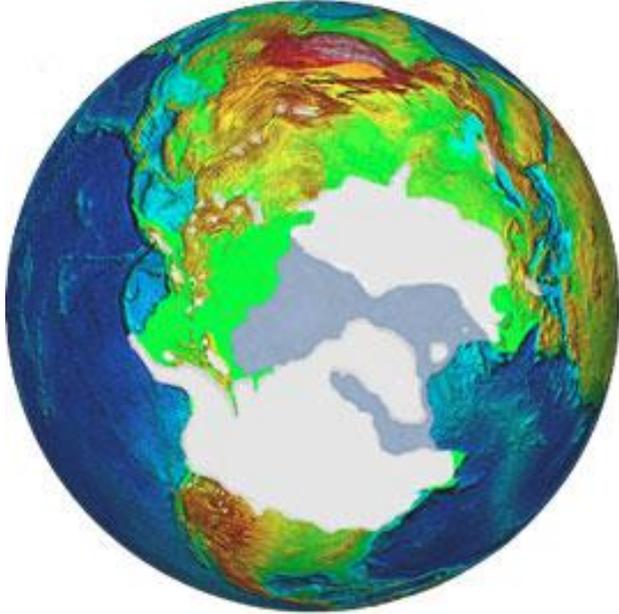


Will Steffen et al. PNAS 2018;115:33:8252-8259

**Stability landscape showing the pathway of the Earth System out of the Holocene and thus, out of the glacial–interglacial limit cycle to its present position in the hotter Anthropocene.**

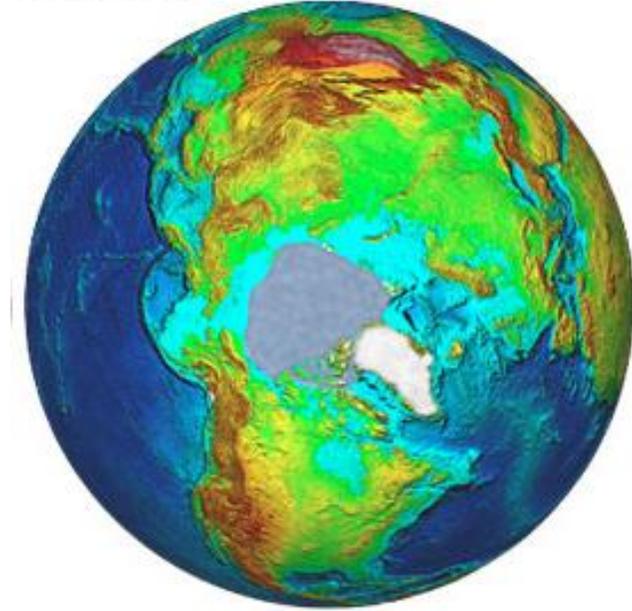
# ERAS GLACIARES E INTER-GLACIARES

Pleistoceno (18,000 Years Ago)



□ Glacial Ice

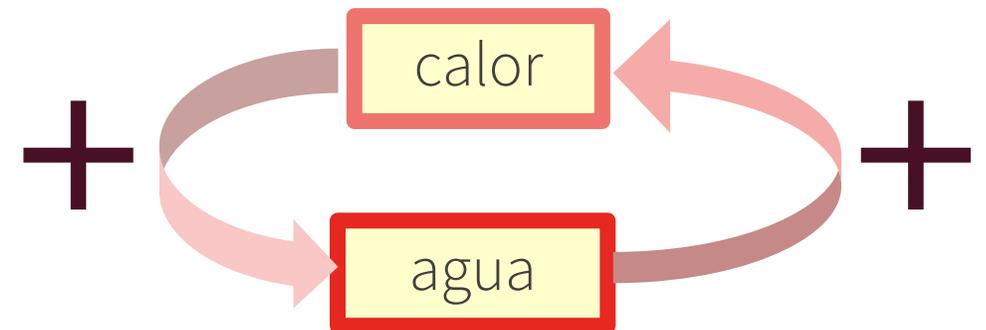
Modern Day



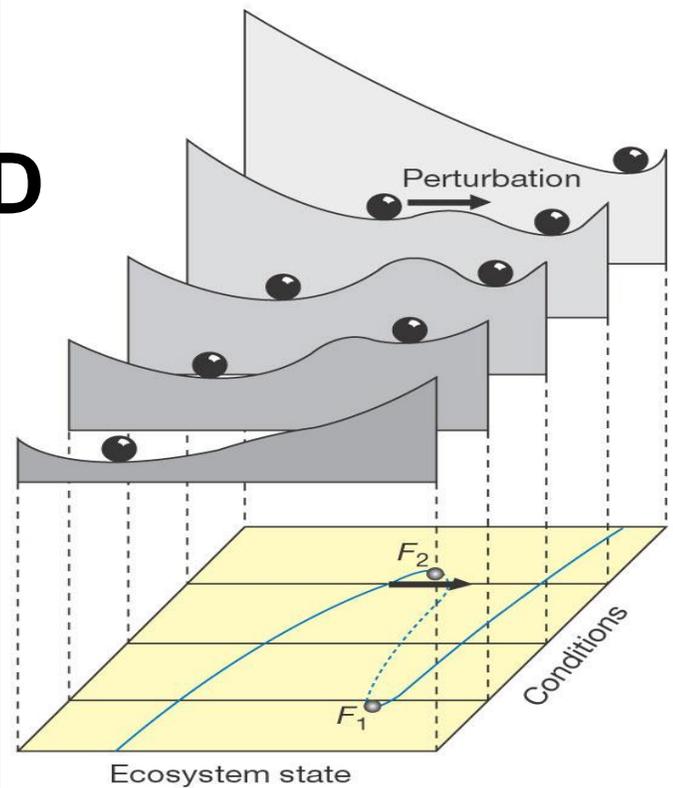
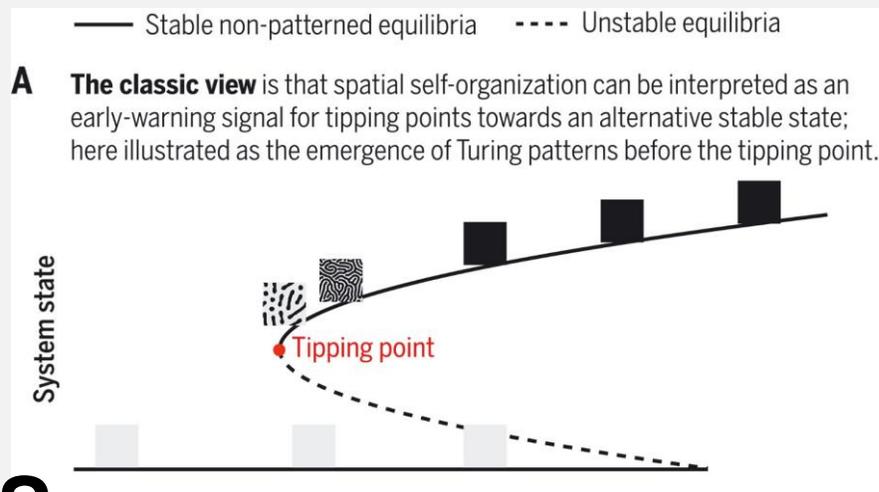
■ Sea Ice



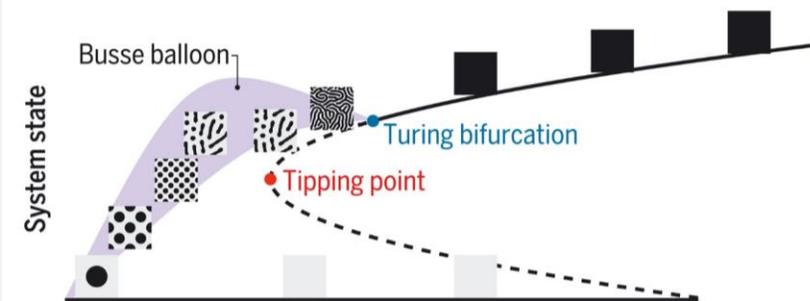
© UNED



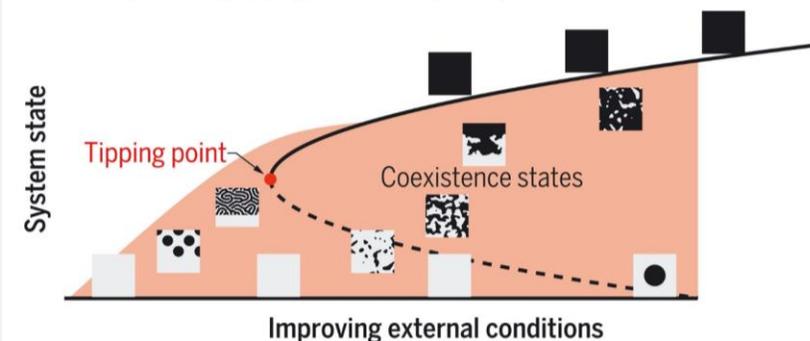
# CATASTROFES REVERSIBILIDAD

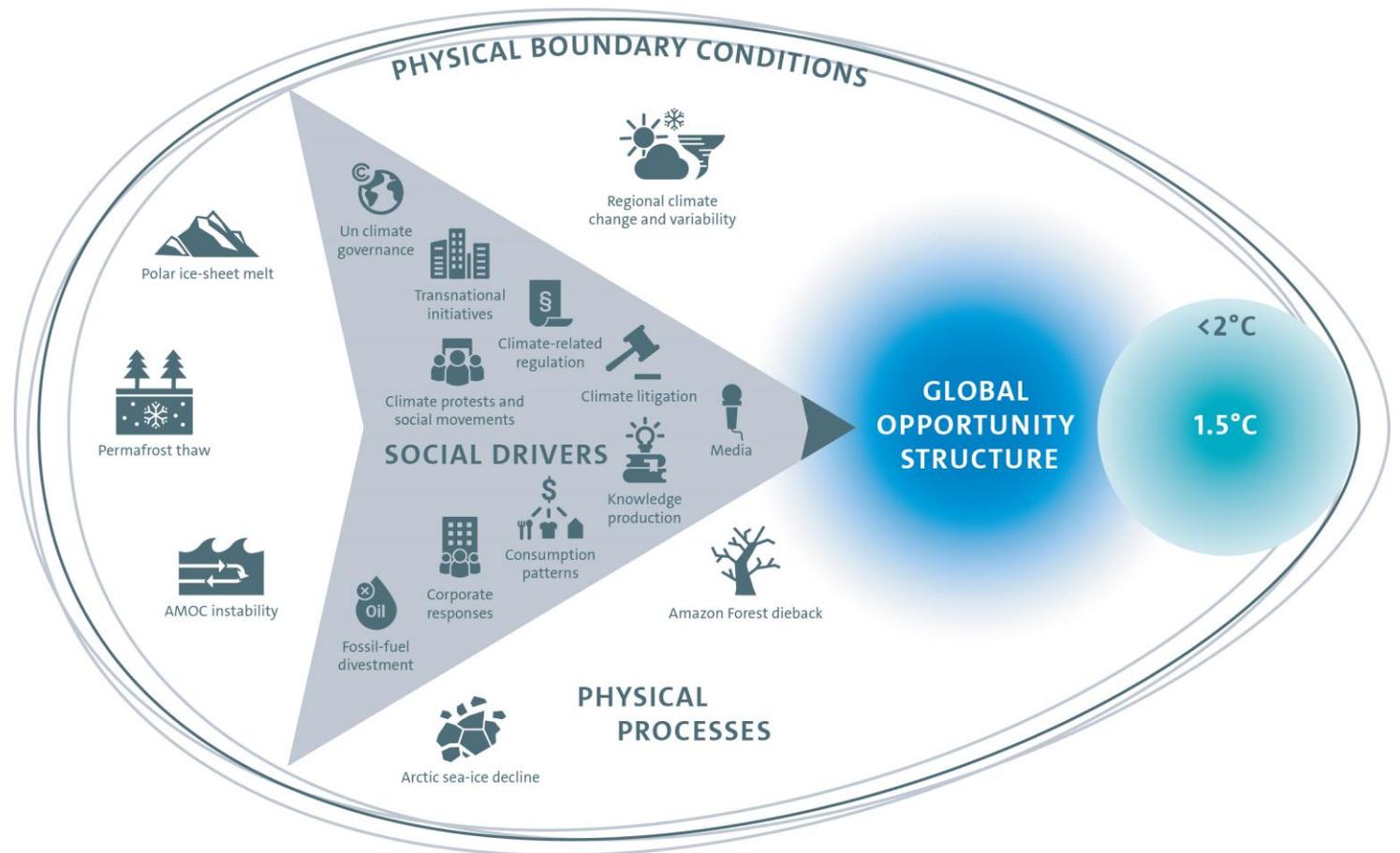
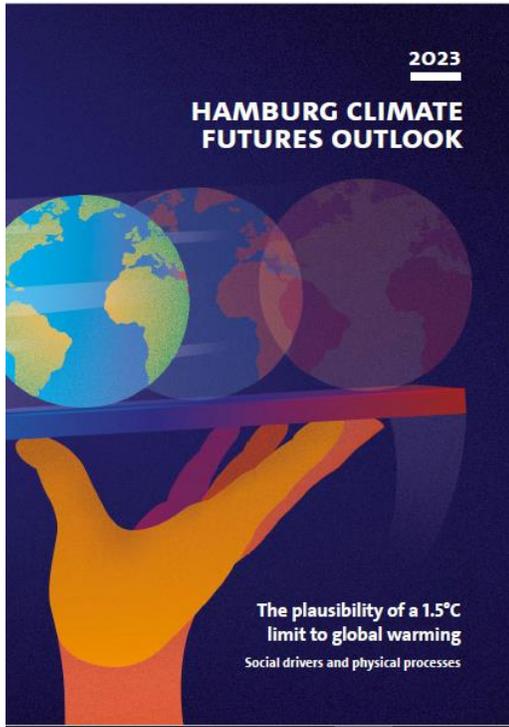


**B** **Multistability of Turing patterns.** Here, spatial self-organization through Turing instability arises in parameter regions before the tipping point at the Turing bifurcation, persisting beyond the tipping point, thereby constituting a pathway evading tipping through spatial pattern formation.

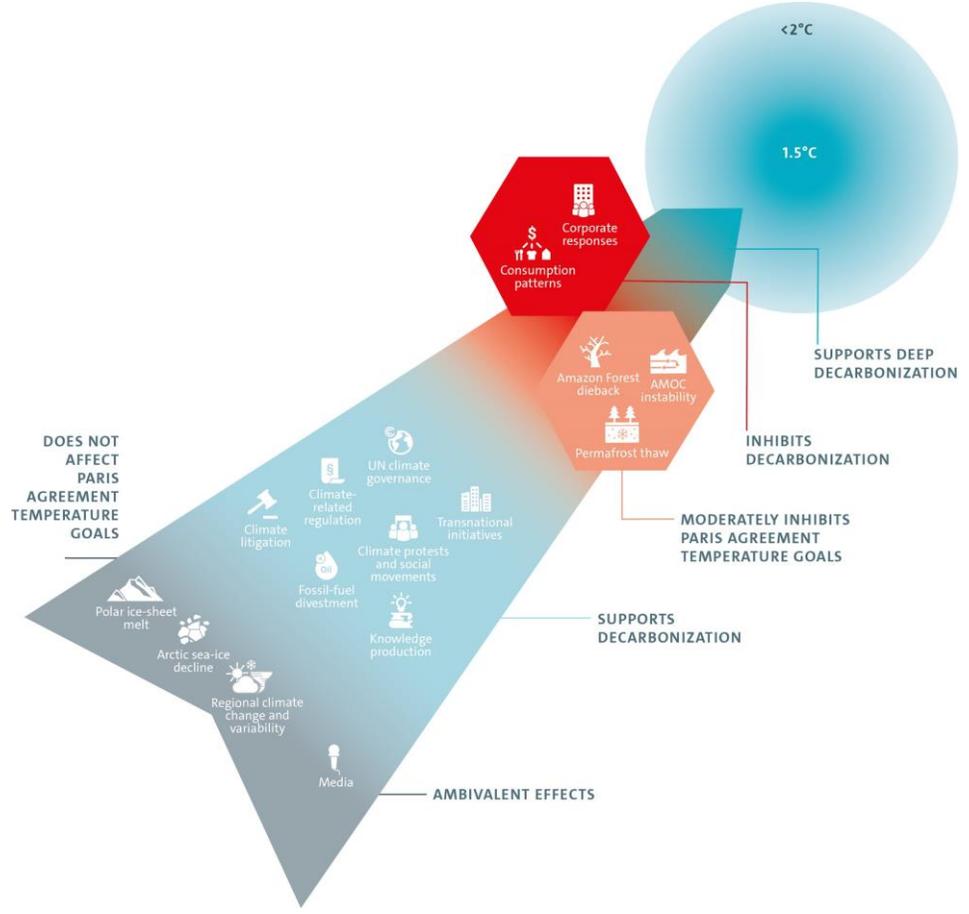


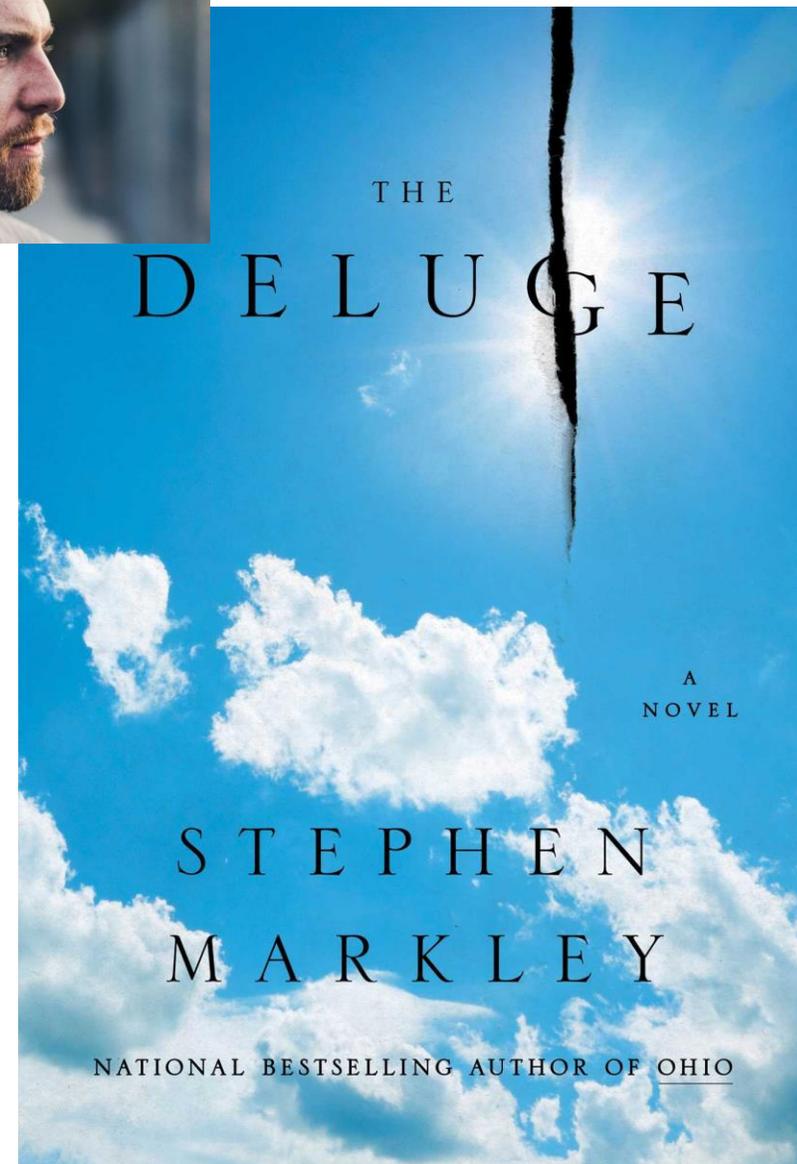
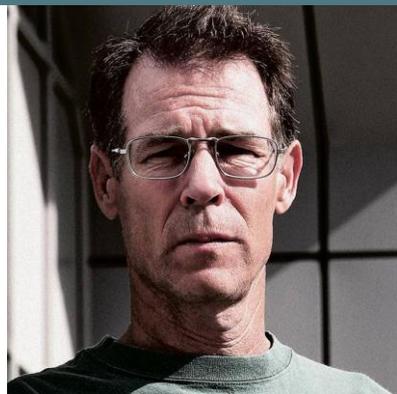
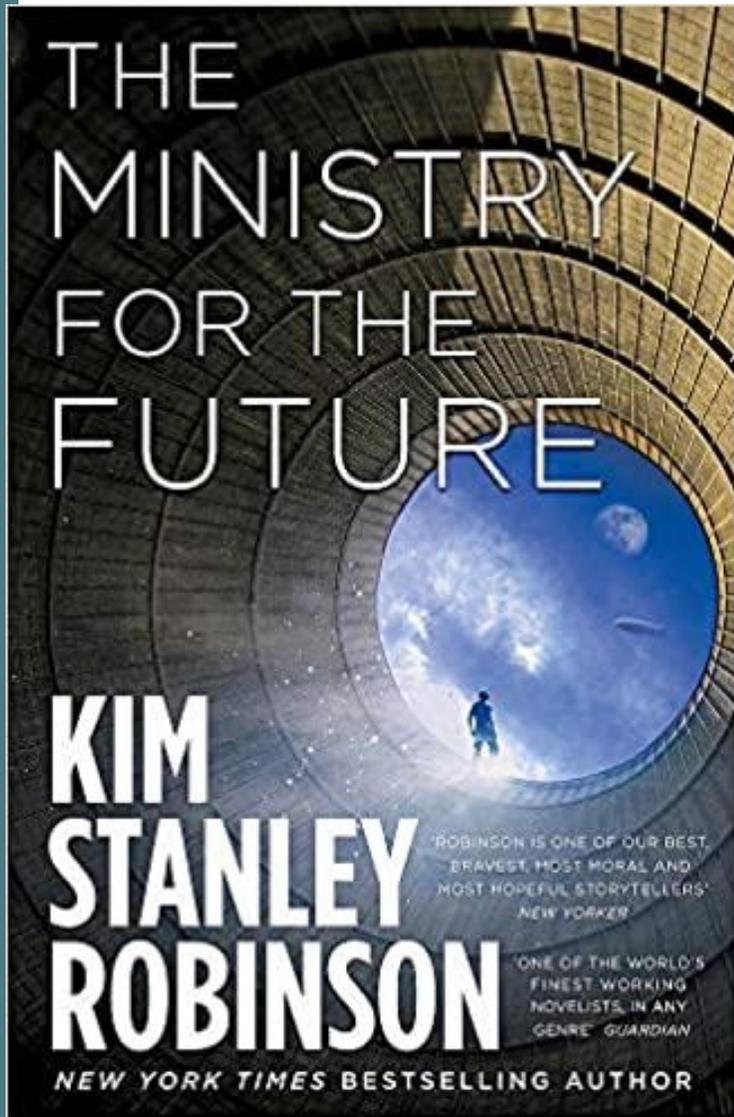
**C** **Multistability of coexistence states.** Following perturbation, the spatial system allows for alternative stable states in space, or coexistence states, thereby evading tipping of the complete system.





# Ac. Paris: Plausible pero no probable





# Consumo de energía (y población) en la historia

ENERGY CONSUMPTION / POPULATION

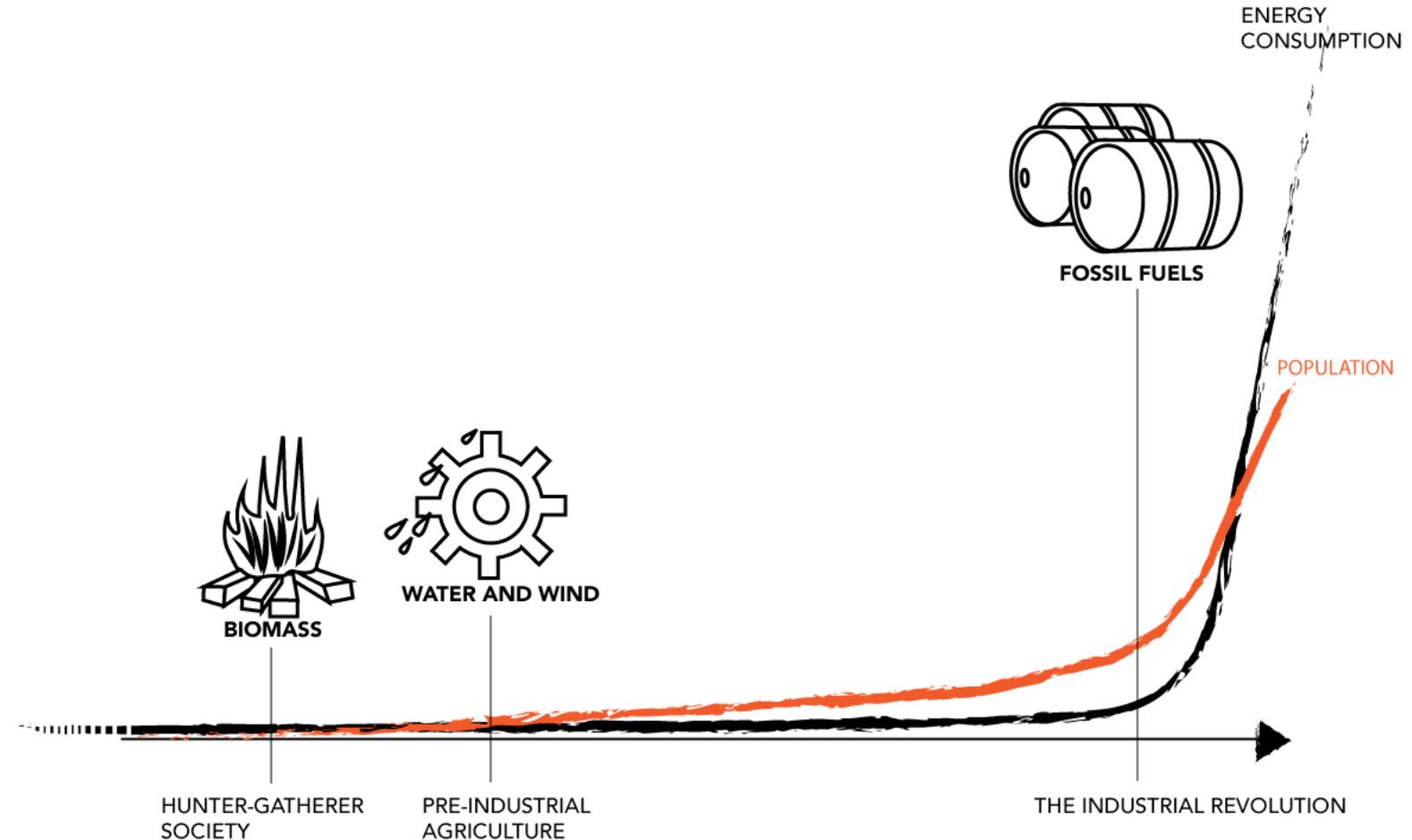


Illustration: Sonja Winkelmann Thomsen

Gracias por el interés

¿PREGUNTAS?



Twitter: @RubenDiazSierra

uned.es



#SOMOS2030

