

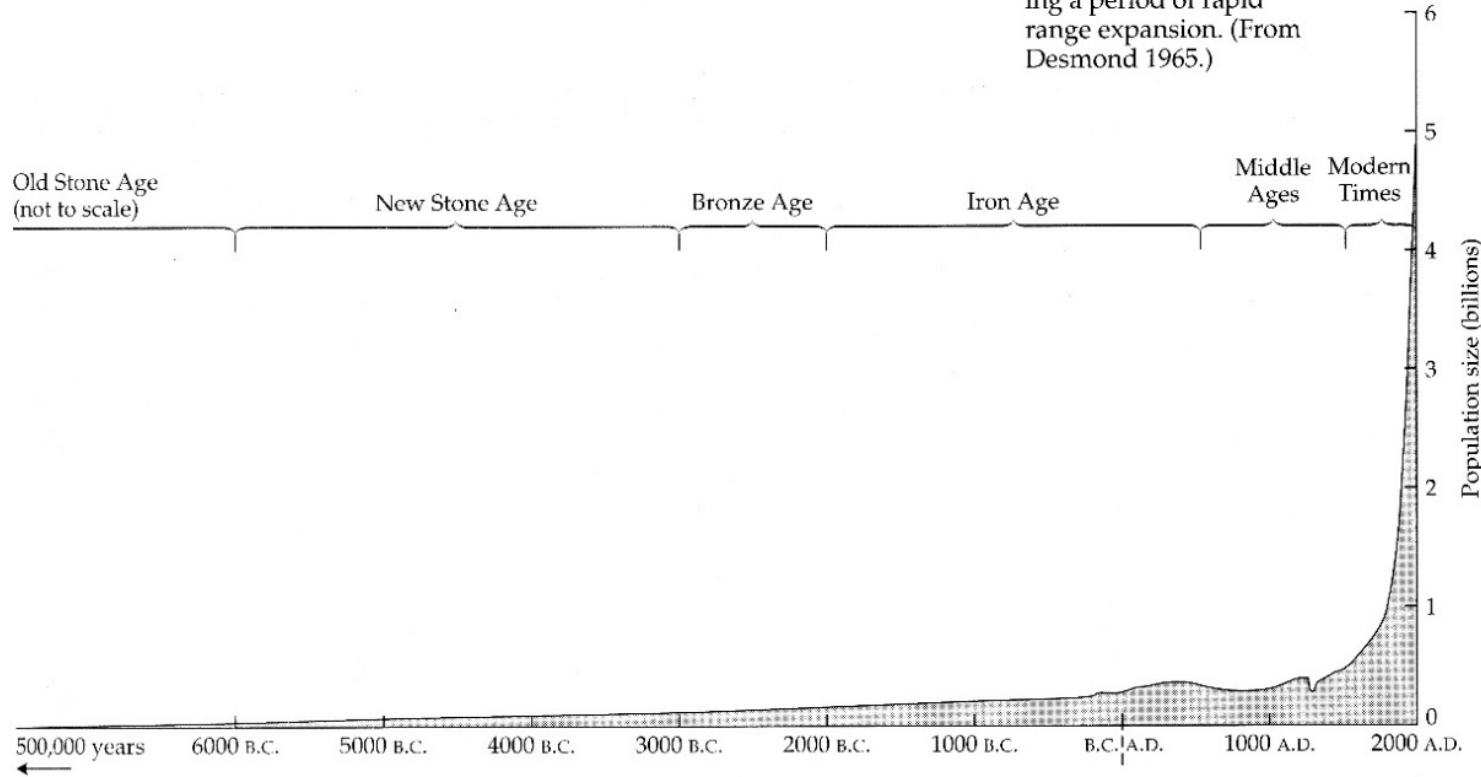
El cambio climático y su influencia en la biodiversidad II

Parte segunda:

- ☞ La población humana de la Tierra
- ☞ Las emisiones de GEI
- ☞ La energía de consumo humano y el ciclo del carbono en la Tierra
- ☞ El estudio del Cambio Climático: el IPCC
- ☞ Las proyecciones hacia el futuro: en el mundo, en Europa y en la Península Ibérica
- ☞ Consideraciones finales, el escepticismo

La población humana de la Tierra

Figure 4.9 The estimated growth of the human population over the last 10,000 years. Note the almost continuously increasing, near-exponential shape of the curve as *Homo sapiens* not only increases in local abundance but also spreads over most of the earth. All populations have the capacity to increase exponentially so long as environmental conditions are not limiting. Colonizing exotic species typically show similar near-exponential growth rates during a period of rapid range expansion. (From Desmond 1965.)



8 x 10⁹ personas en la actualidad, con un incremento diario de unas 200.000 personas

La población humana de la Tierra

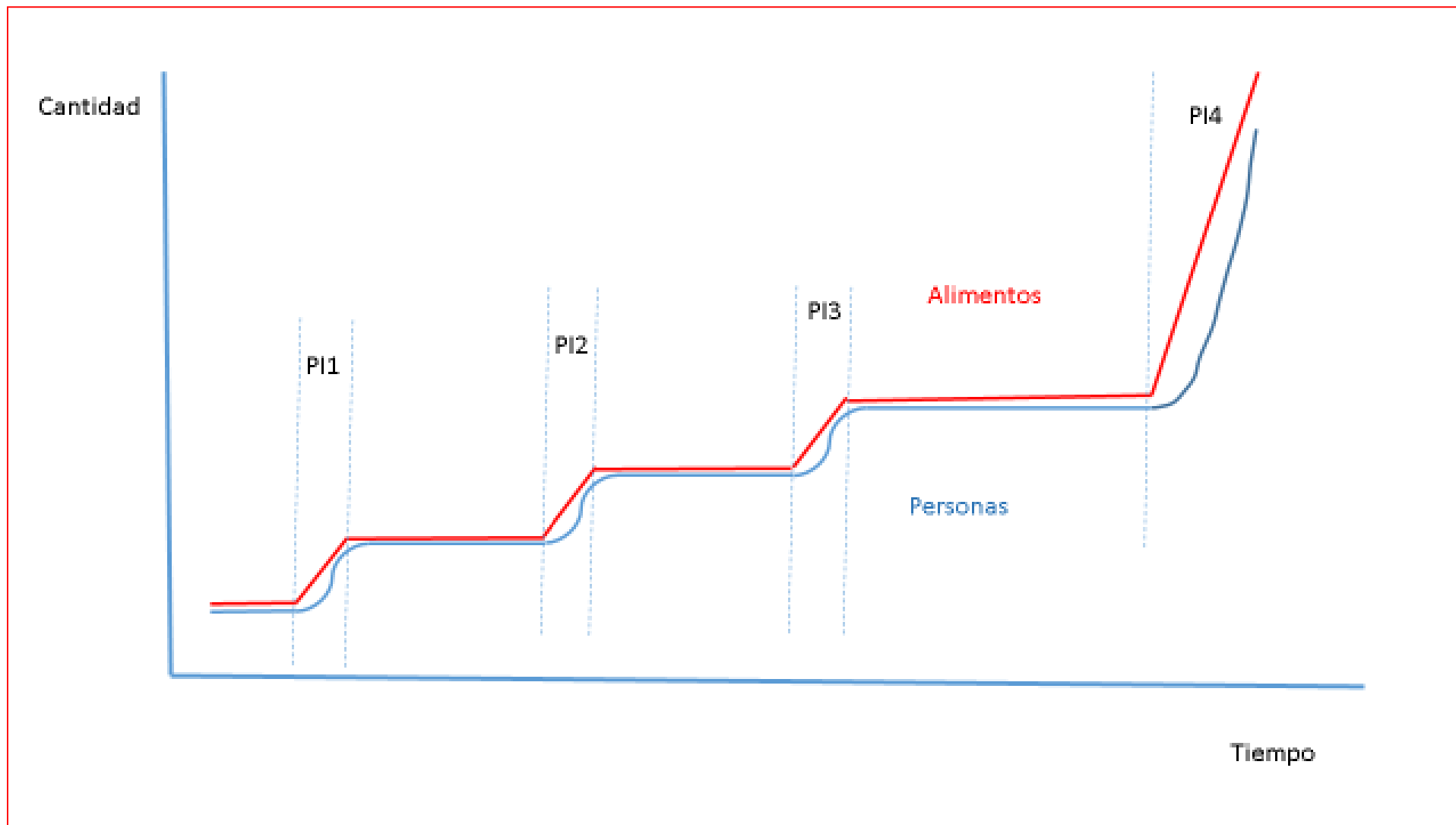
Día de la Sobrecapacidad de la Tierra, o *Earth Overshoot Day*, es la fecha en que la humanidad agota los recursos que el planeta puede generar en un año

En 1961 había 3 mil millones de personas en el mundo, y usaban cerca de $\frac{1}{2}$ de los recursos totales que nuestro ecosistema global puede proveer de forma sostenible.

En 1986 alcanzamos un umbral, en ese año nuestra población alcanzó los 5 mil millones y llegamos a usar la totalidad de la producción sostenible de la Tierra.

Así, 1986 marca el año en el que los humanos alcanzamos la capacidad de carga del Planeta, y desde entonces el déficit se ha ido incrementando y ha debido sufragarse mediante el saqueo de nuestro capital base.

En 2022, año en el que se han alcanzado los 8 mil millones de personas, el “sobregiro” o superación de la capacidad annual del planeta se alcanzó el 28 de Julio.



La curva de la **disponibilidad de alimentos** sigue un crecimiento a saltos que se producen en cada avance tecnológico o de innovación. El de la **población humana mundial** sigue a esa curva en un proceso de saturación constante de la capacidad de carga; una ley malthusiana ecológicamente trivial

La población humana de la Tierra

Distribución desigual



La población humana de la Tierra

Proyecciones al futuro

El factor humano: Estado y evolución demográfica del mundo

Telón de fondo de cualquier estimación sobre el futuro del planeta

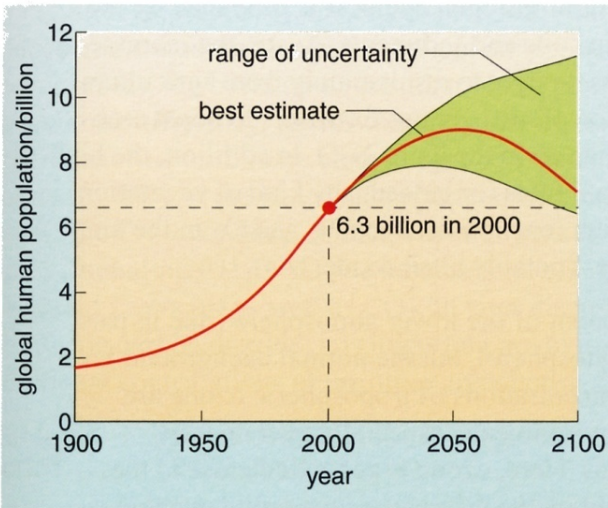


Figure 2.17 According to current best estimates, the human population is projected to peak at around nine billion by 2050, though some experts believe that it could go on increasing throughout the 21st century.

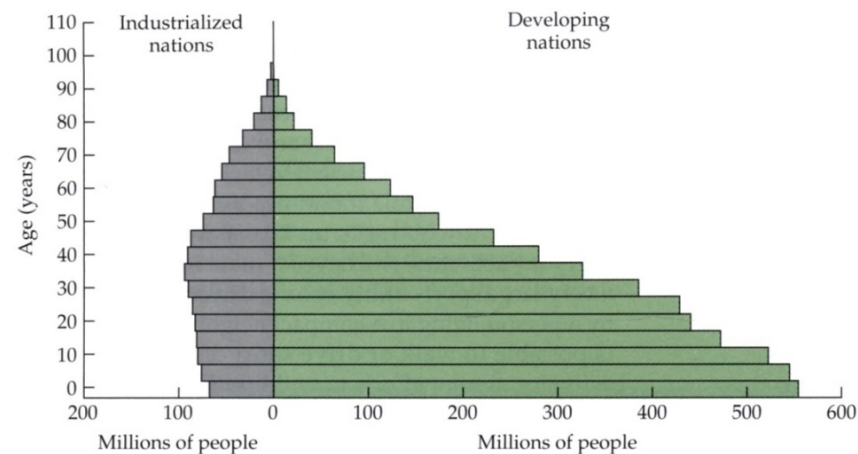


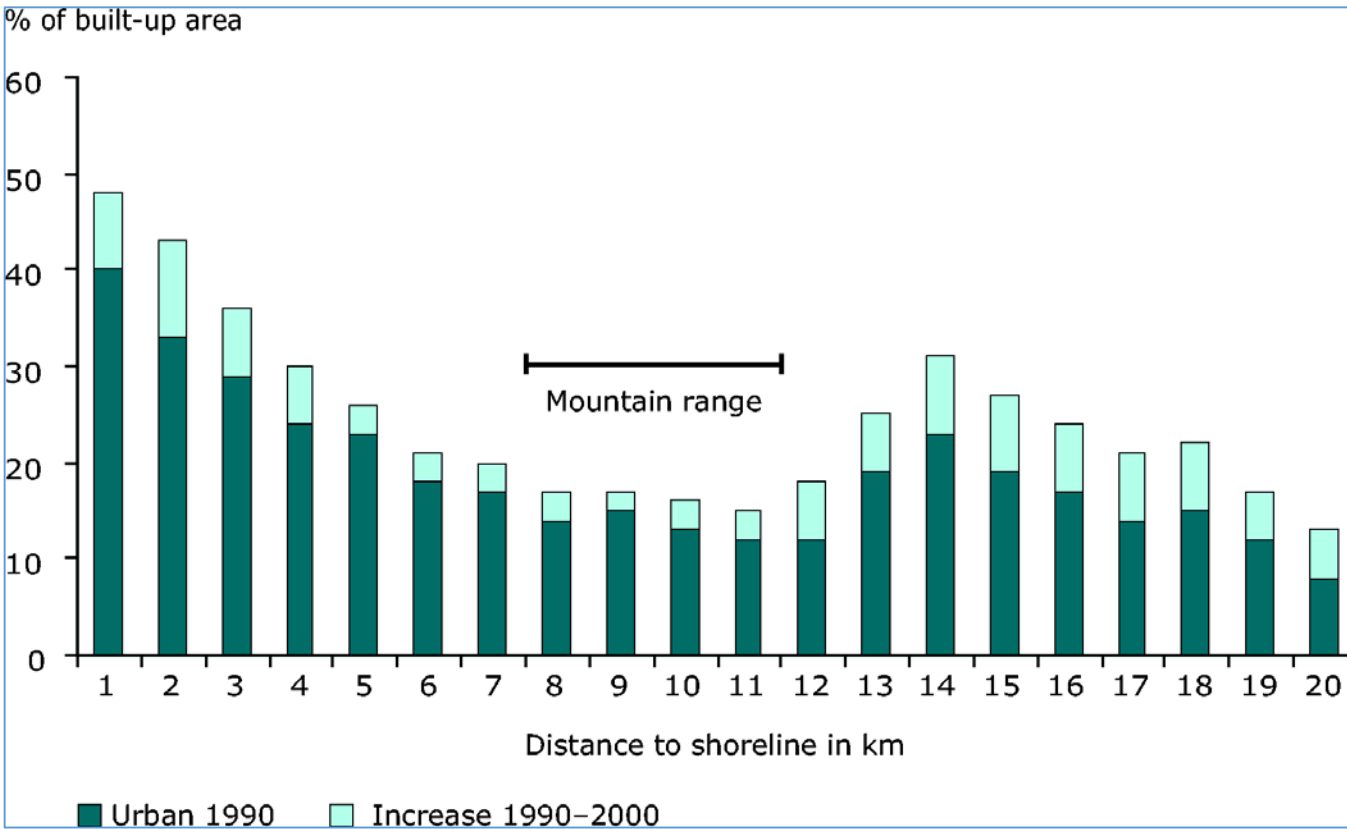
Figure 22.17

Global age pyramid. The total number of people, in millions, in each age category, from birth to 110 years, in industrialized and in developing nations. The total number of people in developing nations is far greater than in industrialized nations. The distribution of ages is also different, with relatively more children and more people at younger ages in the developing countries. The “baby boom” of people now in their thirties to early fifties is clearly evident as a bulge at those ages in the industrialized nations, but not in the developing nations. The number of very old people (over 90) is very small for both groups of nations; the maximum human age (not clearly visible here) is not different for the two groups. (Data from United Nations records.)

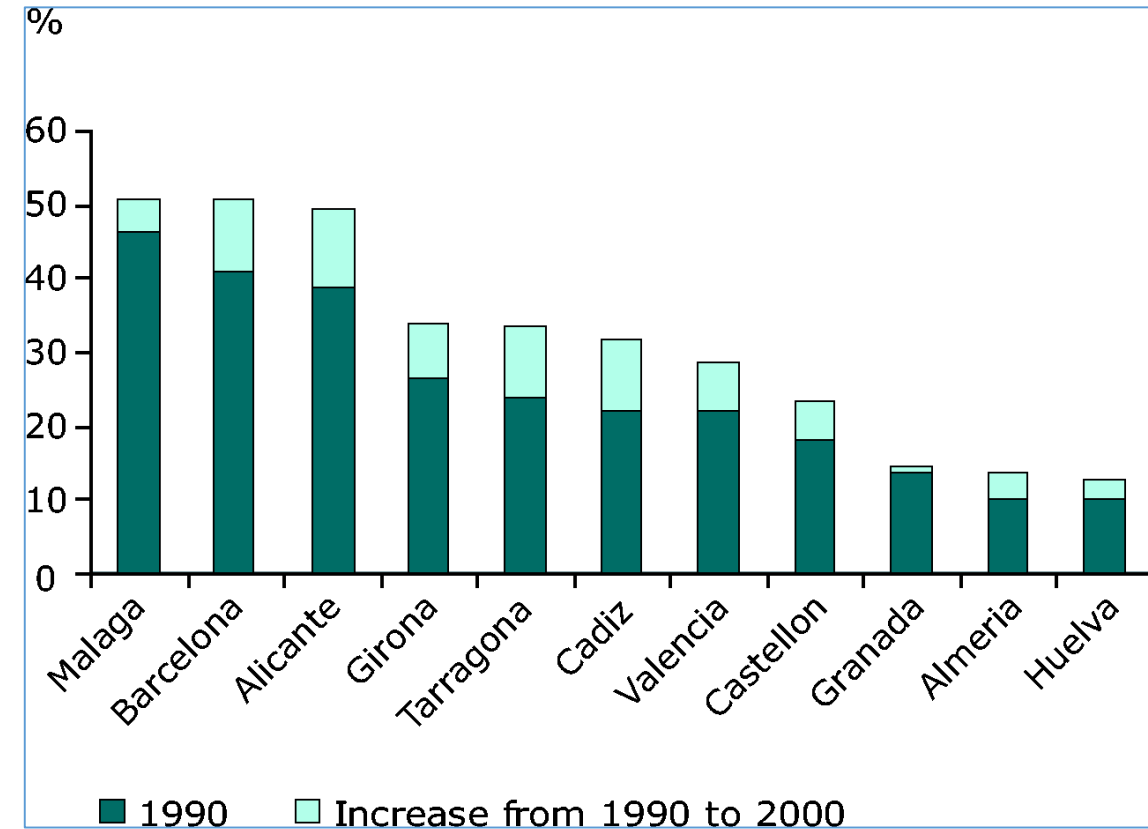
T.R. Malthus, 1798. An Essai on the Principle of Population

Para 2050 se espera que la población humana llegue a los 9 mil millones, en ese momento se necesitarán los recursos de casi dos planetas. Pero es en nuestro desecho –especialmente los gases de efecto invernadero- donde reside el factor limitante.

Artificialización del territorio

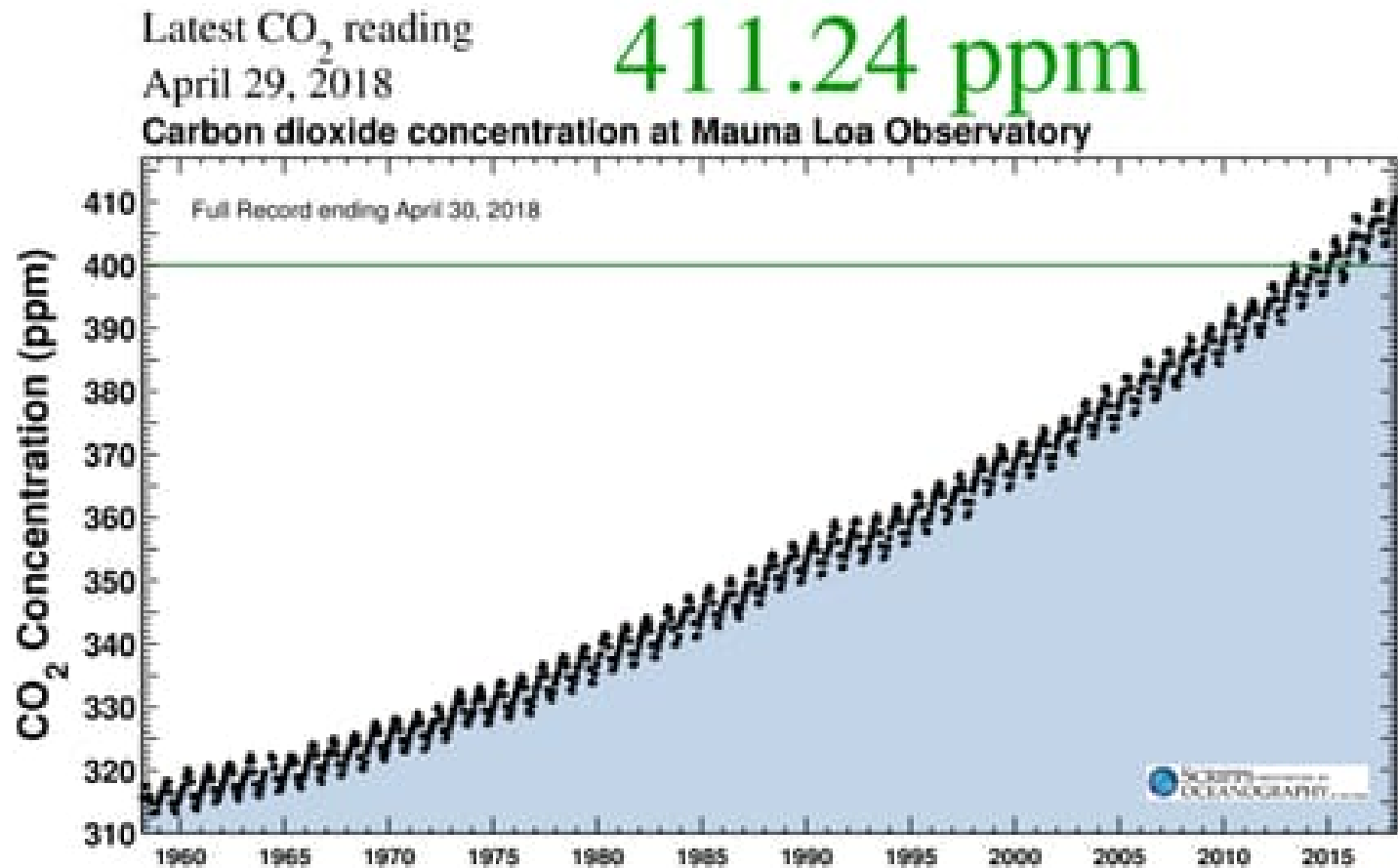


% de área urbanizada en la franja costera de la provincia de Barcelona



% de área urbanizada en el 1er kilómetro desde la línea costera en varias provincias

Los registros de concentración de CO₂ del observatorio de Mauna Loa (Hawaii)



Emisiones de gases (GEIs)

**Dec. 15,
2023**

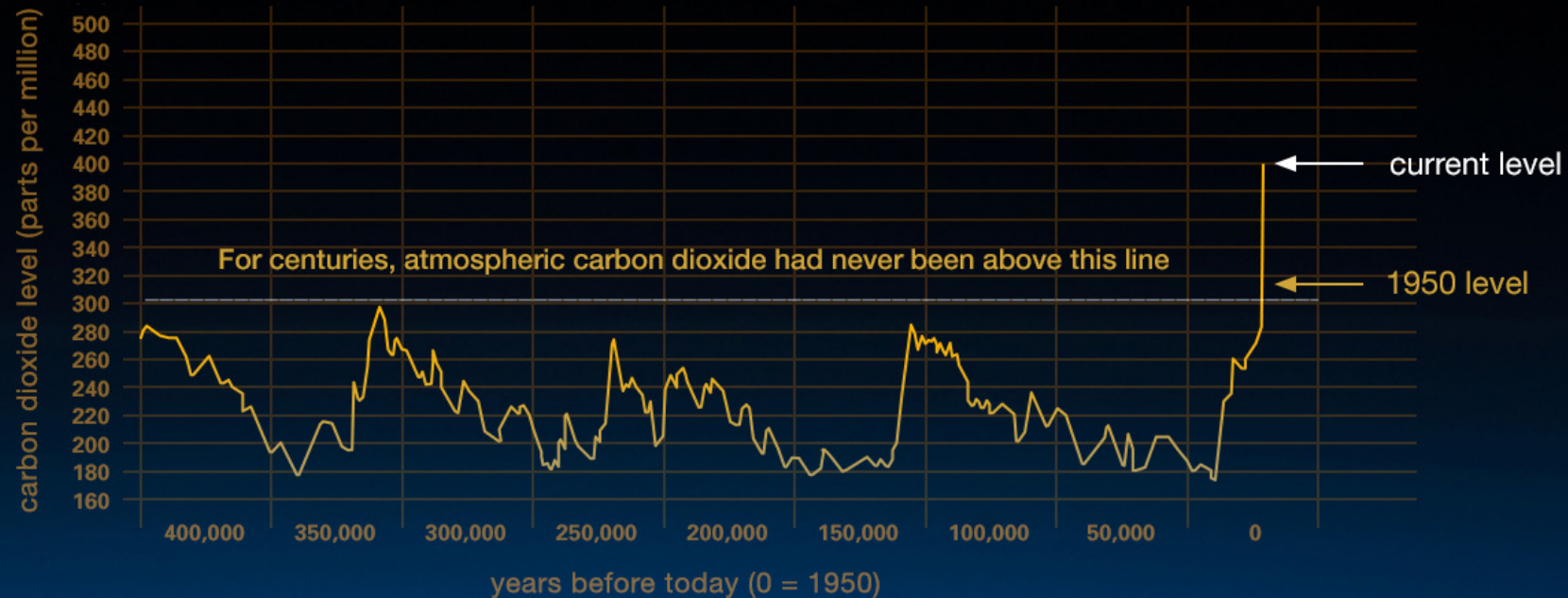
**423.38
ppm**

En la curva que observó Charles Keeling (en el monte Mauna Loa, Hawaii), en cada invierno se exhala más CO₂ que el anterior, marcándose una tendencia hacia el incremento en su concentración.

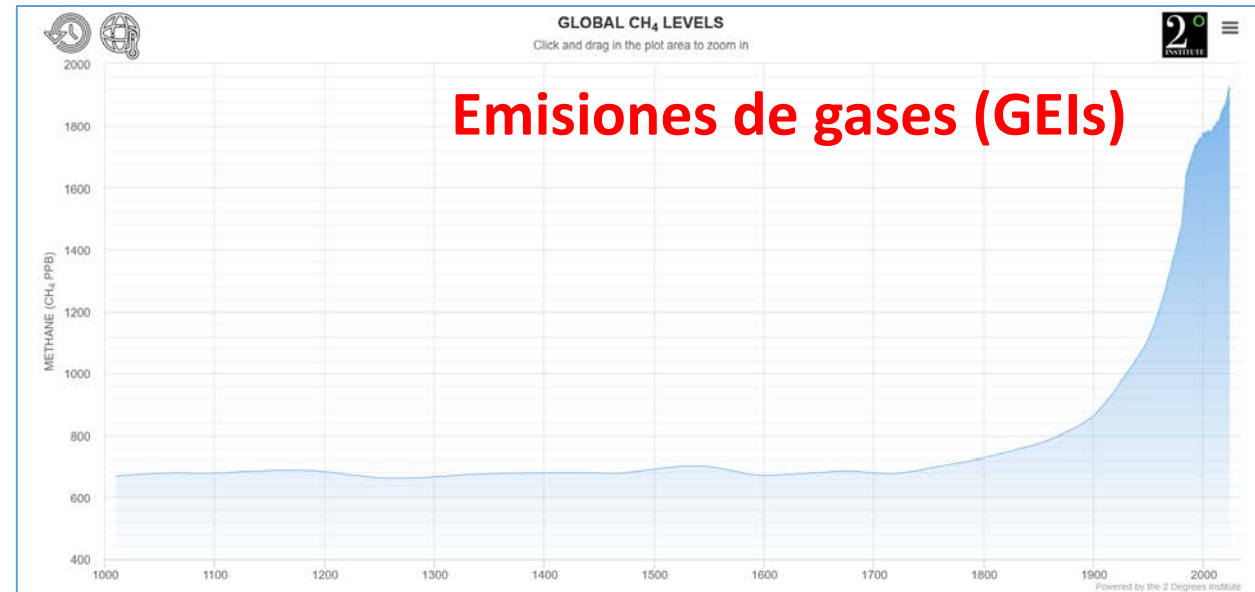
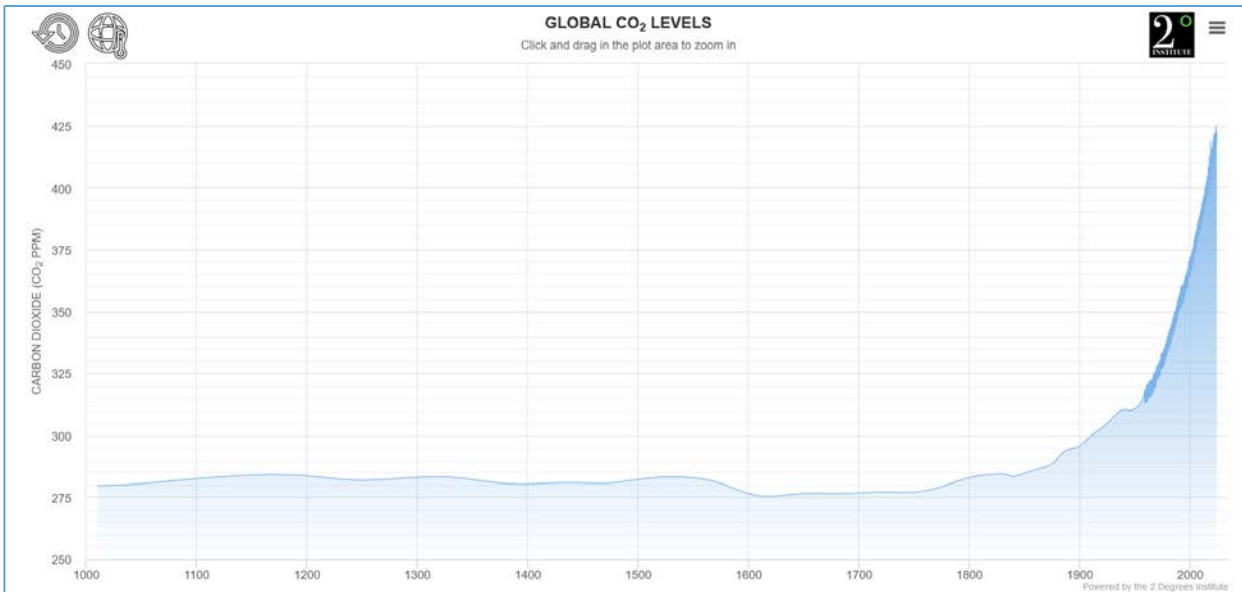
Esta curva podría indicar que estamos frente al talón de Aquiles de esta civilización adicta a los combustibles fósiles.

Emisiones de gases (GEIs)

En una serie histórica de 5×10^5 años, desde medanos del Pleistoceno no se alcanzaron jamás los actuales niveles (423 ppm)

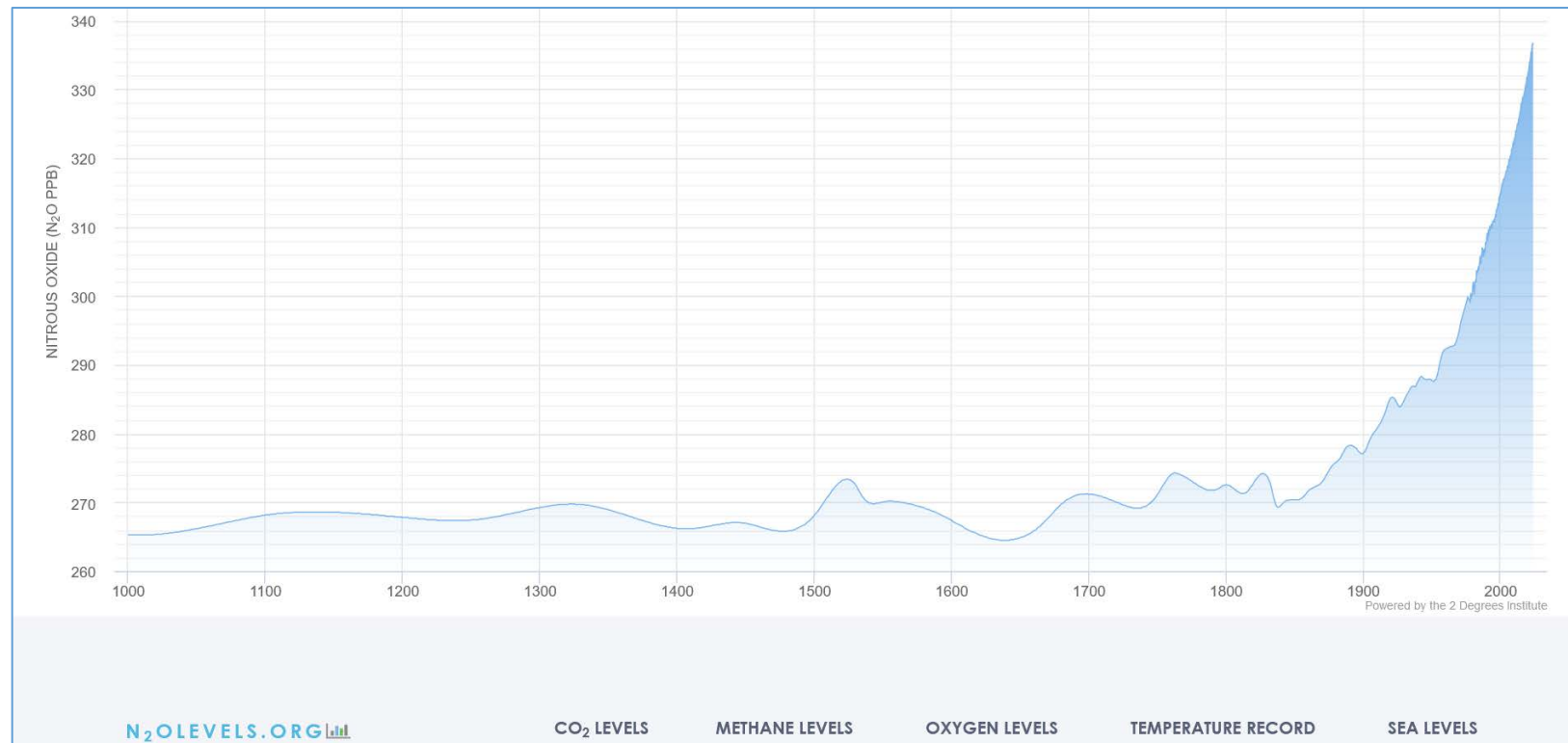


A finales del siglo veinte y lo que va corrido del veintiuno se ha presentado uno de los periodos más cálidos y la temperatura media de la Tierra ha tenido los valores más altos de los últimos 130.000 años.



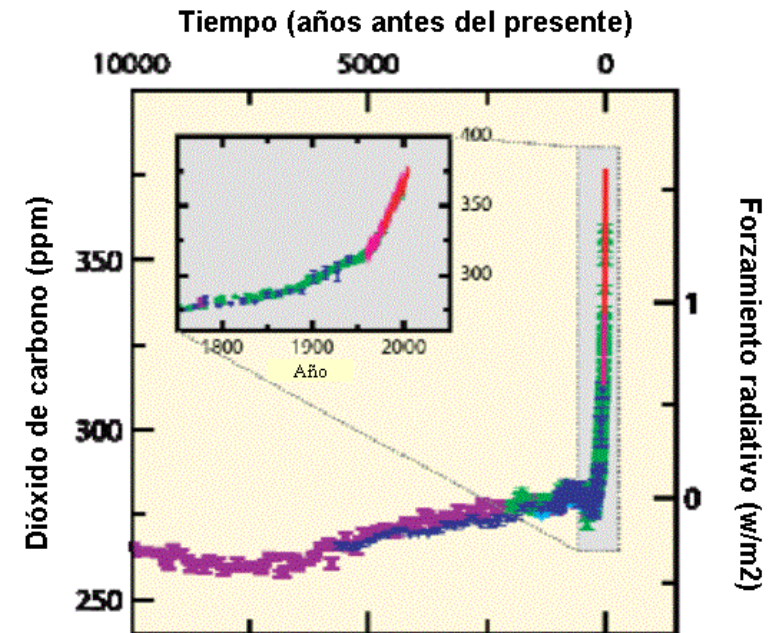
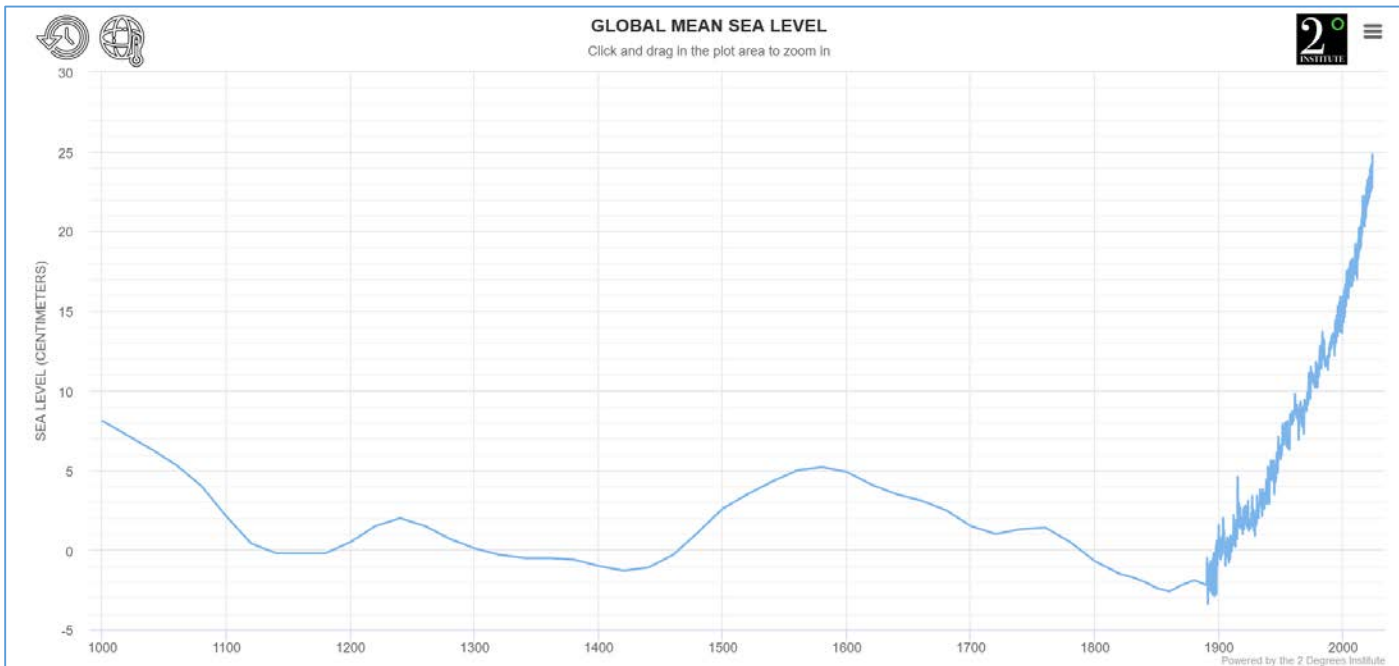
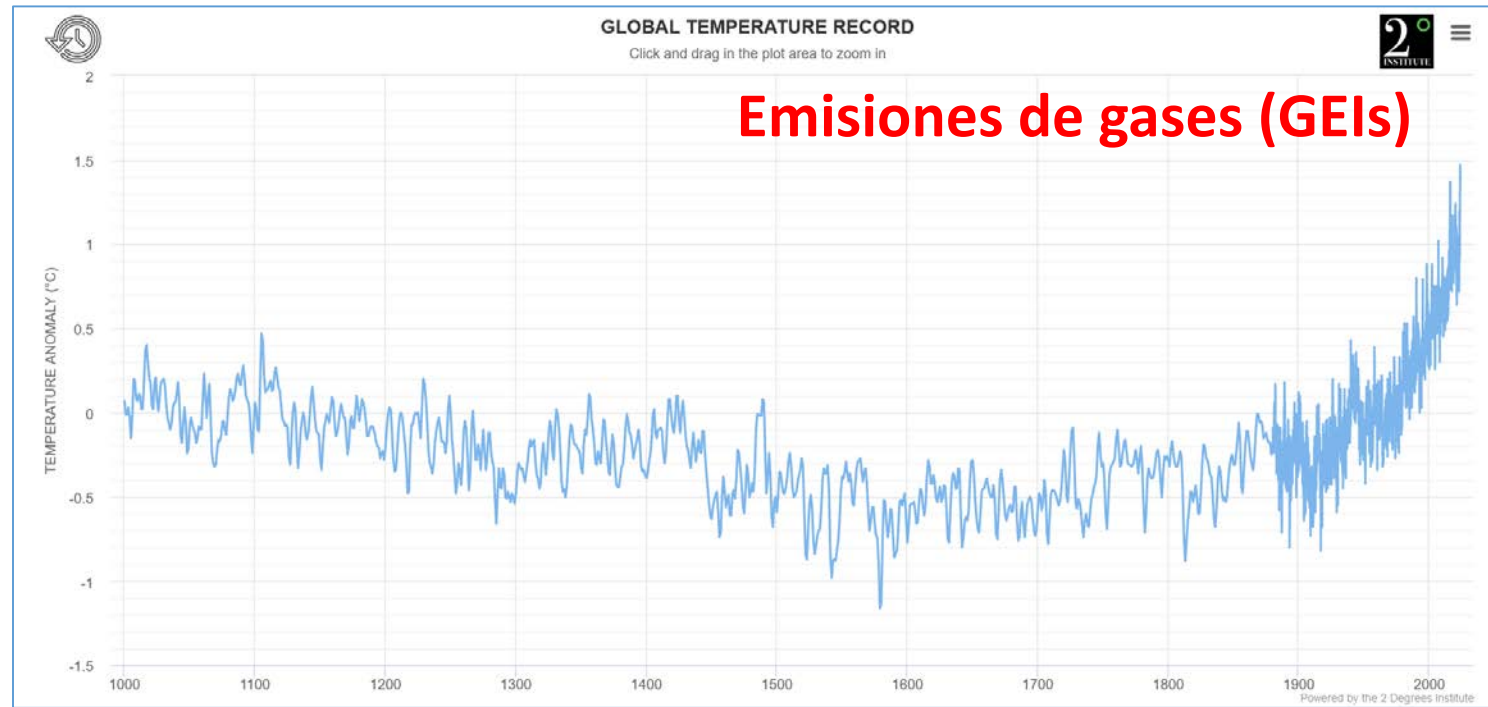
El último milenio, los GEIs

Evolución histórica reciente de las concentraciones medias de los principales gases efecto invernadero



El último milenio

Efectos del incremento de los GEIs



El forzamiento radiativo de los GEI

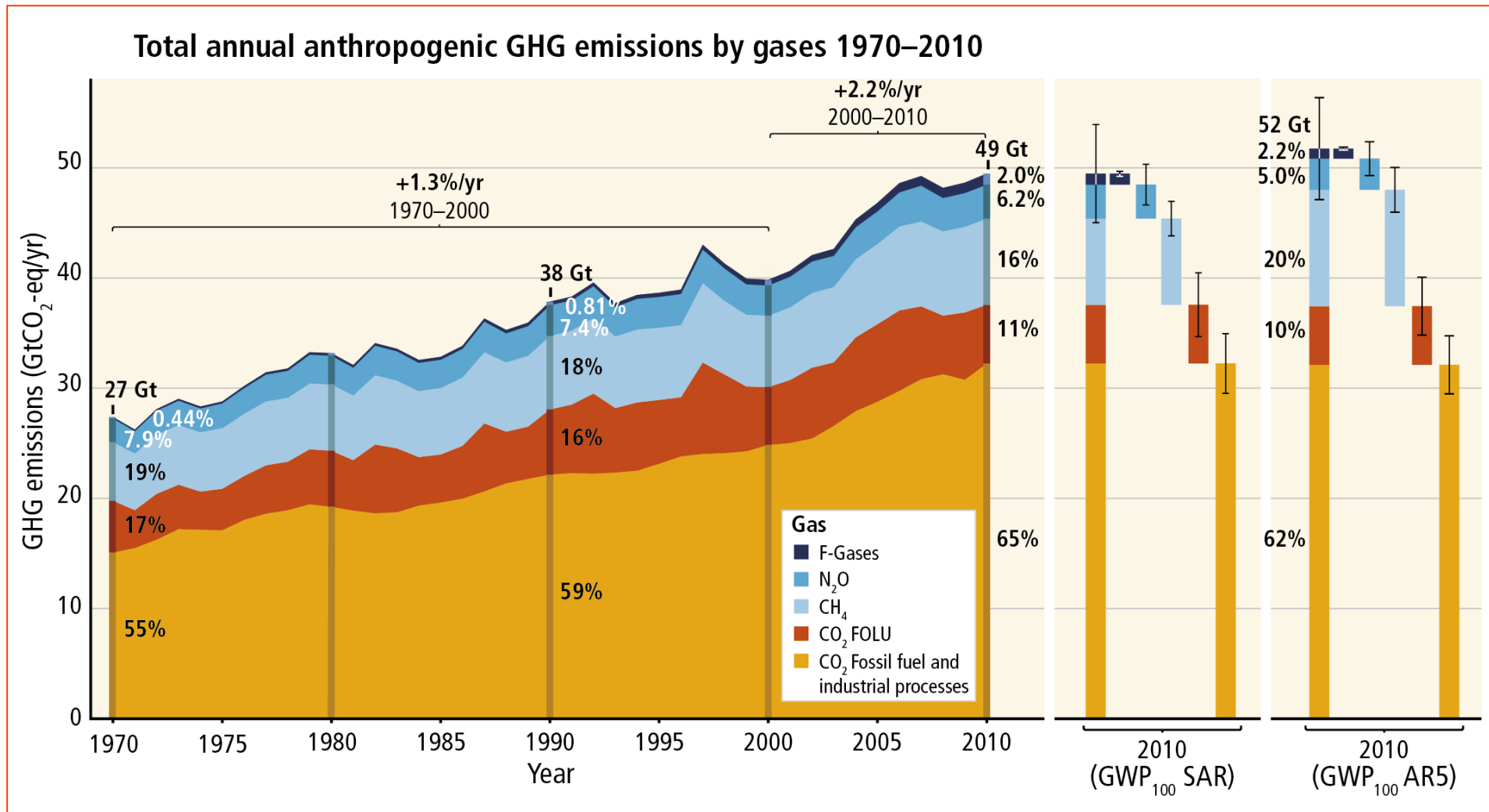
Emisiones de gases (GEIs)

Gas	Nivel Preindustrial	Nivel actual	Incremento desde 1750	Forzamiento Radiativo (W/m ²)
Dióxido de Carbono	280 ppm	387ppm	104 ppm	1.46
Metano	700 ppb	1745 ppb	1,045 ppb	0.48
Óxido Nitroso	270 ppb	314 ppb	44 ppb	0.15
CFC-12	0	533 ppt	533 ppt	0.17

El CO₂ es un gas relativamente raro en la atmósfera, pero juega un papel vital al evitar que nos congelemos. Su incremento desde 1750 causa un forzamiento que eleva las temperaturas del planeta

Ya se alcanzaron 421 ppm de CO₂ en el 6 de Junio de 2022

Emisiones de gases (GEIs) en las últimas décadas



Evolución, desde 1750, de las emisiones de gases efecto invernadero (GHG) en gigatonnes de CO₂ equivalentes por año

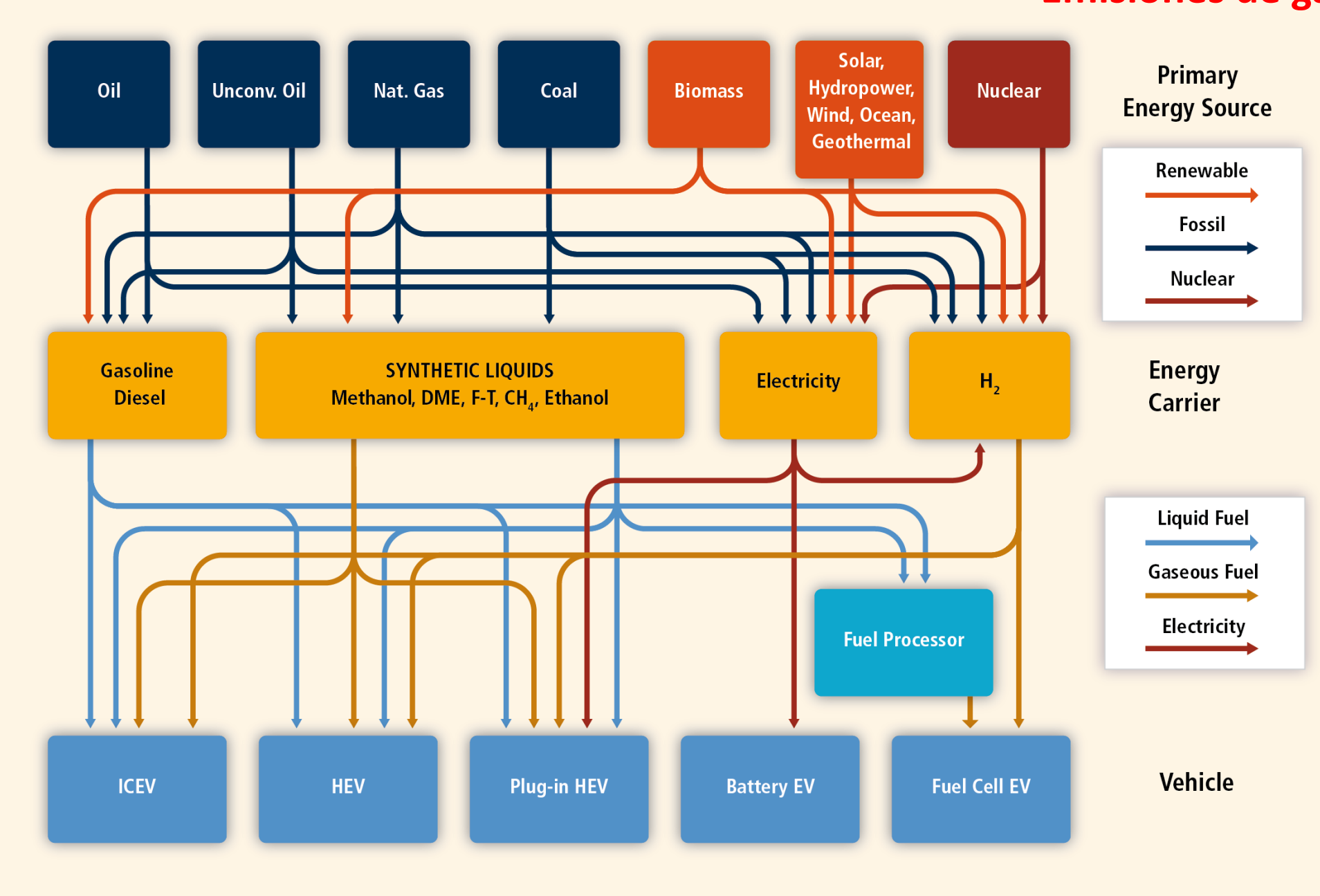
Modelo energético de la sociedad humana: La energía de consumo humano y el ciclo del carbono en la Tierra

Entre 1800 y 1980 los humanos produjeron 244 petajoules de energía (1 petajoule = 10^9 joules), entre 1980 y 1999 produjeron 97 petajoules, casi la mitad del total producido en los 180 años anteriores.

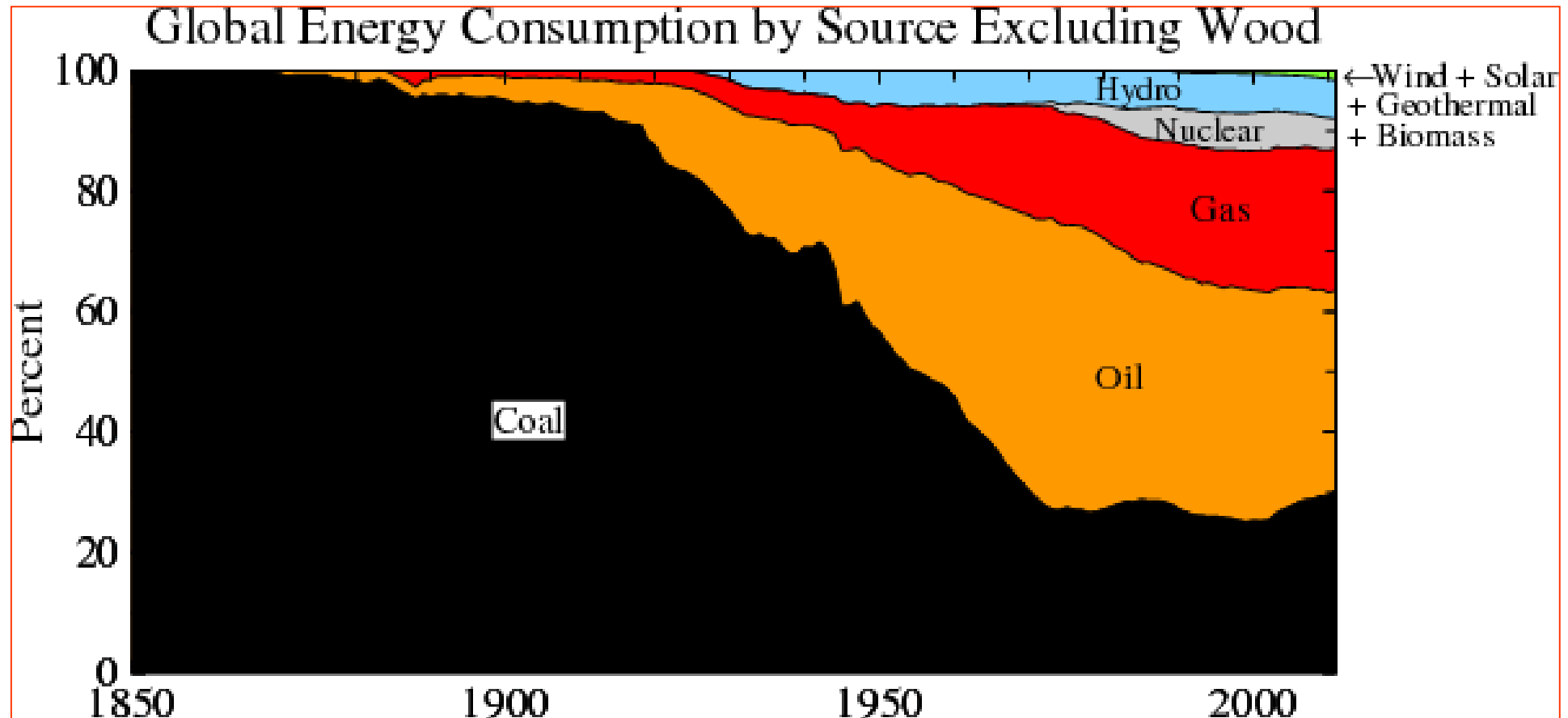
Si consideramos la enorme cantidad de luz solar necesaria para producir 100 Tm de materia vegetal, y la tasa vertiginosa a la que consumimos petróleo, gas y carbón, se estima que en cada año, para hacer funcionar nuestra economía, consumimos lo acumulado en varios siglos de fotosíntesis de tiempos pasados. Se estima que sólo en 1987 se consumió lo que se produjo en 422 años bajo el sol del carbonífero.

Modelo energético de la sociedad humana

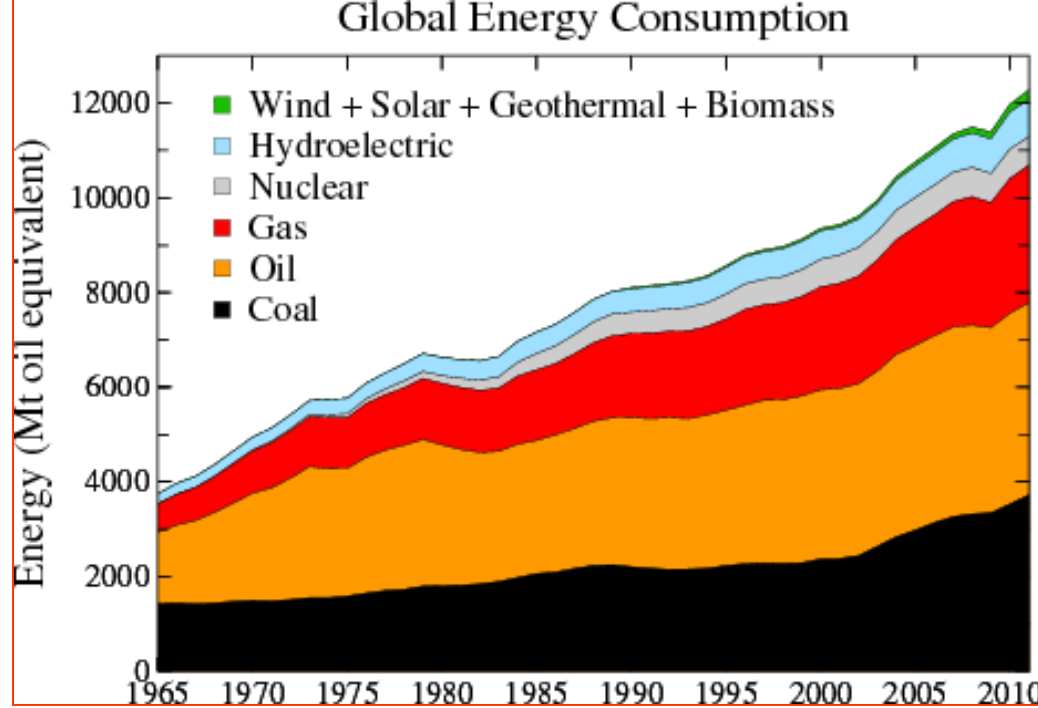
Emisiones de gases (GEIs)



Proporción de las fuentes de energía utilizadas en los últimos 160 años
(con exclusión de la leña)

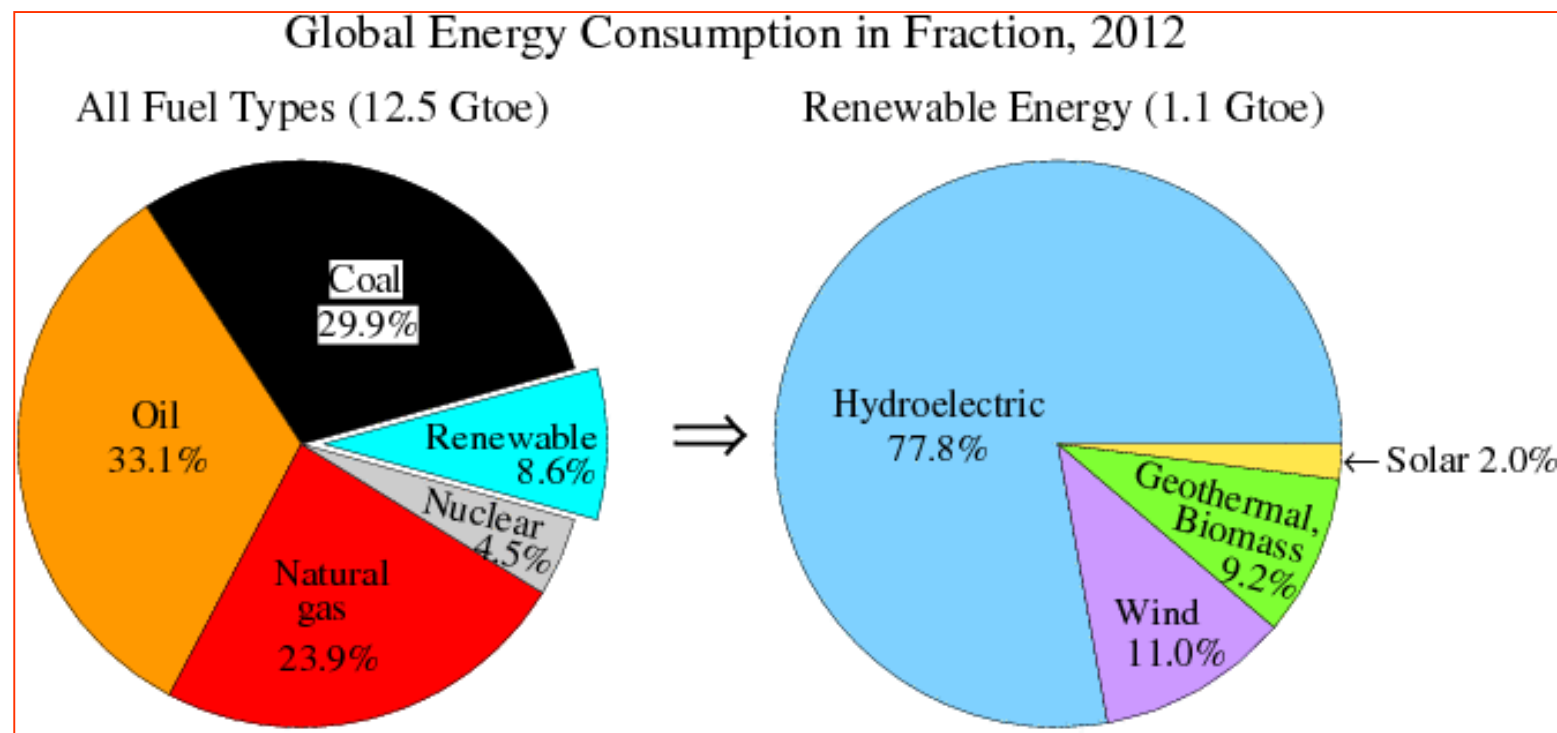


Emisiones de gases (GEIs)



Evolución de las cantidades de energía consumidas en los últimos 50 años

Proporción de los consumos energéticos en la actualidad

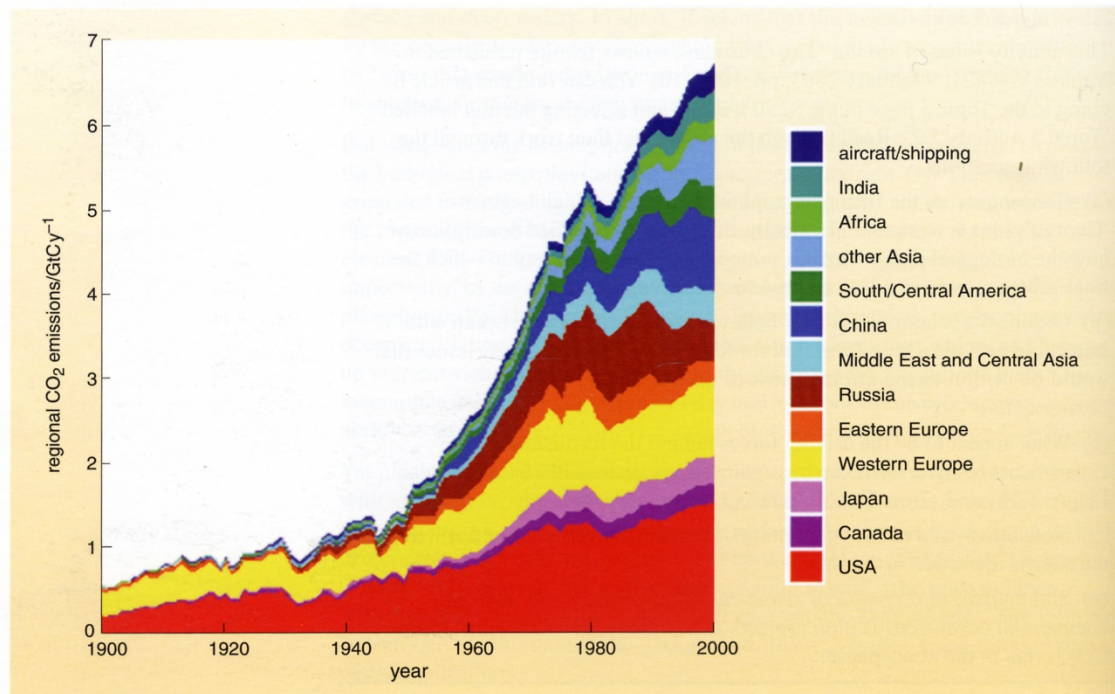


Las emisiones de CO₂

- Las emisiones anuales de CO₂ fósil se incrementaron desde una media de **6,4** GtC por año en los 90, a **7,2** GtC por año entre 2000-2005
- El forzamiento radiativo del CO₂ se ha incrementado un **20% de 1995 a 2005**, el mayor en cualquier década en al menos los últimos 200 años
- Los cambios en la irradiancia solar desde 1750 se estima que hayan causado un forzamiento radiativo de **+0,12** [+0,06 a +0,30] Wm⁻²

¿Quién emite?

Figure 5.12 Contributions to global CO₂ emissions (due to fossil-fuel burning and land-use change) from various countries and regions during the 20th century. Annual emissions from 'developed' countries (Annex I in the jargon of the UNFCCC; Box 1.3) are shown in the bands of colour from light red at the bottom up to dark red around the middle. Emissions from the 'developing world' (Non-Annex I countries) are shown in the remainder of the colours except for the uppermost dark blue band. This represents the additional (and growing) contribution from aircraft and shipping worldwide. (Source: Matthews, 2004.)



EEUU emite 3 veces más CO₂ por persona/año que el conjunto de Europa y más de 100 veces más que los ciudadanos de los países menos desarrollados.

Las emisiones *per caput* en los distintos países en la actualidad

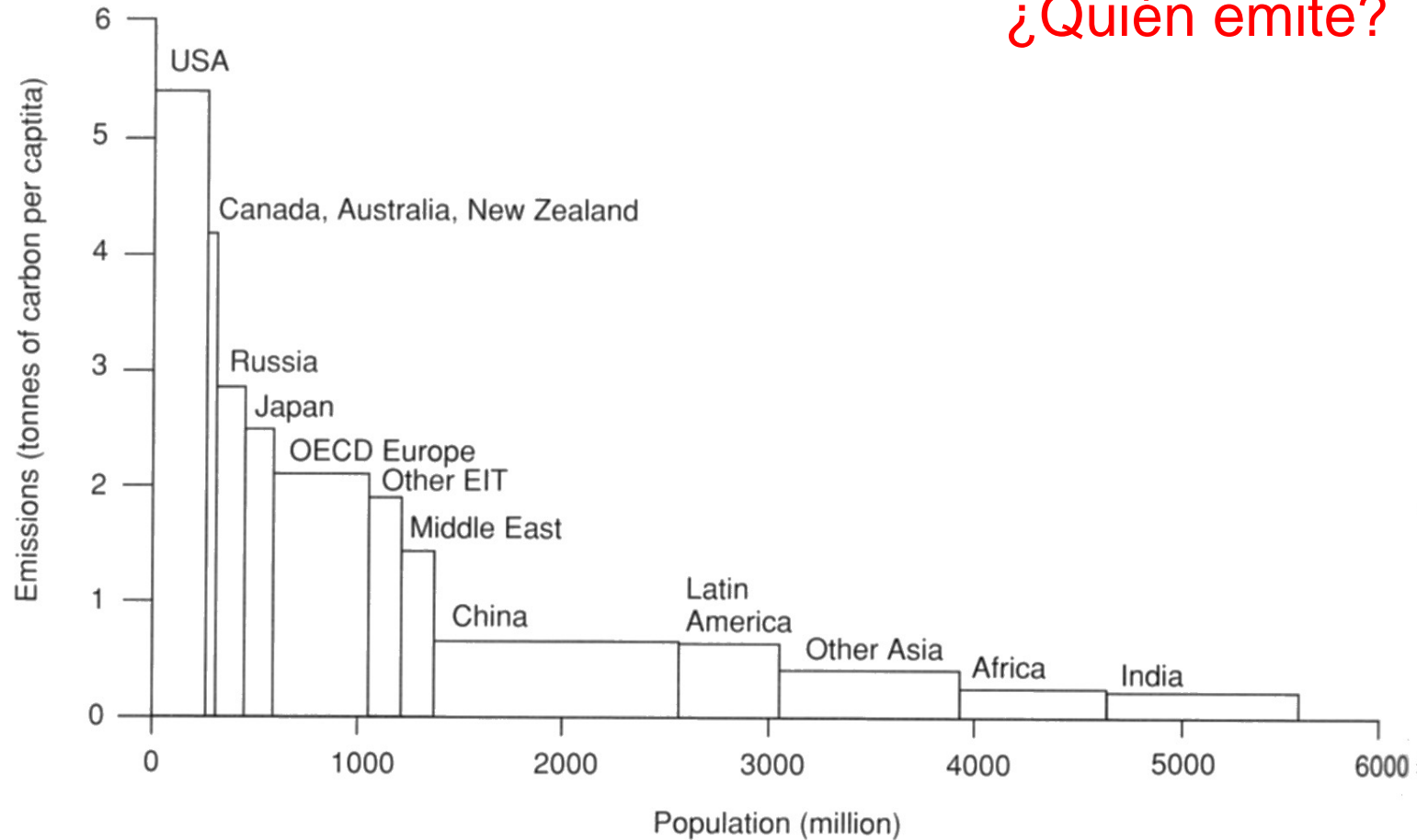
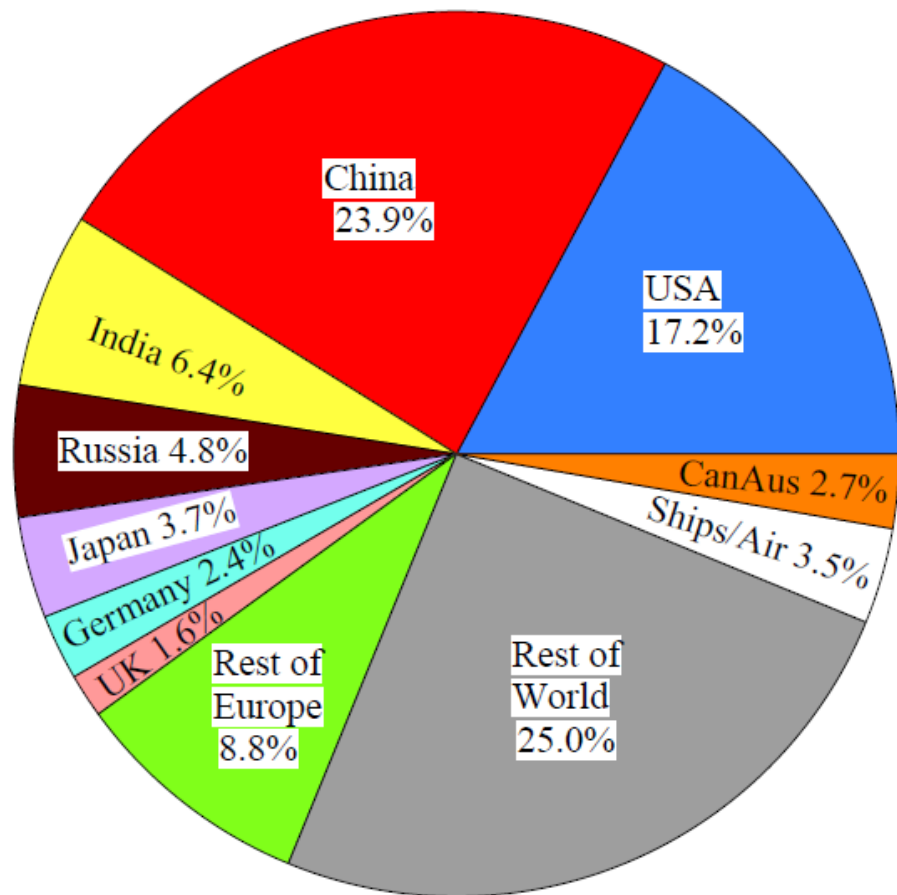


Figure 10.2 Carbon dioxide emissions in 2000 from different countries or groups of countries expressed per capita and population.

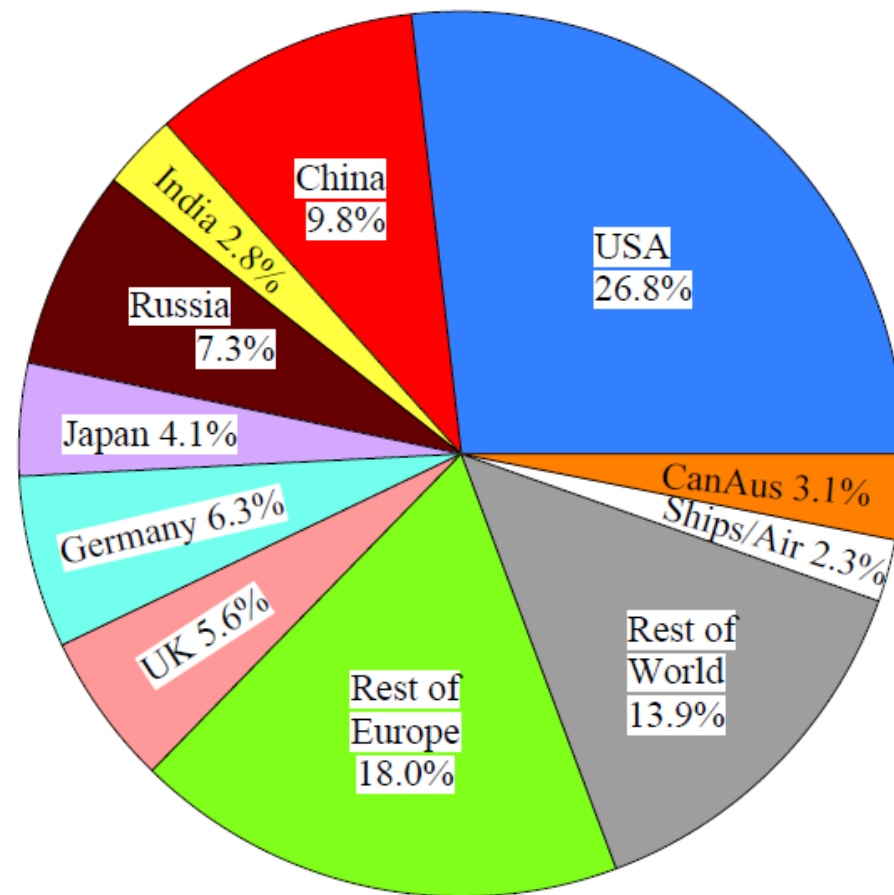
¿Quién emite?

Emisiones de gases (GEIs)

(a) 2010 Annual Emissions



(b) 1751–2010 Cumulative Emissions



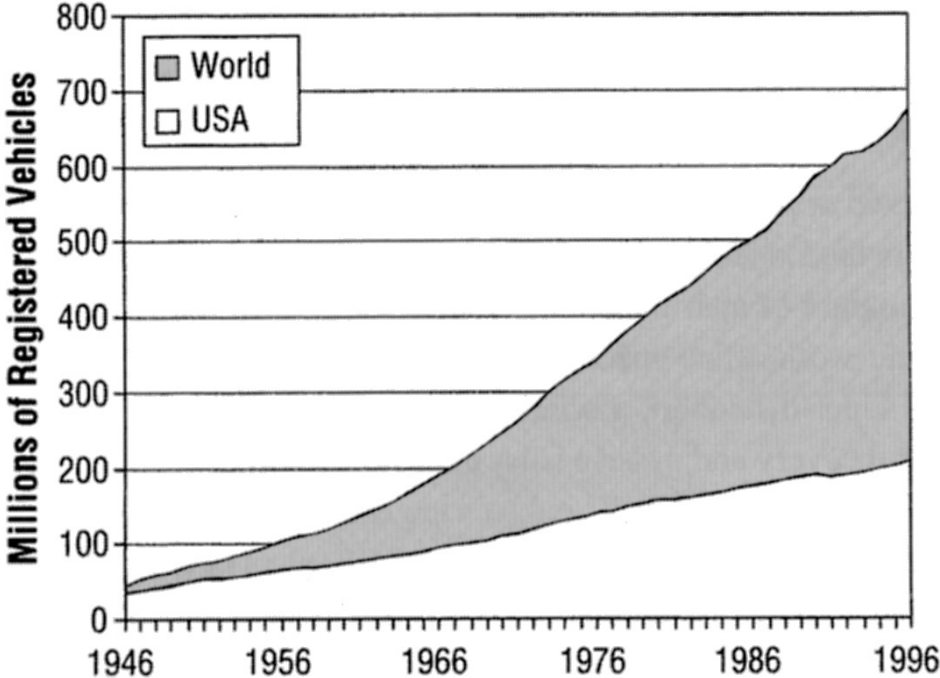
China tiene las mayores emisiones debidas al uso de combustibles fósiles actualmente.

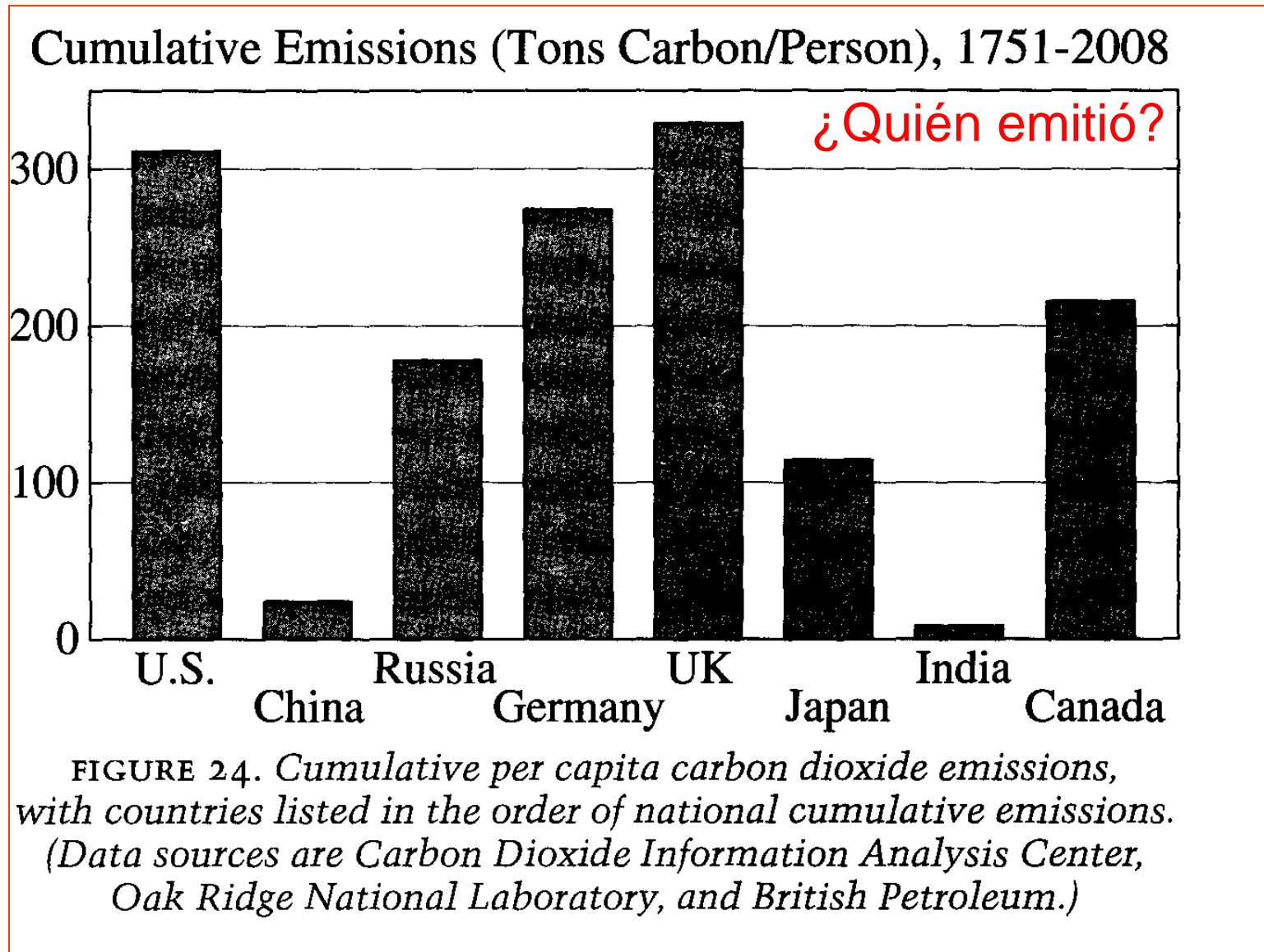
Sin embargo, el cambio climático está causado por las emisiones acumuladas, de modo que las naciones desarrolladas, especialmente los EEUU, tienen la mayor responsabilidad.

Automóviles

Emisiones de gases (GEIs) ¿Quién emite?

Figure 11.9 Growth of world motor vehicle population, 1946–96.





Si hacemos una estimación de las emisiones de CO² acumuladas *per caput*, todavía el Reino Unido, cuna de la Revolución Industrial, tiene la mayor responsabilidad.

Nuevas fuentes de energías renovables

Eólica



Generación eólica offshore

Lo que hay

Lo que se necesitaría

Ocean Area Required to Power the World with Zero Carbon Emissions using only Offshore Wind



SURFACE AREA REQUIRED TO POWER THE WORLD WITH ZERO CARBON EMISSIONS AND WITH OFFSHORE WIND ALONE

→ www.landartgenerator.org



Fotovoltaica

The total surface area of the earth required to produce enough power through solar alone is not as much as you might think. By one estimate it would require an area of **496,805 square kilometers**



Noor Ouarzazate Solar Power Plant,

Marruecos

Ocupa 3000 ha,

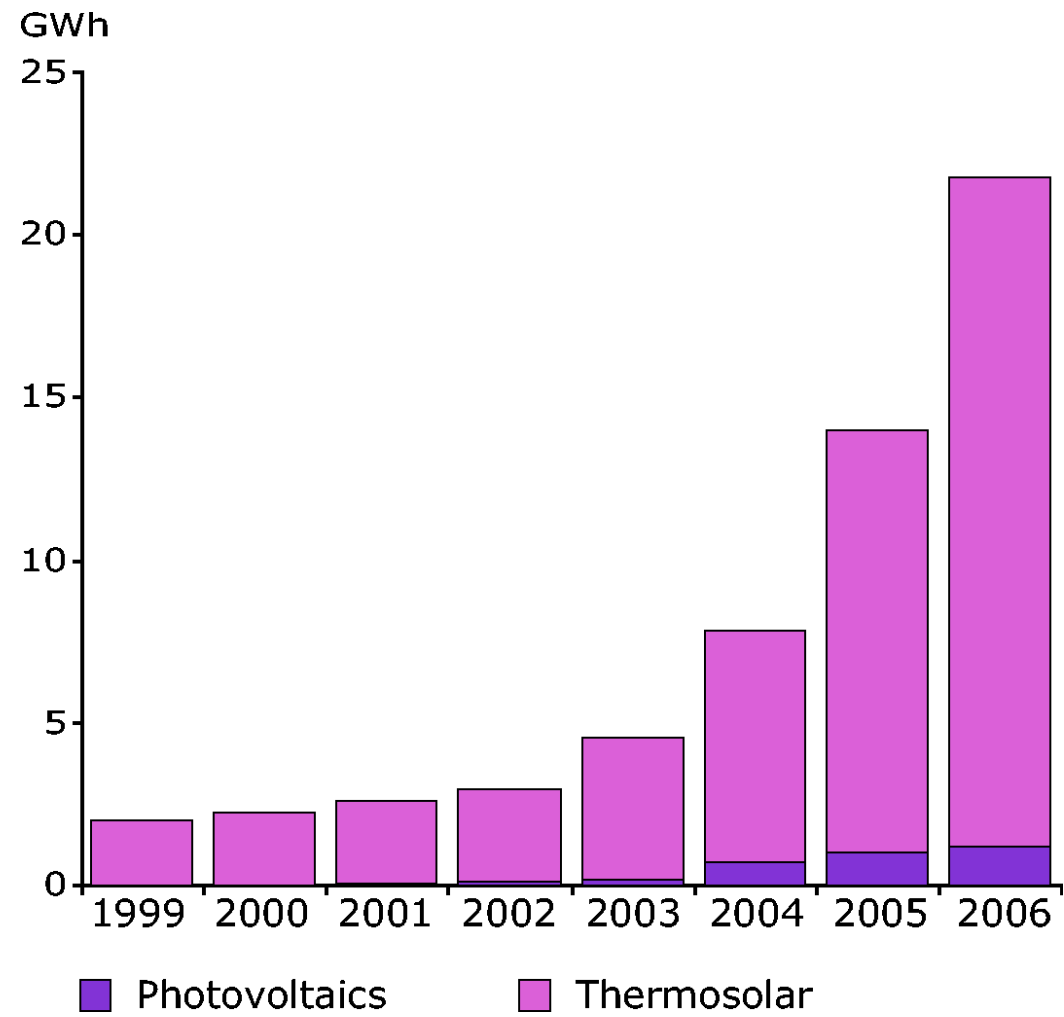
Potencia instalada de 582 MW

Ahorro de 800.000 T de CO₂



También a escala particular: Paneles solares fotovoltaicos domésticos





Evolución del uso de la energía solar

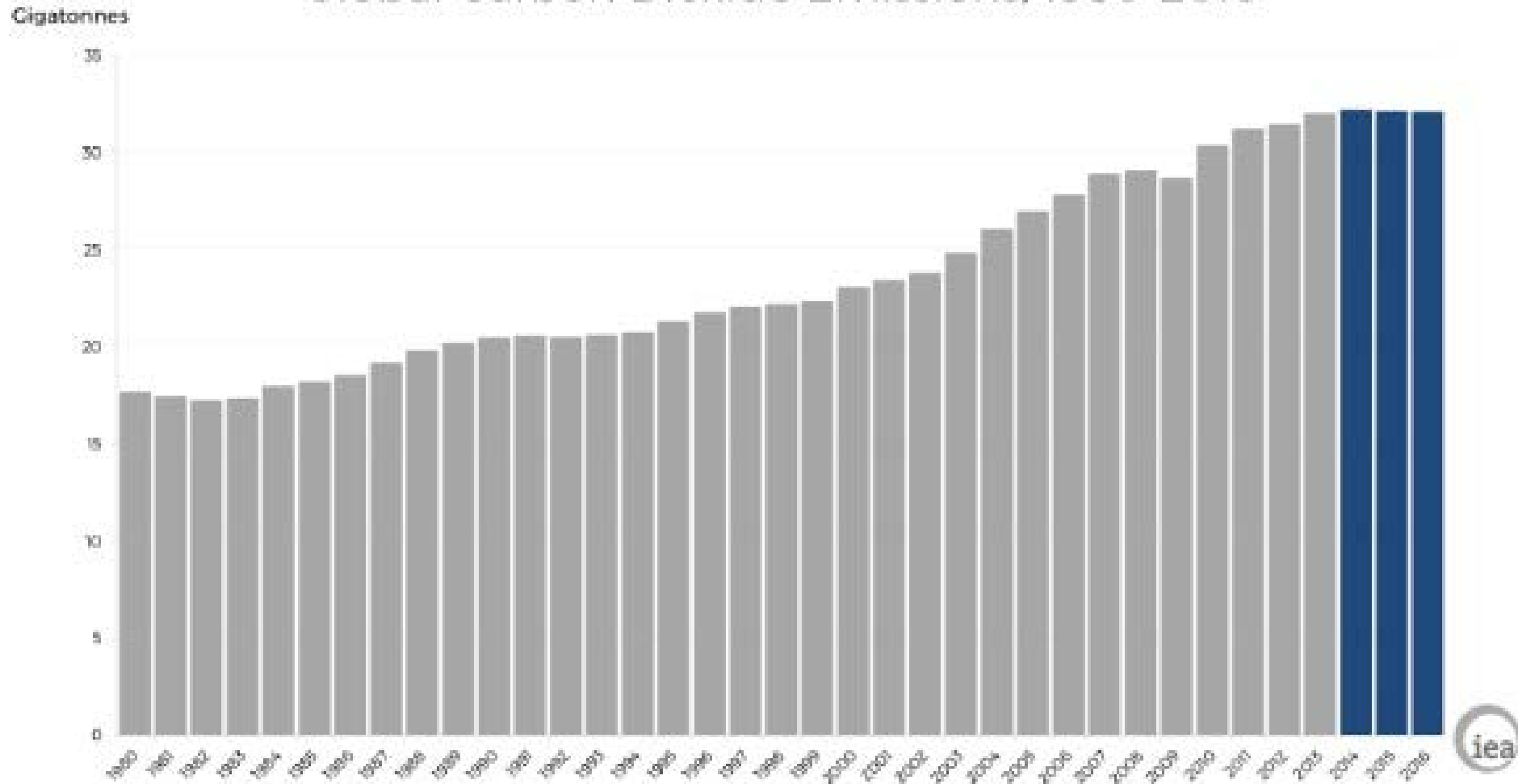


Bioenergía

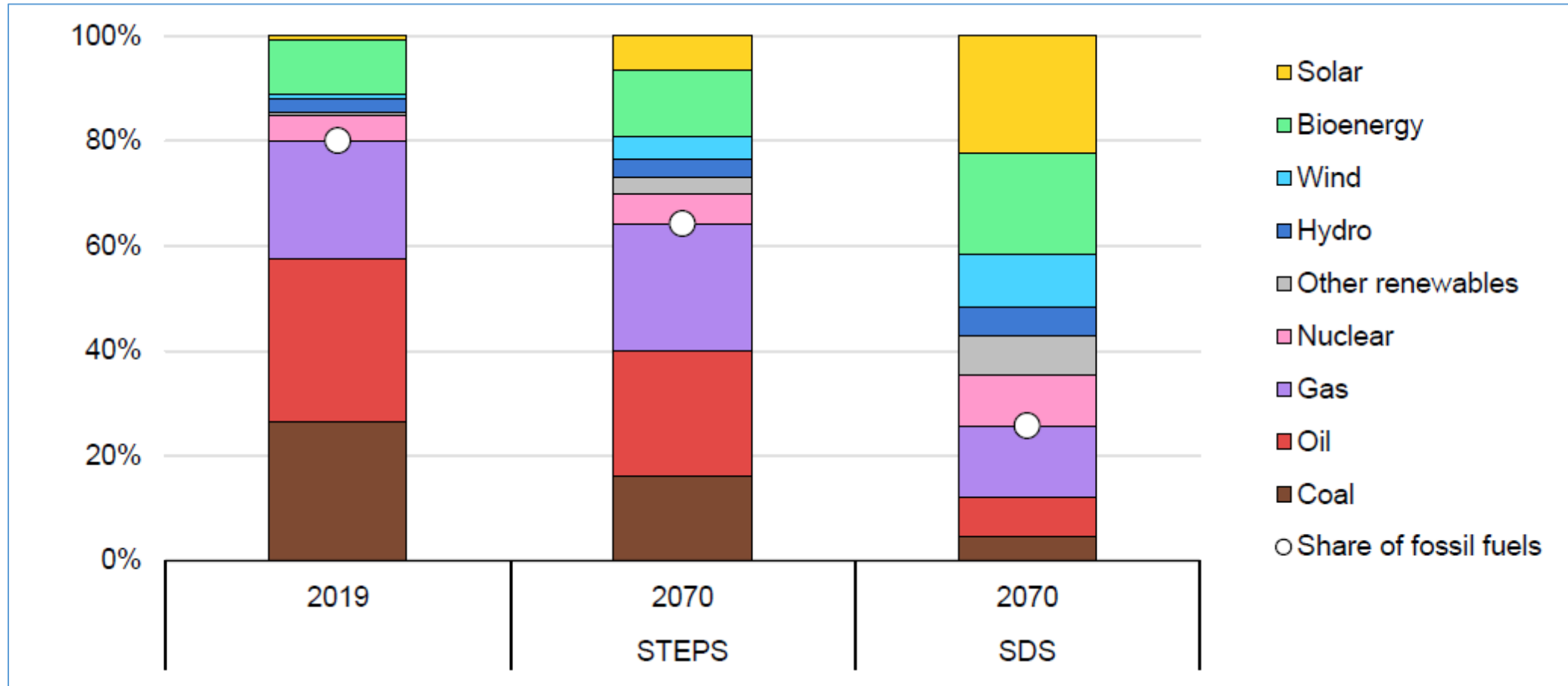


No todo son malas noticias, en los últimos años hay una ralentización en las emisiones globales

Global Carbon Dioxide Emissions, 1980-2016



Global primary energy demand by fuel share and scenario 2019 and 2070



Notes: STEPS = Stated Policies Scenario. SDS = Sustainable Development Scenario. *Bioenergy* includes traditional biomass use and modern bioenergy as well as the conversion losses from biofuel production. *Other renewables* include geothermal and ocean energy.

Y se espera que en el futuro se pueda llevar a cabo una transición energética de gran calado

El ciclo natural del C: sumideros y almacenes

Sumideros y almacenes de C

La diferencia radica en el tiempo de residencia del C:

Almacenes: décadas a siglos

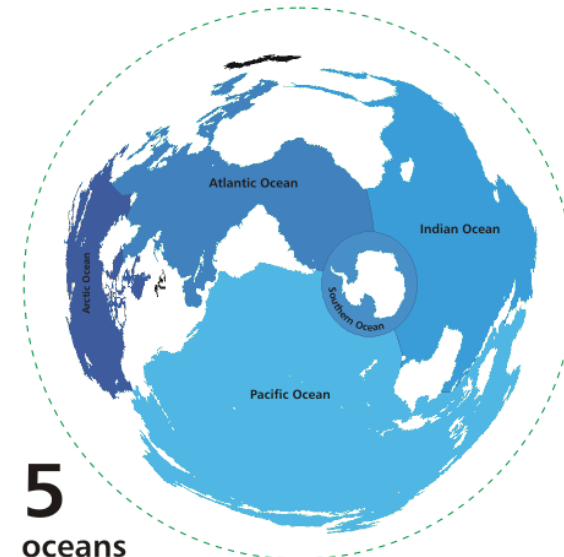
Sumideros: milenios a eones

Almacenes

☞ La **biomasa** es el principal almacén de C, y de ella, la biomasa vegetal terrestre (vegetación)



☞ También la masa de **agua** oceánica es un importante almacén de C al mantener disuelta una cantidad importante de CO₂



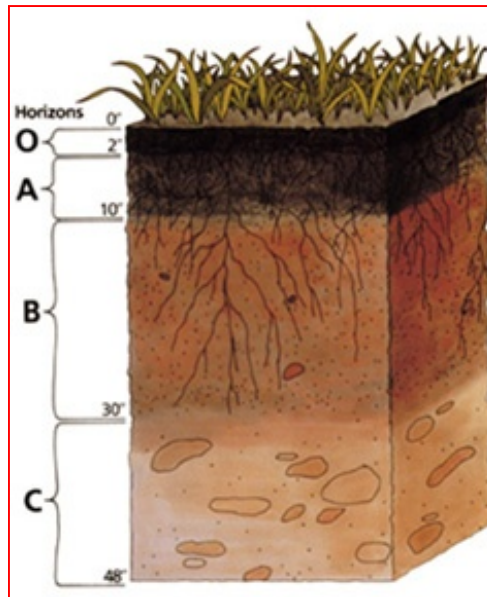
5
oceans

El ciclo natural del C: sumideros y almacenes

Sumideros

Los principales sumideros de carbono de la naturaleza son los océanos y el suelo terrestre.

☞ **Suelo** en latitudes medias y altas. Las plantas terrestres, al morir, caen al suelo y la parte de su materia más resistente a la descomposición, generalmente formada por polímeros orgánicos (celulosa, hemicelulosa, lignina, ceras, terpenoides, etc.) termina por incorporarse al suelo, donde permanece a veces indefinidamente; otras veces las condiciones anaerobias detienen la descomposición y se forma turba. En zonas cálidas y tropicales la descomposición es total y este efecto queda anulado.



☞ En los **océanos** hay una importante sumidero mediante la acumulación de esqueletos de CO_3Ca y de compuestos carbonados en ciertos fondos marinos.

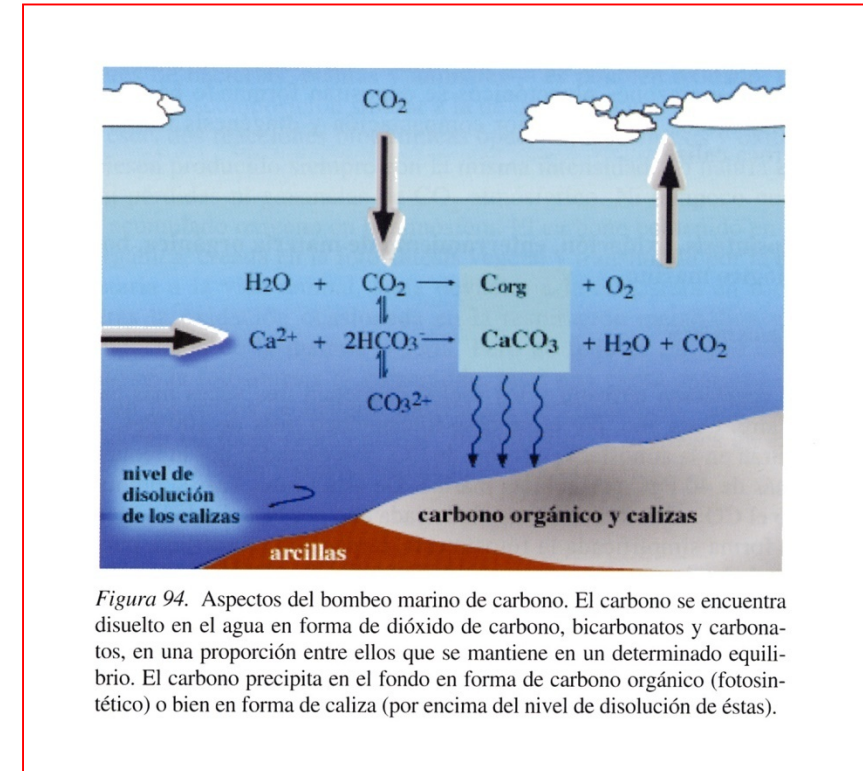


Figura 94. Aspectos del bombeo marino de carbono. El carbono se encuentra disuelto en el agua en forma de dióxido de carbono, bicarbonatos y carbonatos, en una proporción entre ellos que se mantiene en un determinado equilibrio. El carbono precipita en el fondo en forma de carbono orgánico (fotosintético) o bien en forma de caliza (por encima del nivel de disolución de éstas).

El ciclo natural del C: sumideros y almacenes

Los océanos son los sumideros de carbono más efectivos (el 48% de todo el C emitido por los humanos el los 2 últimos siglos ha sido absorbido). Algunas zonas, como el Mar del Norte, han sido particularmente activas en esta absorción (el 20% de todo el C emitido por la humanidad, un verdadero riñón de C). Si los océanos se calientan, disuelven menos CO_2 , disminuyendo su capacidad de almacenaje de este gas. Asimismo, un cambio en el equilibrio entre los carbonatos traídos por los ríos y el CO_2 disuelto en el mar, causaría una acidificación del medio marino, con cambios en la capacidad de disolver el CO_2 por parte del agua y en la actividad de los organismos constructores de esqueletos de carbonato cálcico. En consecuencia, se estima que hacia el final de este siglo, los océanos serán capaces de absorber un 10% menos que ahora: el riñón se deteriora.

Esta tendencia está ya en marcha.



El estudio del Cambio Climático, los organismos internacionales y de todos los niveles



La gran alarma mundial

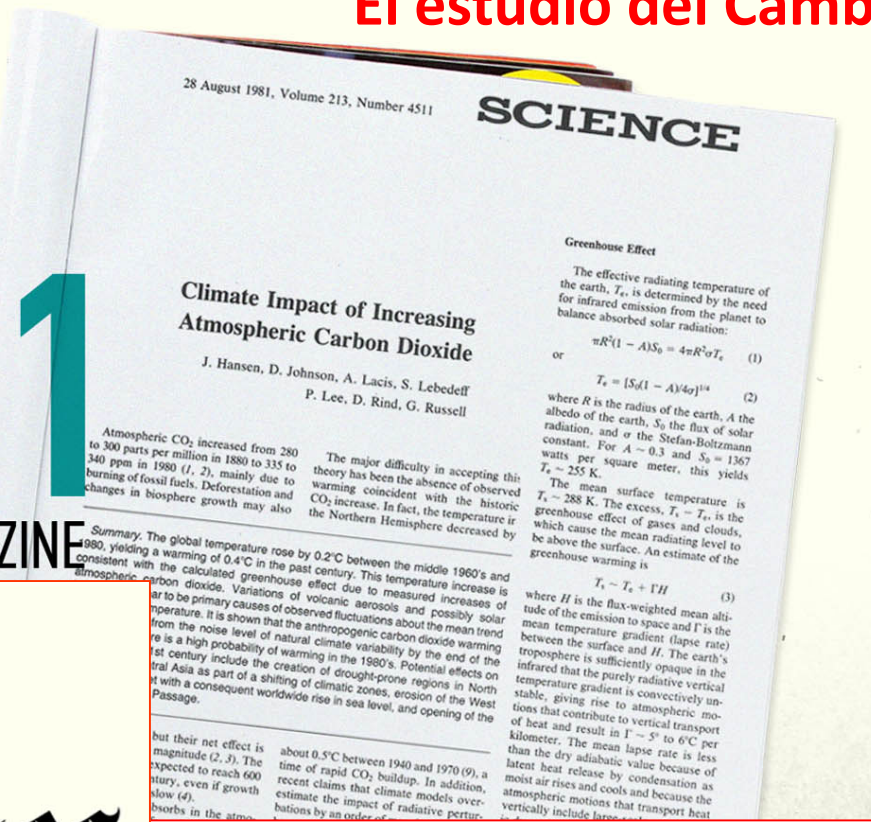
Desde el inicio de los 70, la com. científica va acumulando pruebas del CC y de sus causas humanas.

Crece el convencimiento de la participación humana a medida que aumentan las evidencias

A principios de los 80 se dio la voz de alarma (J. Hansen)

1981

SCIENCE MAGAZINE



The New York Times

STUDY FINDS WARMING TREND THAT COULD RAISE SEA LEVELS

By WALTER SULLIVAN (The New York Times); National Desk
August 22, 1981, Saturday

A team of Federal scientists says it has detected an overall warming trend in the earth's atmosphere extending back to the year 1880. They regard this as evidence of the validity of the "greenhouse" effect, in which increasing amounts of carbon dioxide cause steady temperature increases. The seven atmospheric scientists predict a global warming of "almost unprecedented magnitude" in the next century. It might even be sufficient to melt and dislodge the ice cover of West Antarctica, they say, eventually

Algunos hitos y organismos

Naciones Unidas y Organización Meteorológica Mundial: creación del **IPCC**, 1988
<http://www.ipcc.ch/>

Naciones Unidas, Convenio Marco sobre Cambio Climático, 1992

Protocolo de Kioto, 1997

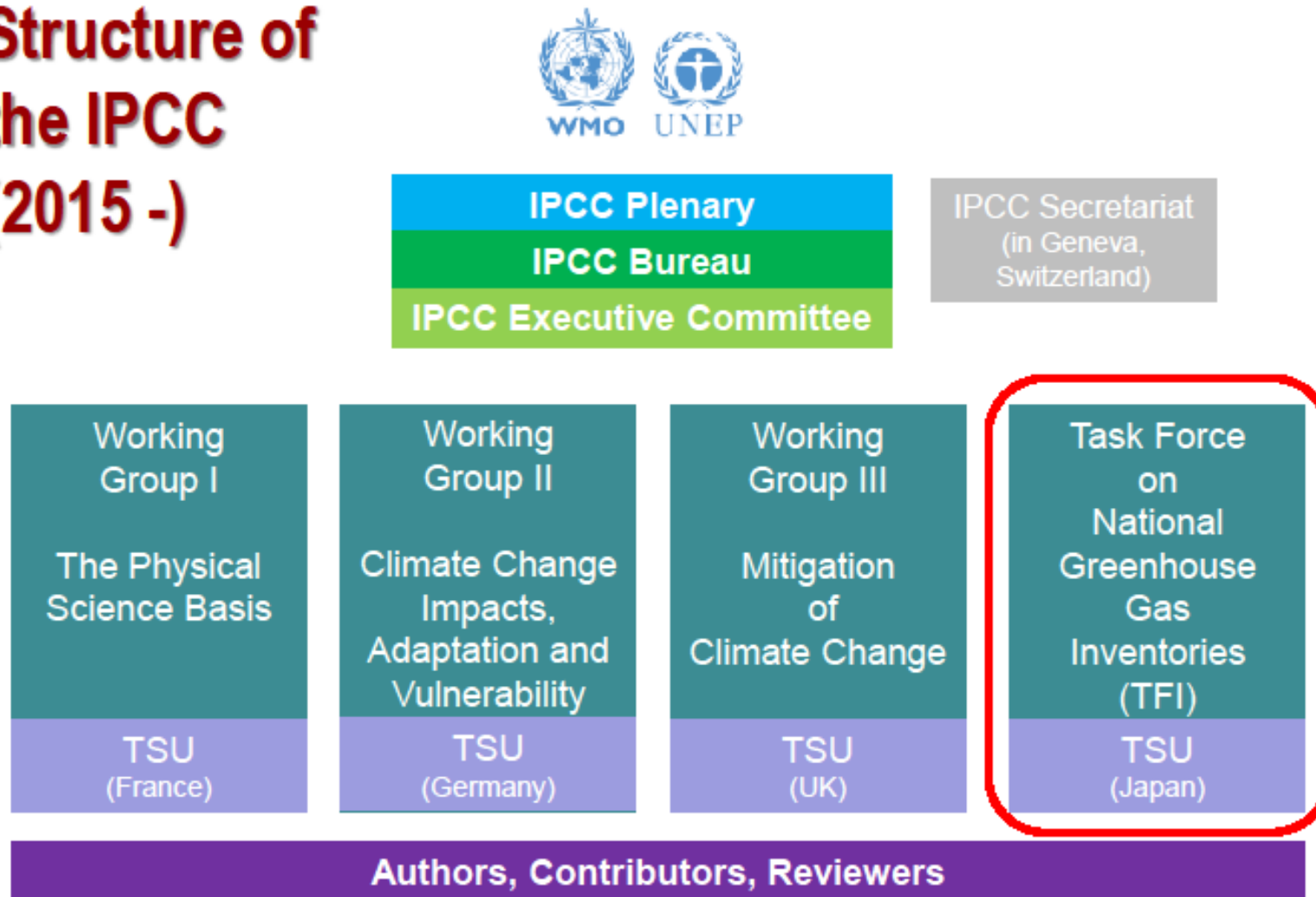
España y la UE ratifican el Protocolo de Kioto, 2002

Oficina Española de cambio Climático

<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/organismos-e-instituciones-implicados-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-a-nivel-nacional/oficina-espanola-en-cambio-climatico/>

El organigrama del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático **IPCC**

Structure of the IPCC (2015 -)

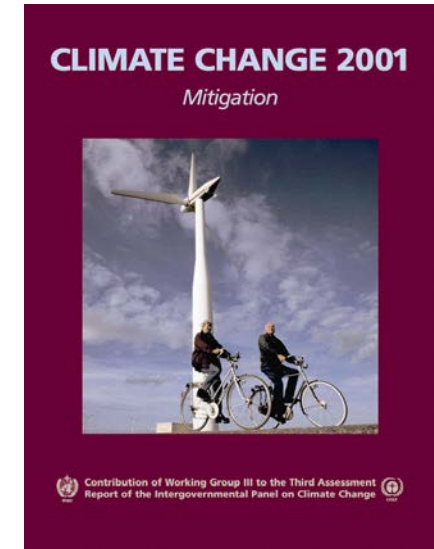


Acerca del IPCC

Intergovernmental Panel for Climate Change

- Se fundó en 1988 por la UNEP (United Nations Environmental Program) y WMO (World Meteorological Organisation)
- No hace ni investigación, ni seguimiento, ni recomendaciones
- Sólo valora la literatura científica **revisada por pares**
- Los autores son **academicos y expertos procedentes de la industria y de ONGs** participan casi 4 mil científicos de los países de las NU y del WMO
- Las revisiones, constantemente actualizadas, se hacen por expertos independientes y de los **Gobiernos**
- Los informes son relevantes políticamente, pero **no** prescriptivos (Hasta ahora 5 informes y se está produciendo el 6º)
- Los informes completos y los resúmenes técnicos son **aceptados sin cambios por los gobiernos**
- Se elabora un resumen para políticos: **aprobación gubernamental**

El estudio del Cambio Climático



IPCC 6th report

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change 2021 The Physical Science Basis



WGI

Working Group I contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change



Definiciones

Escenario

Un escenario es una descripción coherente, internamente consistente de un posible estado futuro del mundo. No es una predicción sino que cada escenario es una imagen alternativa de cómo puede devenir el mundo. El elemento básico para un escenario puede proceder de una proyección, aunque los escenarios requieren información adicional (v. gr. condiciones de base de partida). Un conjunto de escenarios viene a representar lo mejor posible el rango de incertidumbres en las proyecciones. Se ha sugerido que de poder asignar probabilidades a este rango entonces debería acuñarse un nuevo término, intermedio entre escenario y pronóstico.

Línea base de referencia/referencia

Los datos de la línea base o de referencia por comparación a la cual se establecen las comparaciones de medida. Puede ser la línea base actual, en cuyo caso representa las condiciones actuales, medibles, de hoy día, o puede usarse una referencia futura.

Definiciones

Proyección

IPCC lo usa en dos sentidos. En general, una **proyección es una descripción del futuro y del camino por el que se llegará a él**. Una interpretación más específica se refiere a "proyección climática" par referirse a estimaciones del clima futuro basadas en modelos.

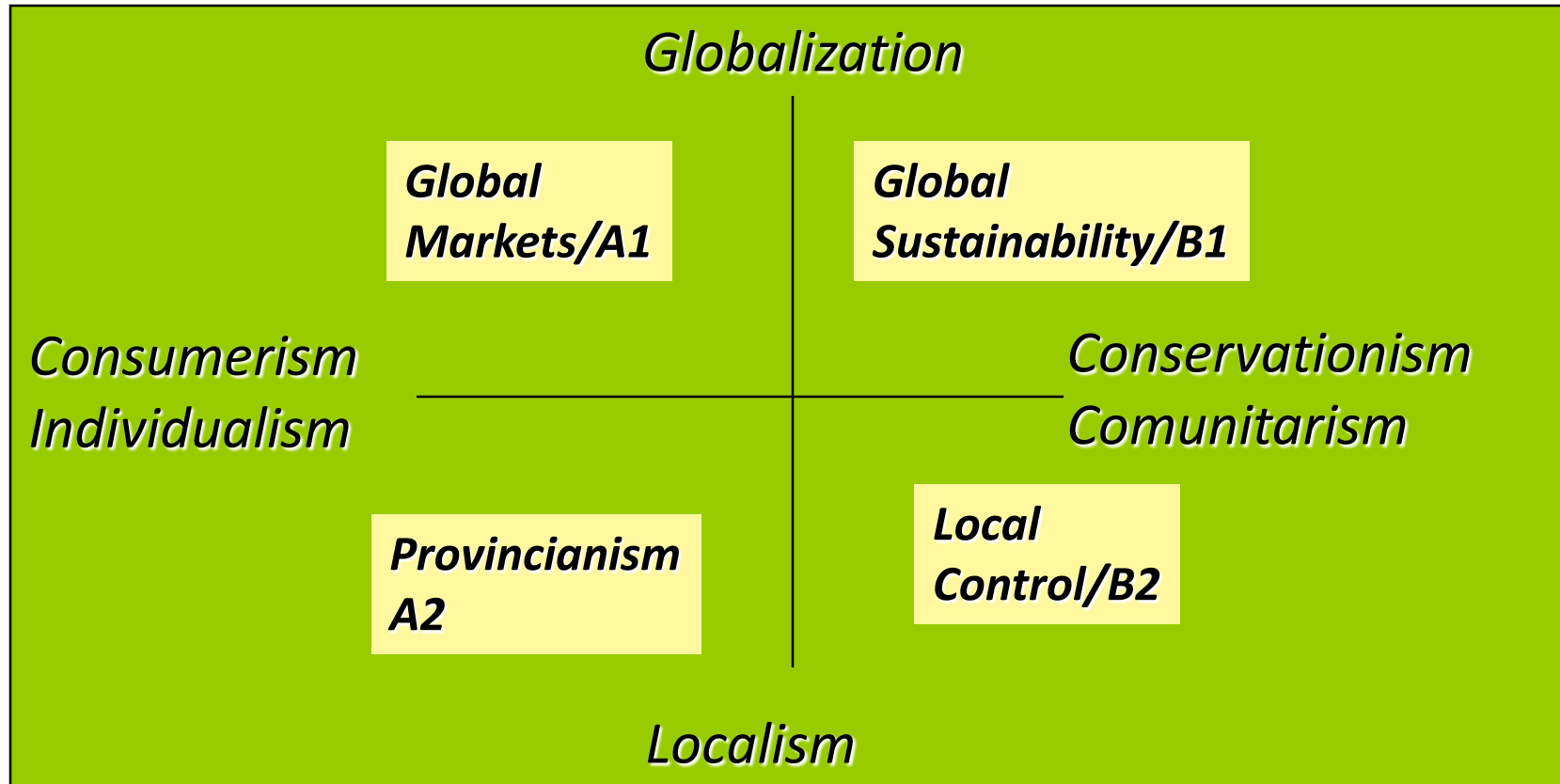
Predicción/pronóstico

Cuando una proyección es ponderada como "muy probable" entonces deviene en predicción o pronóstico. Una predicción se obtiene cuando se usan salidas de modelos que permiten establecer algún nivel de confianza sobre el pronóstico.

Escala de Probabilidad. Terminología usada en el Informe sobre la probabilidad de que suceda el fenómeno indicado en la las proyecciones	
<i>Virtualmente cierto</i>	<i>> 99% de probabilidad</i>
<i>Muy probable</i>	<i>> 90% de probabilidad</i>
<i>Probable</i>	<i>> 66% de probabilidad</i>
<i>Tan probable como no</i>	<i>del 33 al 66% de probabilidad</i>
<i>Improbable</i>	<i>< 33% de probabilidad</i>
<i>Muy improbable</i>	<i>< 10% de probabilidad</i>
<i>Excepcionalmente improbable</i>	<i>< 1% de probabilidad</i>

Proyecciones hacia el futuro

Escenarios básicos IPCC SRES



Nakicenovic et al. (2000)

Proyecciones hacia el futuro

A1 Scenarios

The A1 scenario family is characterized by:

An affluent world, with a rapid demographic transition (declining mortality and fertility rates) and an increasing degree of international development equity.

Very high productivity and economic growth in all regions, with a considerable catch-up of developing countries.

Comparatively high energy and materials demands, moderated however by continuous structural change and the diffusion of more efficient technologies, consistent with the high productivity growth and capital turnover rates of the scenario.

The first group of A1 scenarios, which includes the **A1B** marker, assumes "balanced" progress across all resources and technologies from energy supply to end use, as well as "balanced" land-use changes. Three other groups of A1 scenarios were identified which describe three alternative pathways according to different resource and technology development assumptions:

A1C: "clean coal" technologies that are generally environmentally friendly with the exception of GHG emissions.

A1G: an "oil- and gas-rich" future, with a swift transition from conventional resources to abundant unconventional resources including methane clathrates.

A1T: a "non-fossil" future, with rapid development of solar and nuclear technologies on the supply side and mini-turbines and fuel cells used in energy end-use applications.

A2 Scenarios

The A2 marker scenario is based on the following assumptions:

- * Relatively slow demographic transition and relatively slow convergence in regional fertility patterns.
- * Relatively slow convergence in inter-regional GDP per capita differences.
- * Relatively slow end-use and supply-side energy efficiency improvements (compared to other storylines).
- * Delayed development of renewable energy.
- * No barriers to the use of nuclear energy.

B1 Scenarios

The B1 marker scenario illustrates the possible emissions implications of a scenario in which the world chooses consistently and effectively a development path that favors efficiency of resource use and "dematerialization" of economic activities. The scenario entails in particular:

- * Rapid demographic transition driven by rapid social development, including education.
- * High economic growth in all regions, with significant catch-up in the presently less-developed regions that leads to a substantial reduction in present income disparities.
- * Comparatively small increase in energy demand because of dematerialization of economic activities, saturation of material- and energy-intensive activities (e.g., car ownership), and effective innovation and implementation of measures to improve energy efficiency.
- * Timely and effective development of non-fossil energy supply options in response to the desire for a clean local and regional environment and to the gradual depletion of conventional oil and gas supplies.

Proyecciones hacia el futuro

B2 Scenarios

The B2 future, compared to the other storylines (A1 and B1), unfolds with more gradual changes and less extreme developments in all respects, including geopolitics, demographics, productivity growth, technological dynamics, and other salient scenario characteristics. A more fragmented pattern of future development (not that different from present trends) precludes any particularly strong convergence tendencies in the scenario quantification. It assumes effective policies in solving local and regional problems such as traffic congestion, local air pollution, and acid rain impacts.

Escenarios básicos IPCC

Representative Concentration Pathways **RPCs**

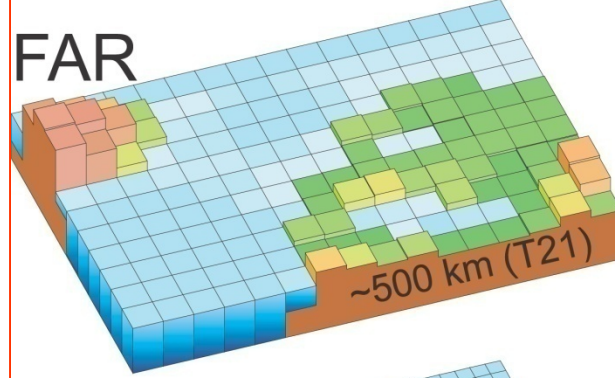
Nombre	Forzamiento radiativo en 2100	Concentración CO₂ equiv. (ppm) en 2100	Tendencia
RCP 8.5	> 8,5 Wm ⁻²	> 1370	Incremento continuado
RCP 6.0	> 6,0 Wm ⁻² y estabilización	850	Estabilización sin superar el límite
RCP 4.5	> 4,5 Wm ⁻² y estabilización	650	Estabilización sin superar el límite
RCP 2.6	Pico de 3,0 Wm ⁻² antes de 2100 y luego declive	Pico en 490 antes de 2100 y luego declive	Pico y declive

RPC 2.6 pretende simular el objetivo de no superar los 2º C de incremento en relación a la era preindustrial

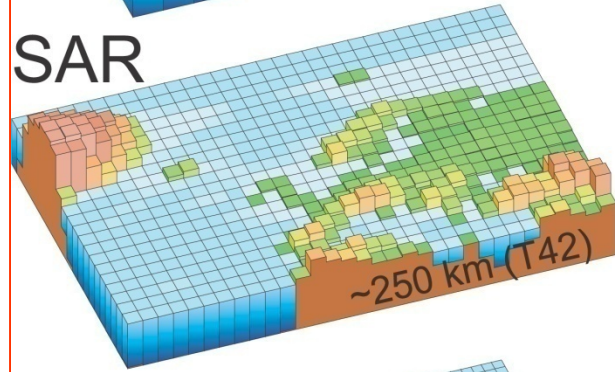
Modelos GCM (General Circulation Model) usados

- CGCM 1 (Canadá)
- CSIRO-Mk2b (Australia)
- ECHAM4 (Alemania)
- GFDL-R15 (USA)
- HadCM2 (Reino Unido)
- CSSR/NIES (Japón)

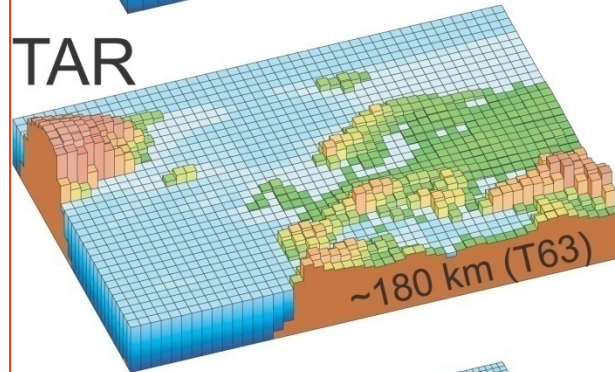
FAR



SAR



TAR



AR4

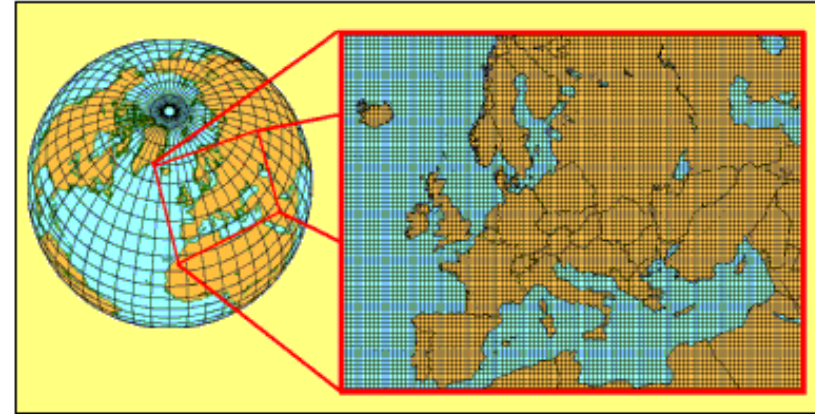
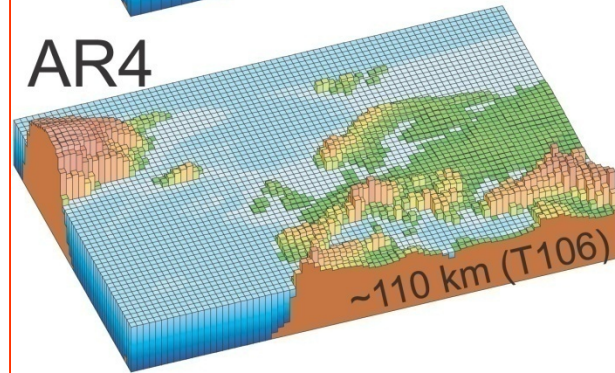
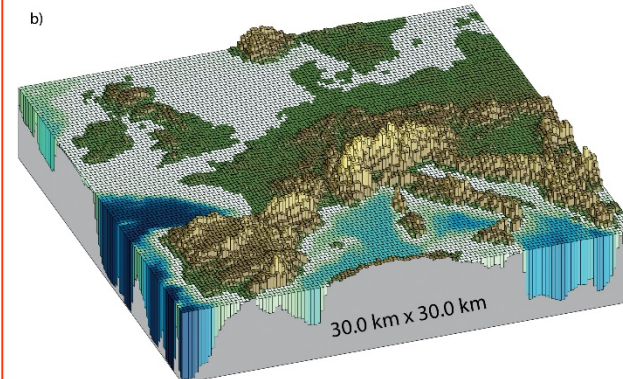
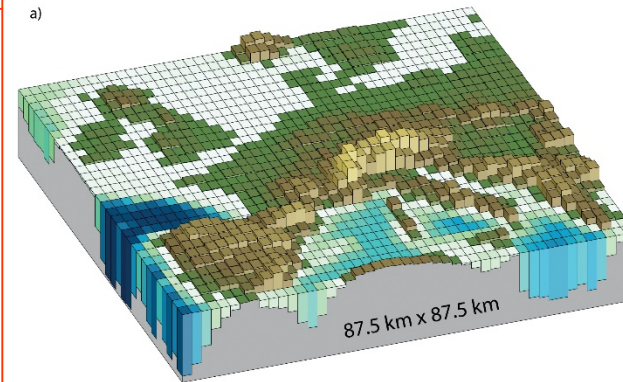


Figura 9. Ejemplo del dominio de aplicación de un RCM sobre Europa con una rejilla de 50 km. La técnica de anidamiento ("nesting") consiste en proporcionar al RCM información de la evolución de las variables atmosféricas en los puntos del contorno del dominio. Dicha información se obtiene previamente de la simulación con un AOGCM que utiliza una rejilla con resolución más baja (celdillas con mayor tamaño)

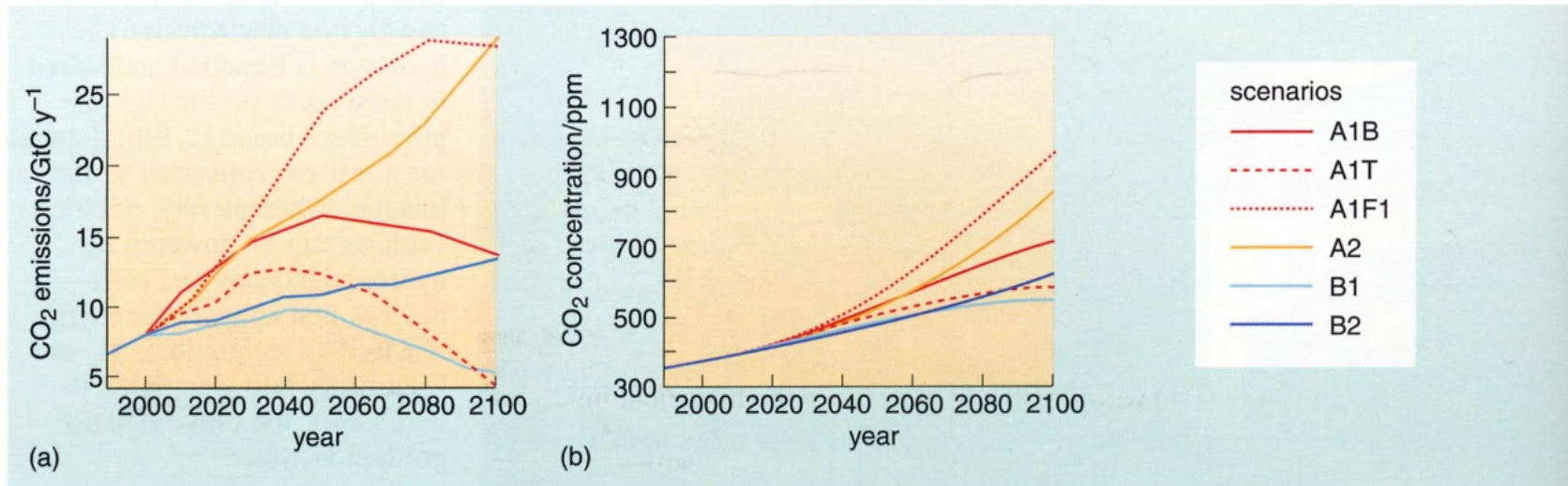


Incremento de la precisión geográfica en las sucesivas aproximaciones, las mallas son cada vez más finas

Proyecciones hacia el futuro

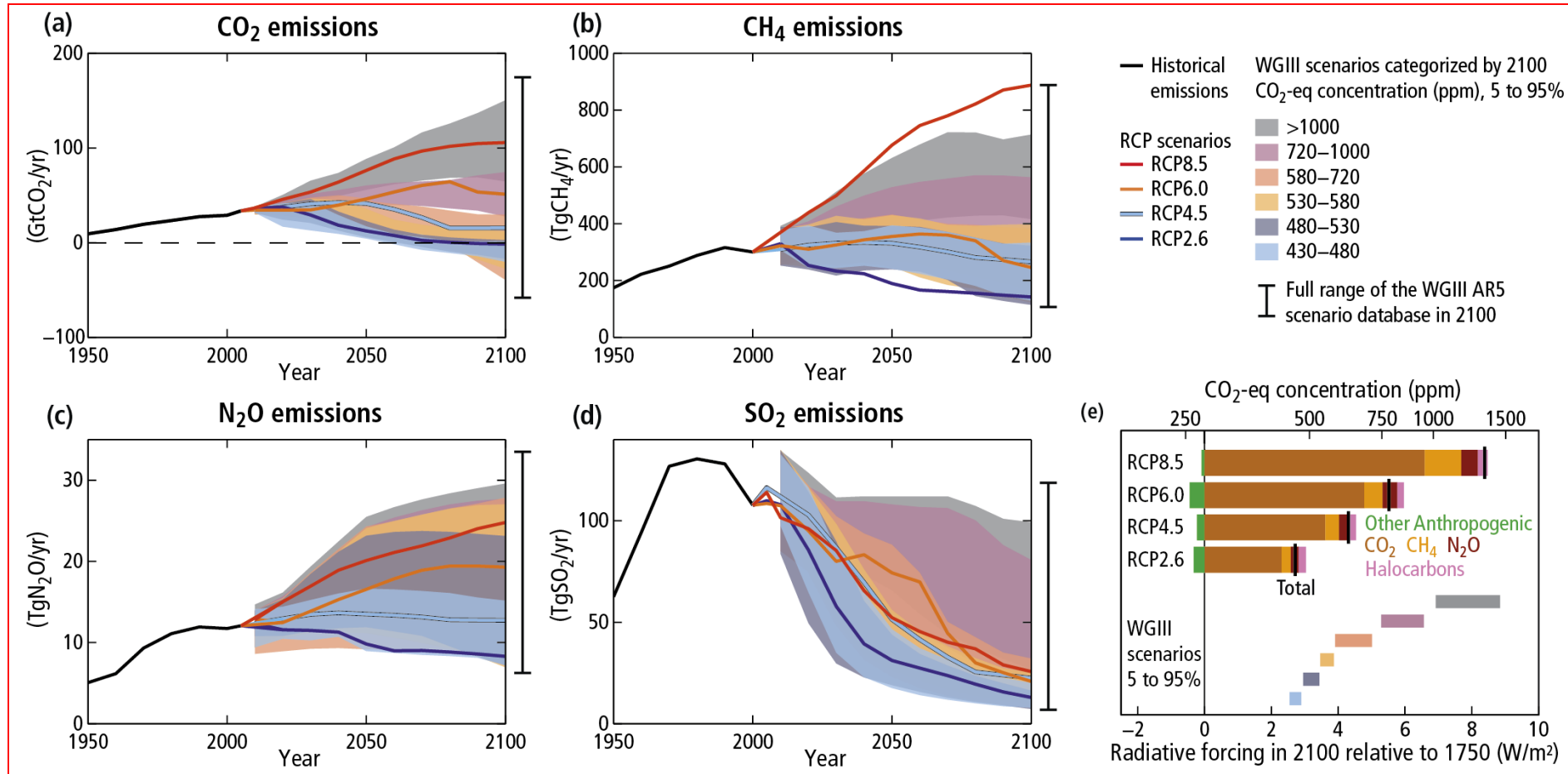
Emisiones de GEF

Figure 5.16 Possible 'business as usual' futures: changes in (a) CO₂ emissions (from fossil fuels and changing land use), and (b) the atmospheric concentration of CO₂ during the 21st century, based on the scenarios in Box 5.3.



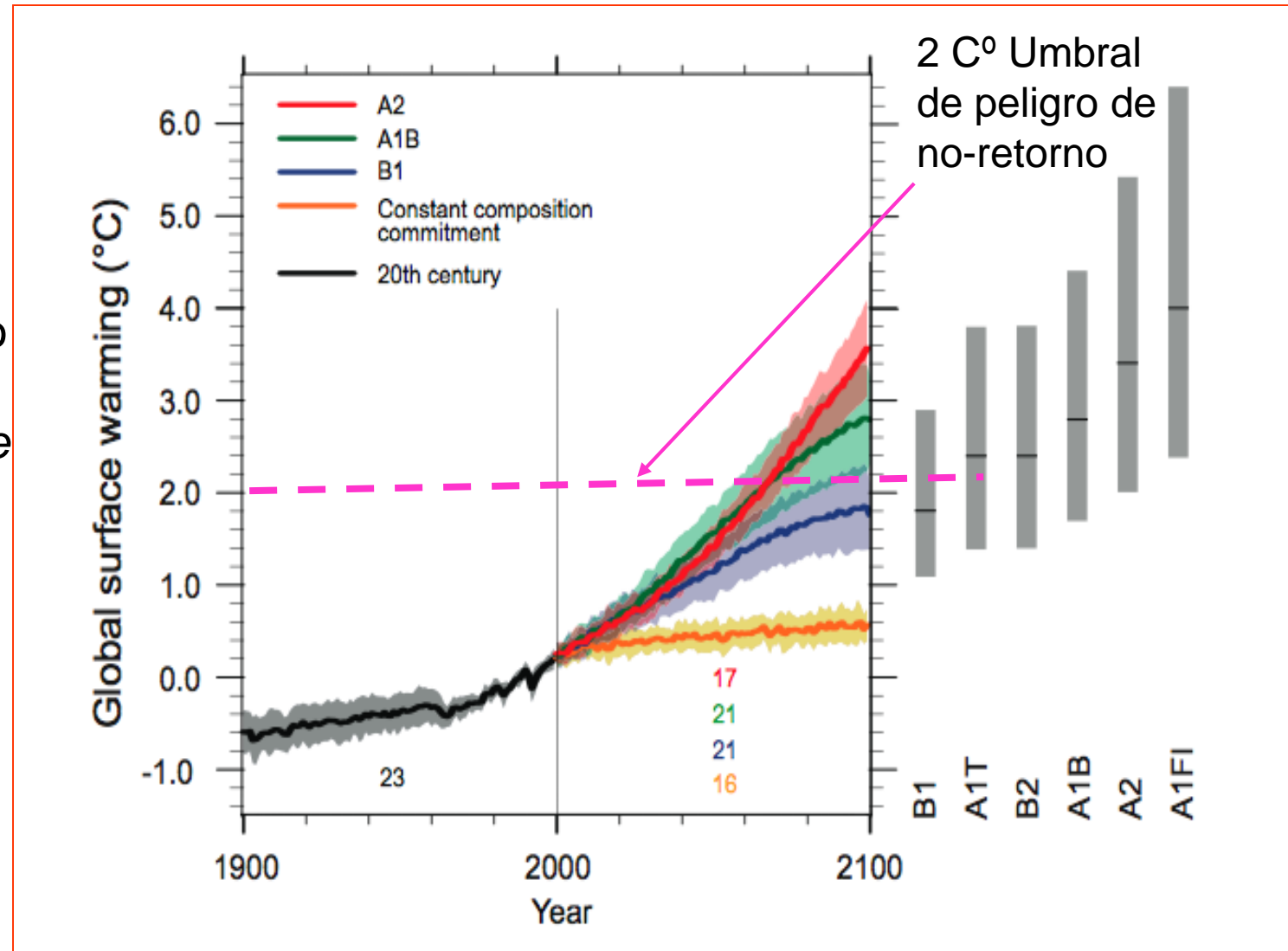
Proyecciones hacia el futuro

Emisiones de GEF según escenarios RCP



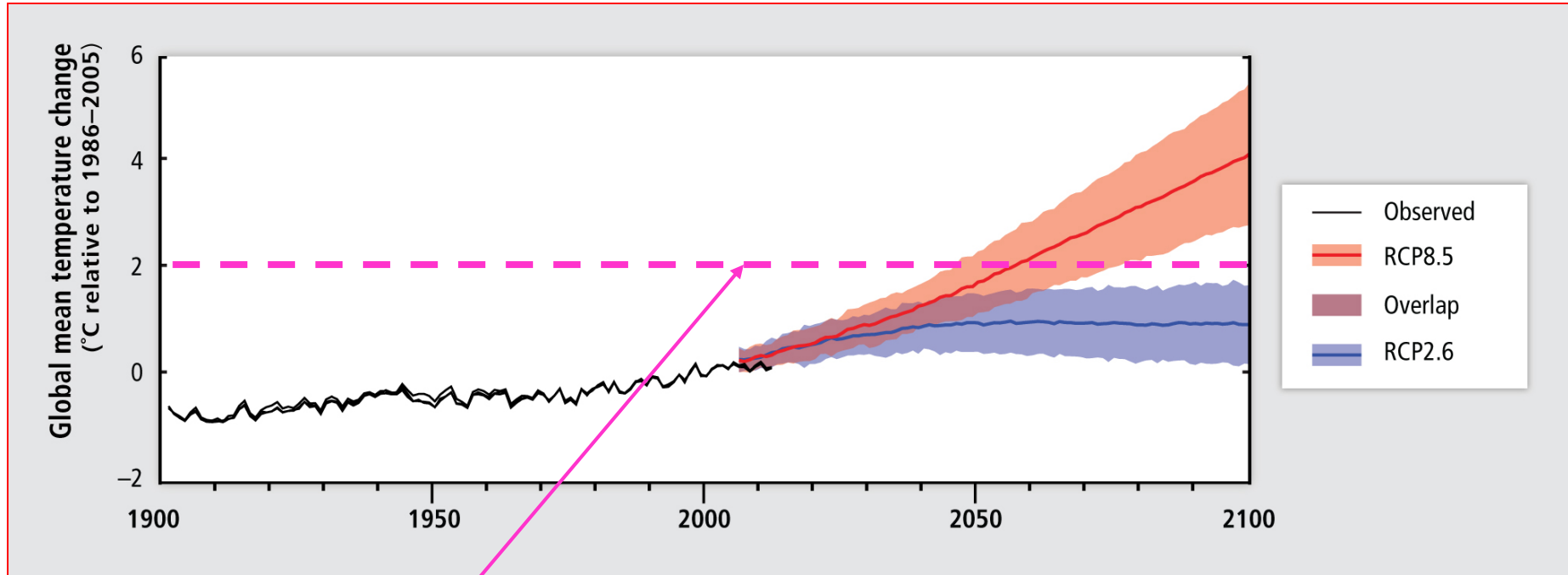
Elevación de las temperaturas

La mejor estimación para un escenario bajo (B1) es 1.8°C (el intervalo *probable* es de 1.1°C a 2.9°C), y para un escenario alto (A1FI) es 4.0°C (el intervalo *probable* es de 2.4°C a 6.4°C).



Proyecciones hacia el futuro

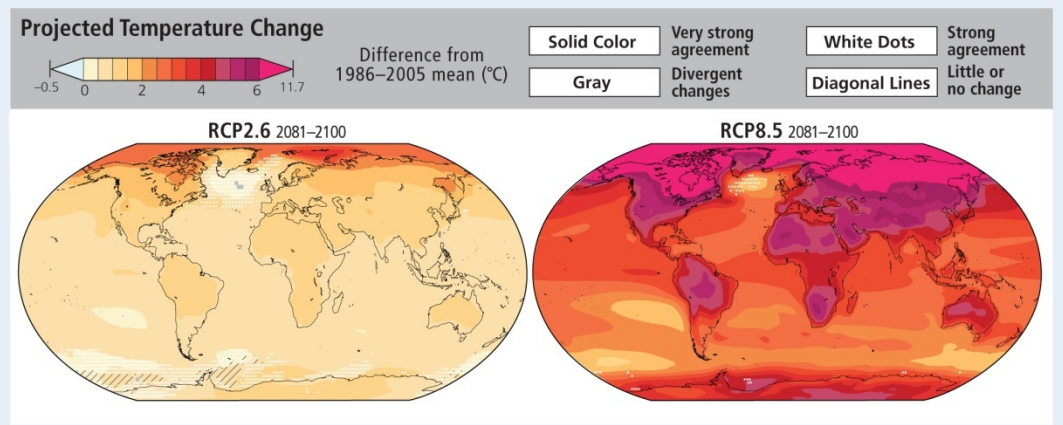
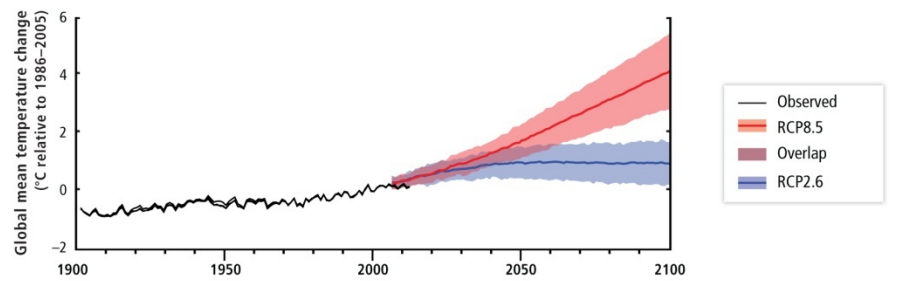
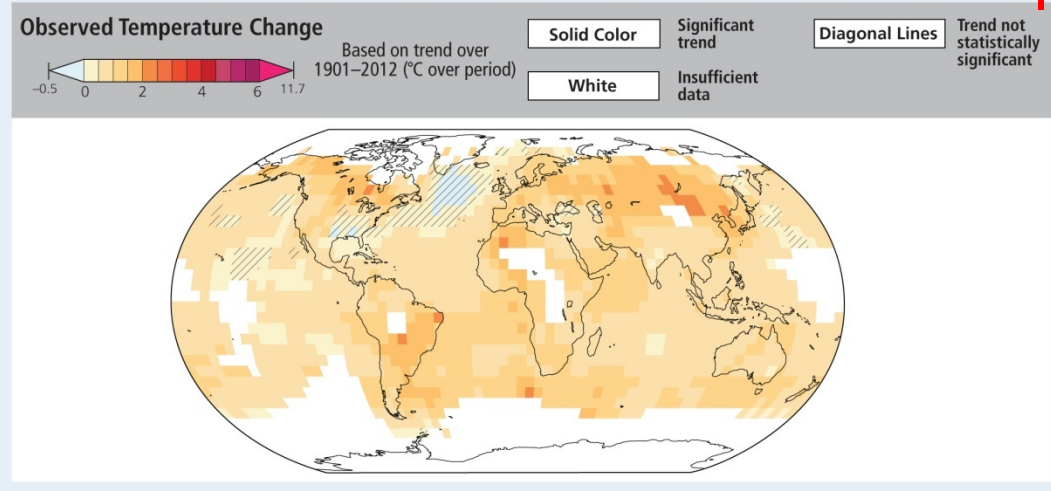
Incremento de la media global de temperatura



2 C° Umbral de peligro de no-retorno

Proyecciones hacia el futuro

(A)



Comparación del cambio ya observado con el proyectado en temperatura

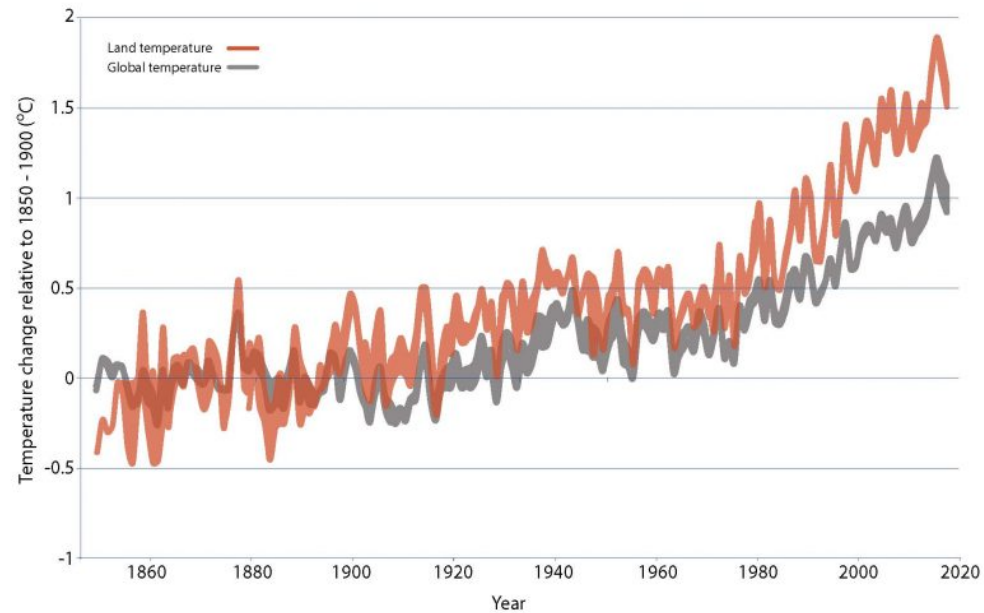
Proyecciones hacia el futuro

Acerca de la proyección sobre las **temperaturas** distribuidas geográficamente a lo largo del s. XXI se espera que el calentamiento sea

✿ **mayor** sobre tierra y máxima en las latitudes altas en el hemisf. Norte y

✿ **menor** sobre los océanos Antártico y partes del Atlántico Norte.

Se viene calentando más la tierra que el mar



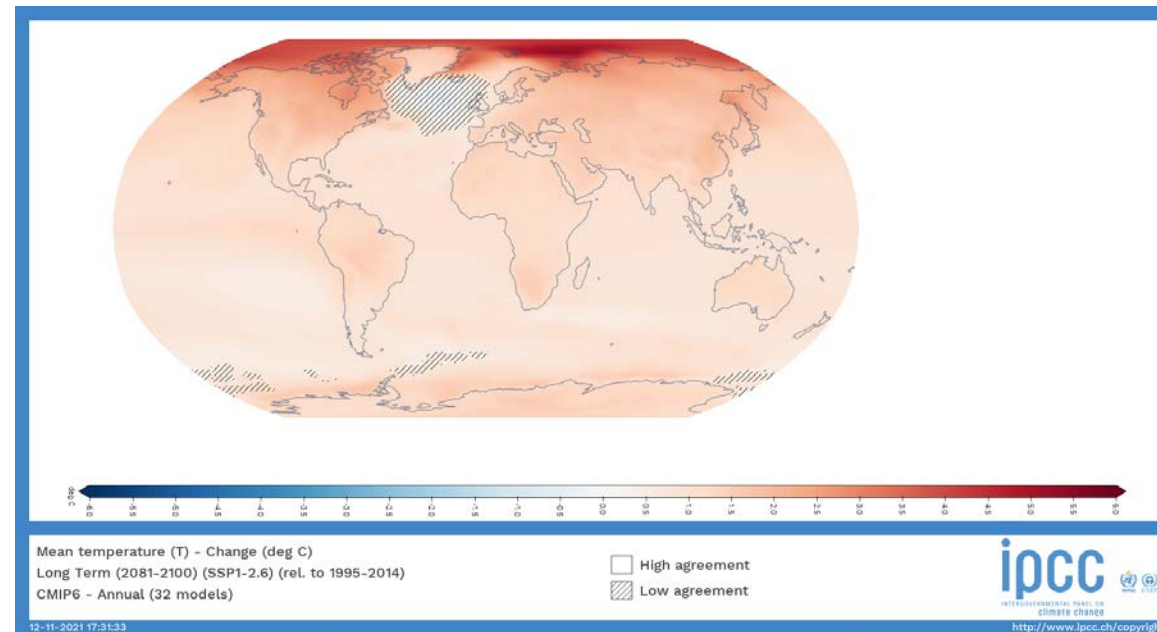
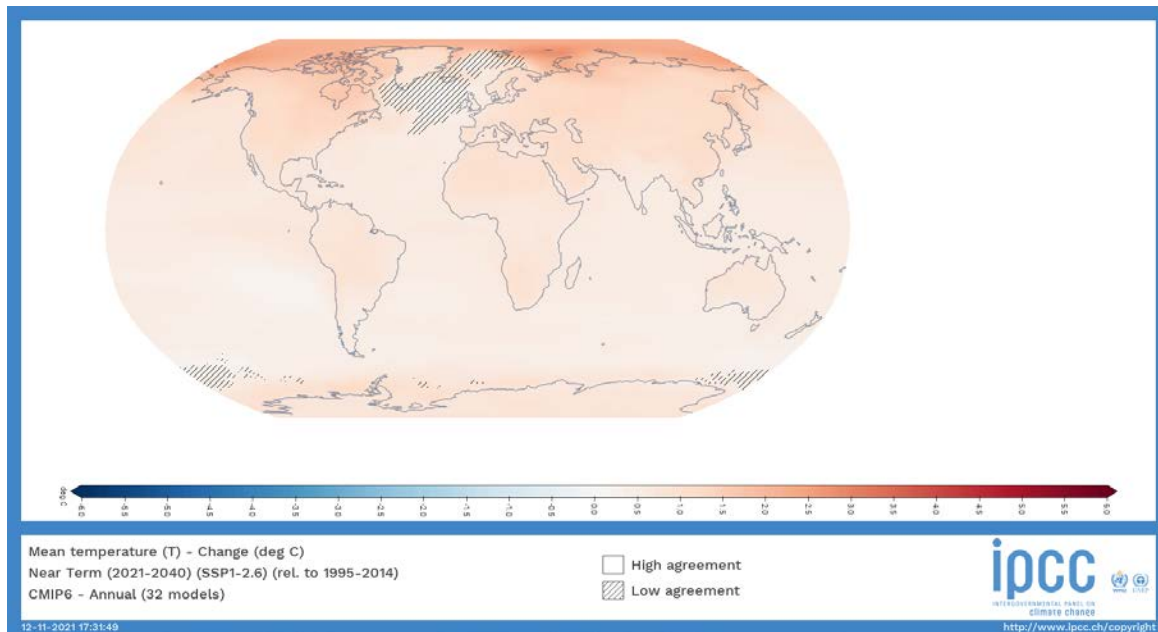
TEMPERATURAS

2021-2040

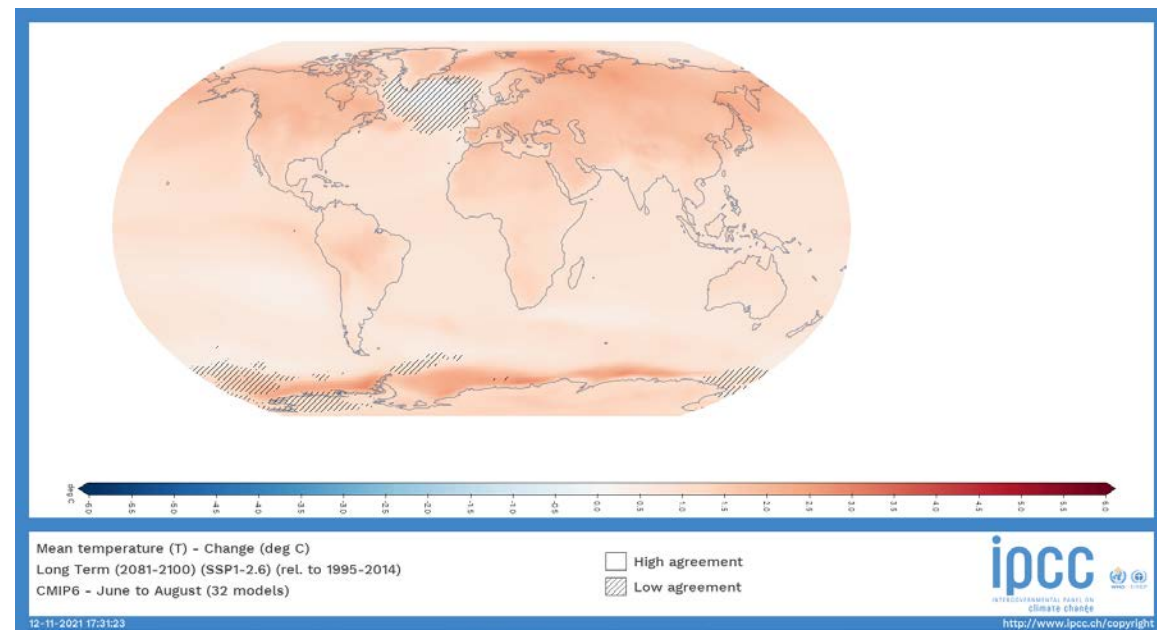
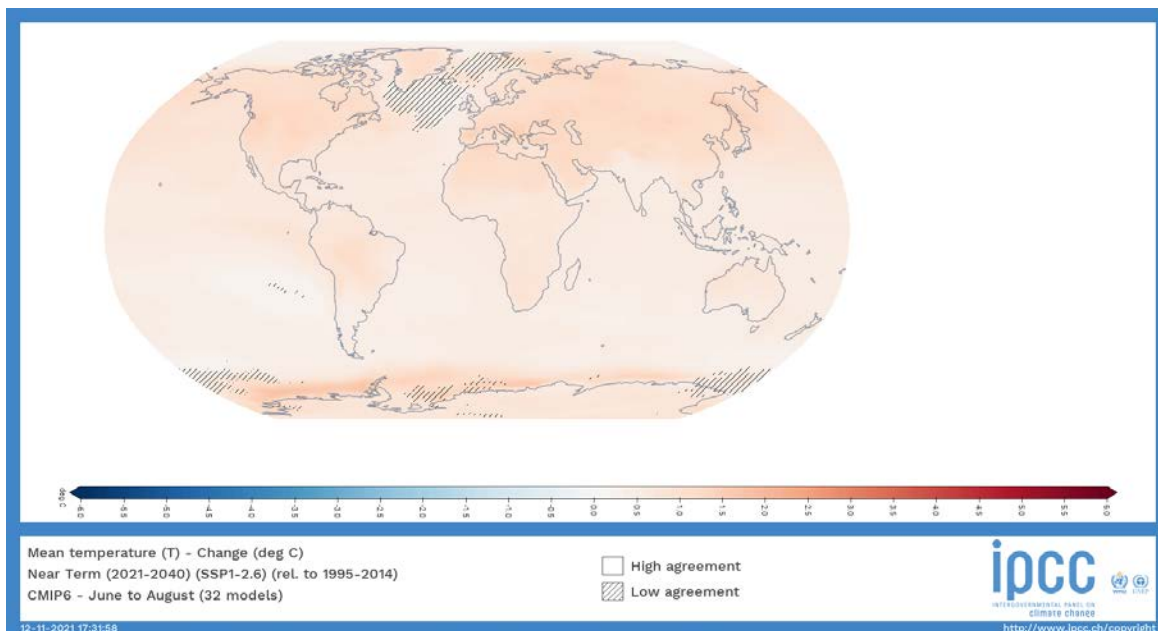
SSP1-2.6

2081-2100

Anual



Verano



TEMPERATURAS

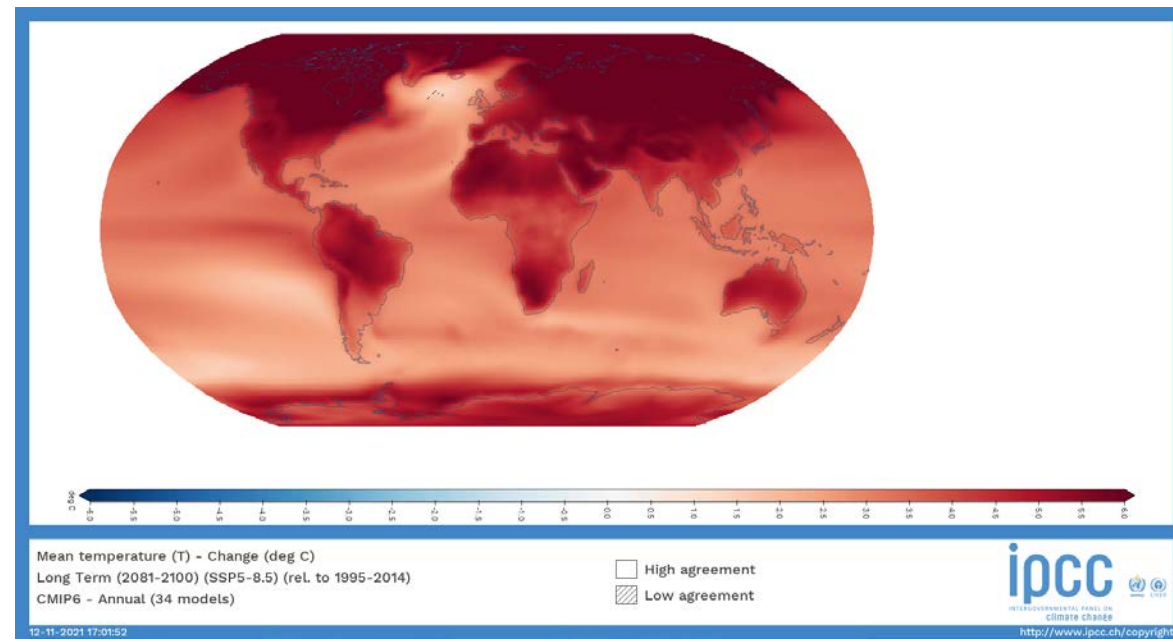
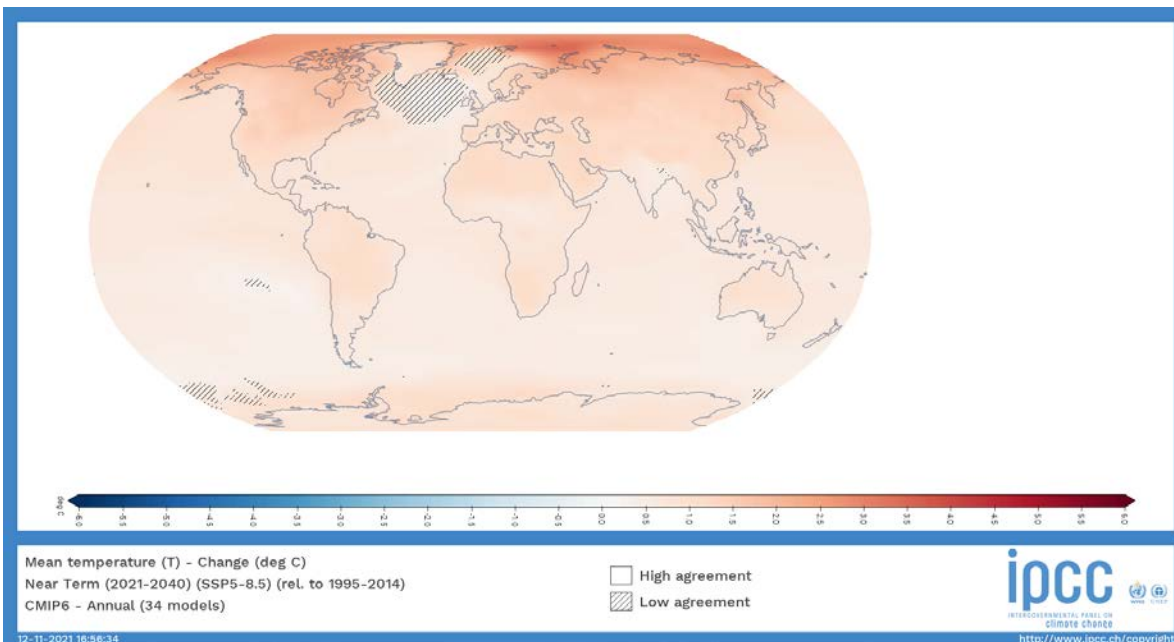
2021-2040

SSP5-8.5

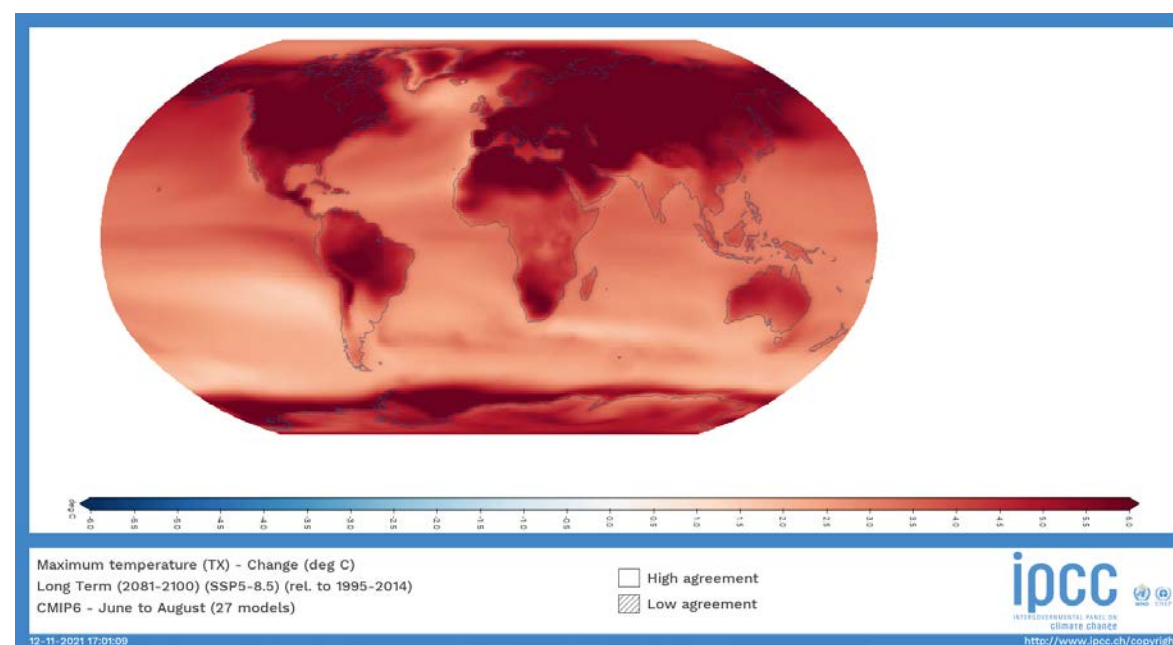
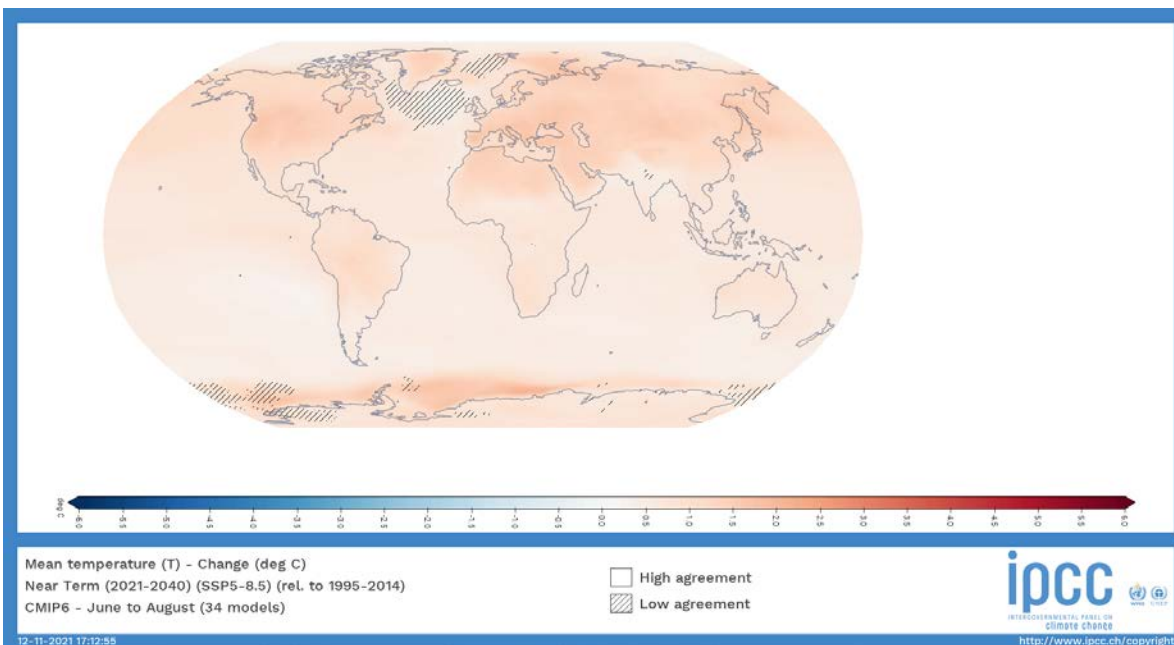
Proyecciones hacia el futuro

2081-2100

Anual



Verano



TEMPERATURAS MÁXIMAS

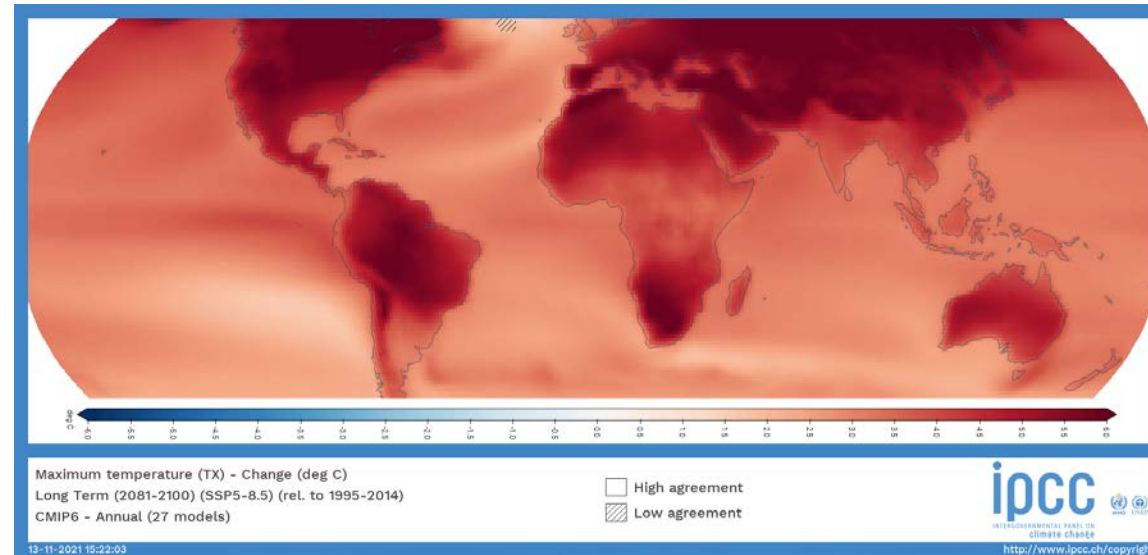
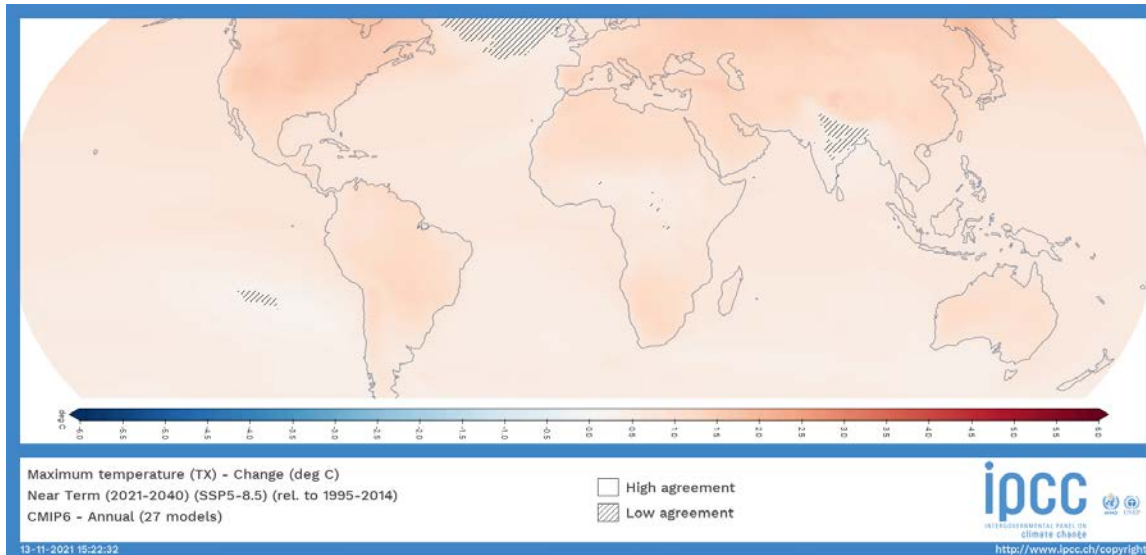
2021-2040

SSP5-8.5

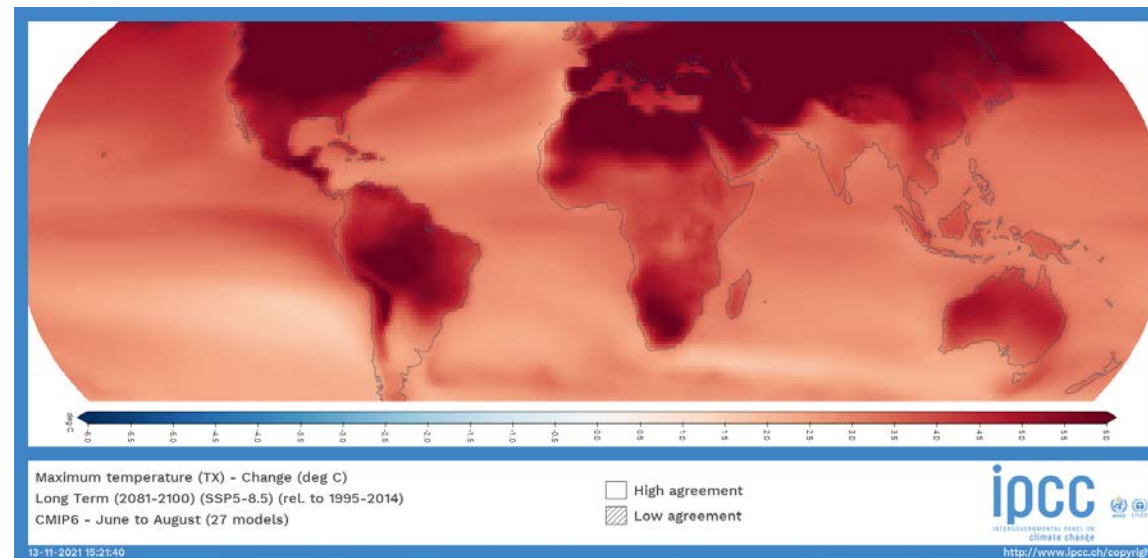
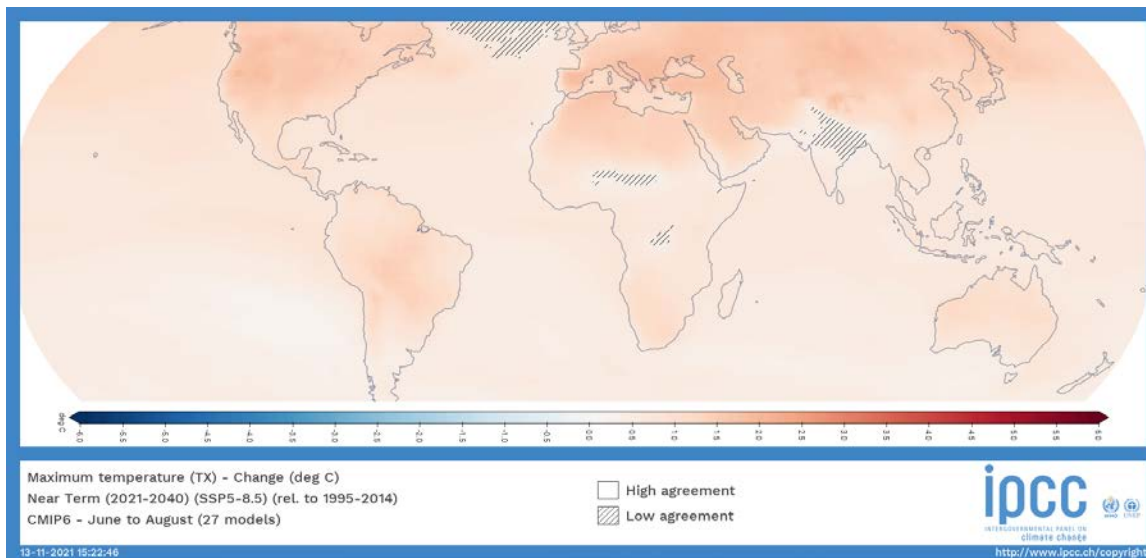
Proyecciones hacia el futuro

2081-2100

Anual



Verano



Precipitaciones

Proyecciones hacia el futuro

- ✿ La precipitación aumenta *muy probablemente* en las latitudes altas y ecuatoriales
- ✿ Y disminuye *probablemente* en la mayoría de las regiones subtropicales

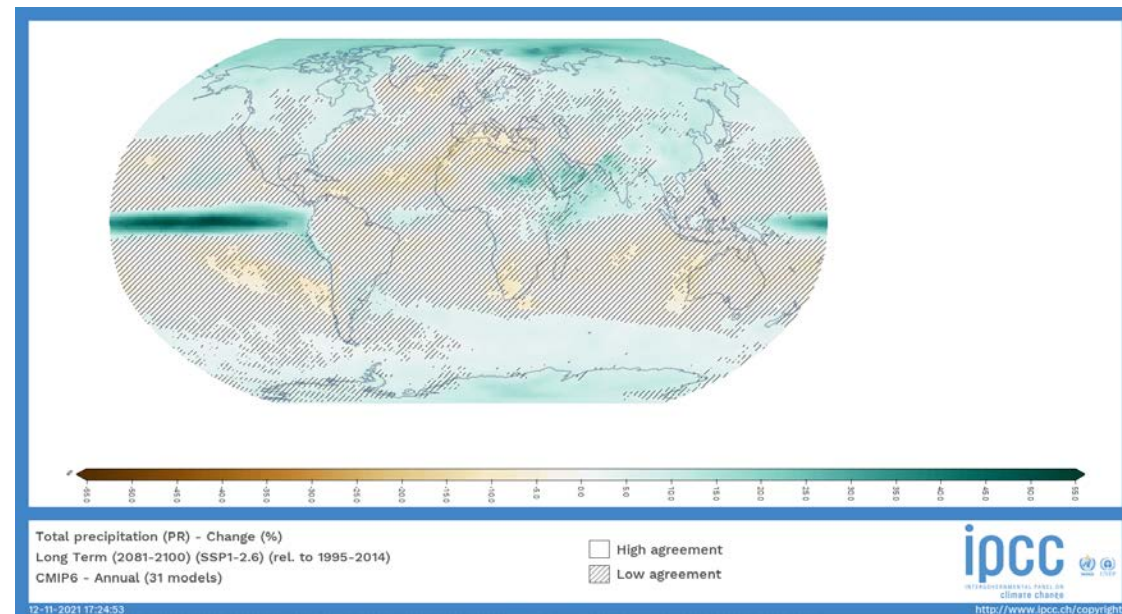
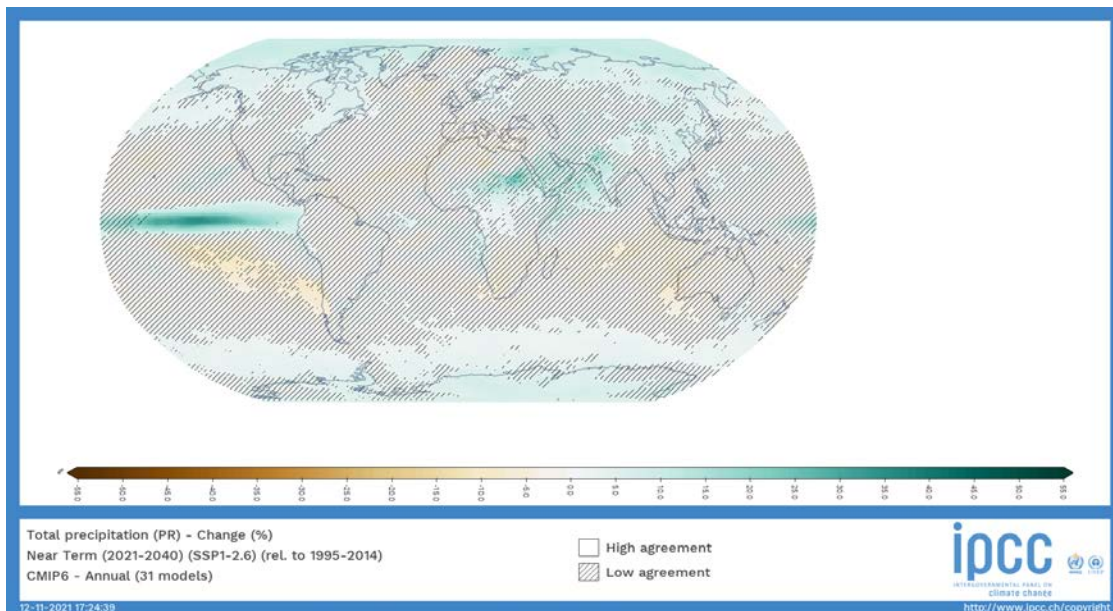
PRECIPITACIONES

2021-2040

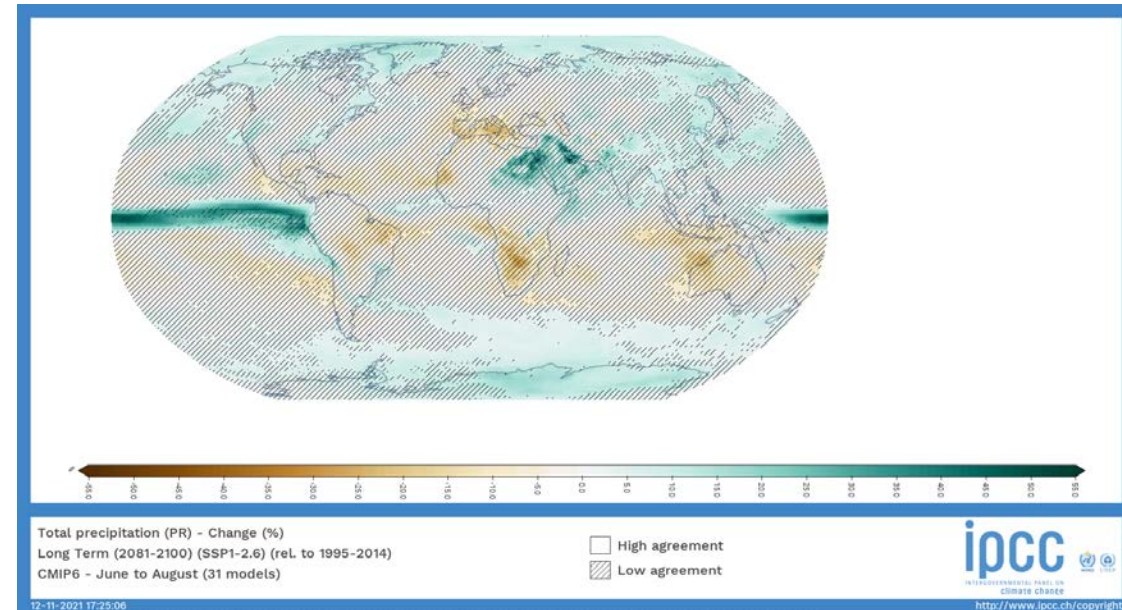
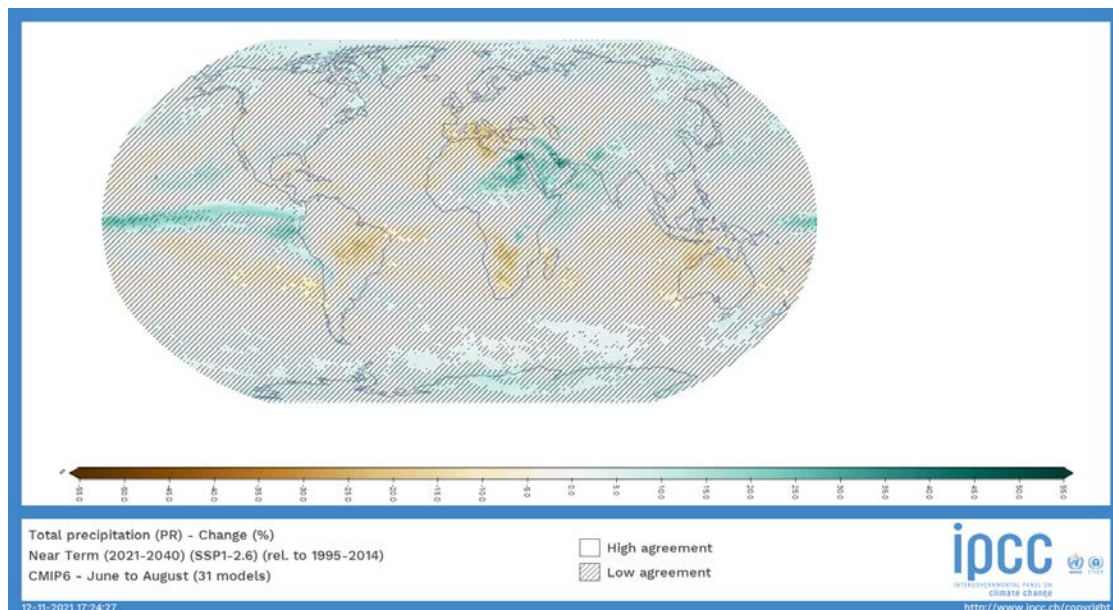
SSP1-2.6

Proyecciones hacia el futuro 2081-2100

Anual



Verano



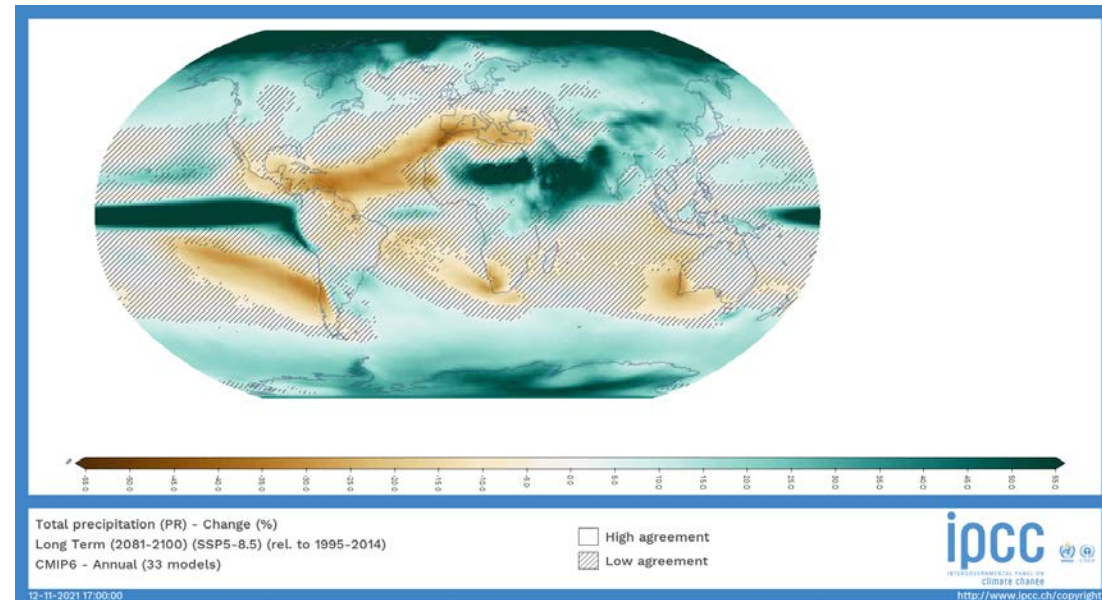
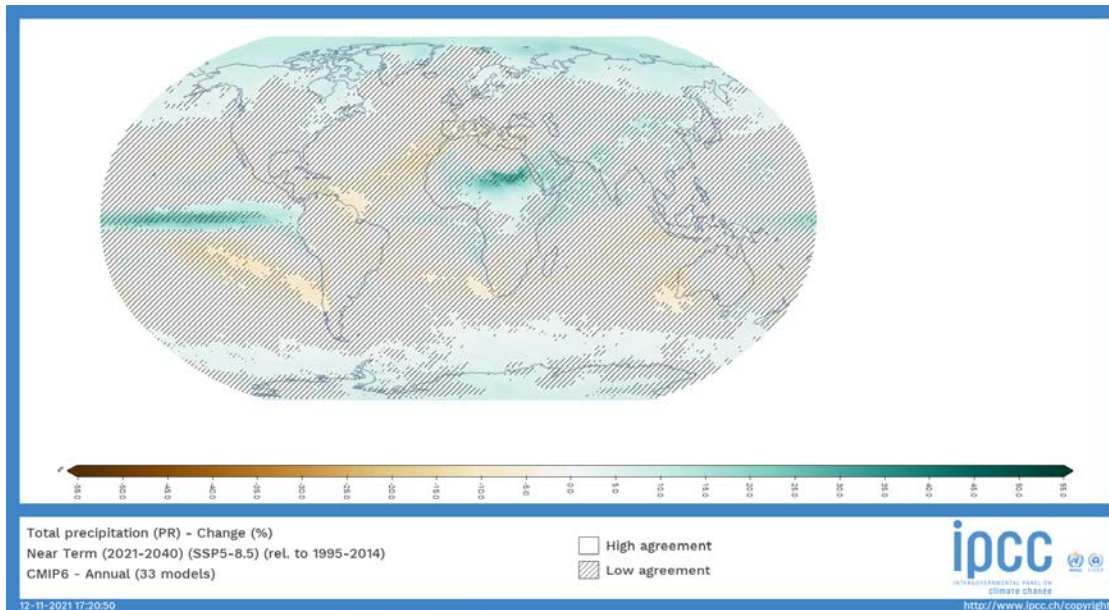
PRECIPITACIONES

2021-2040

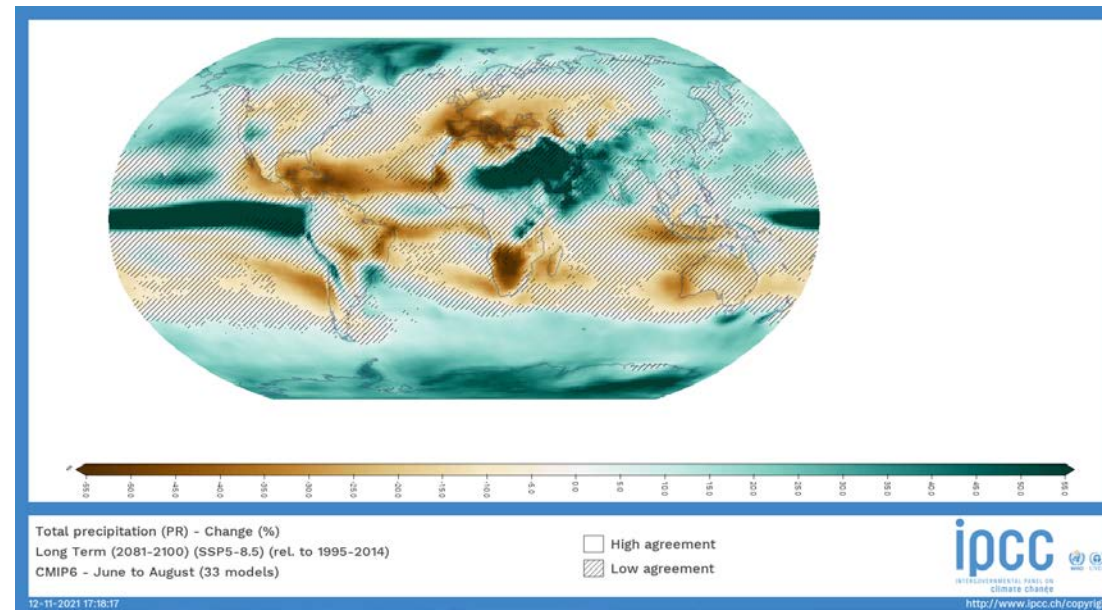
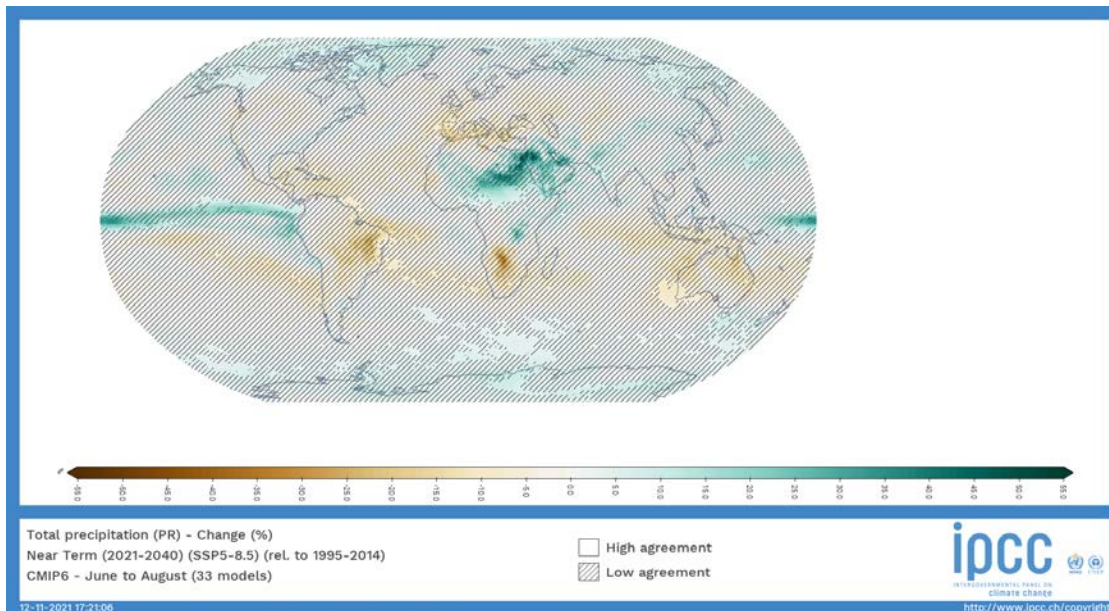
SSP5-8.5

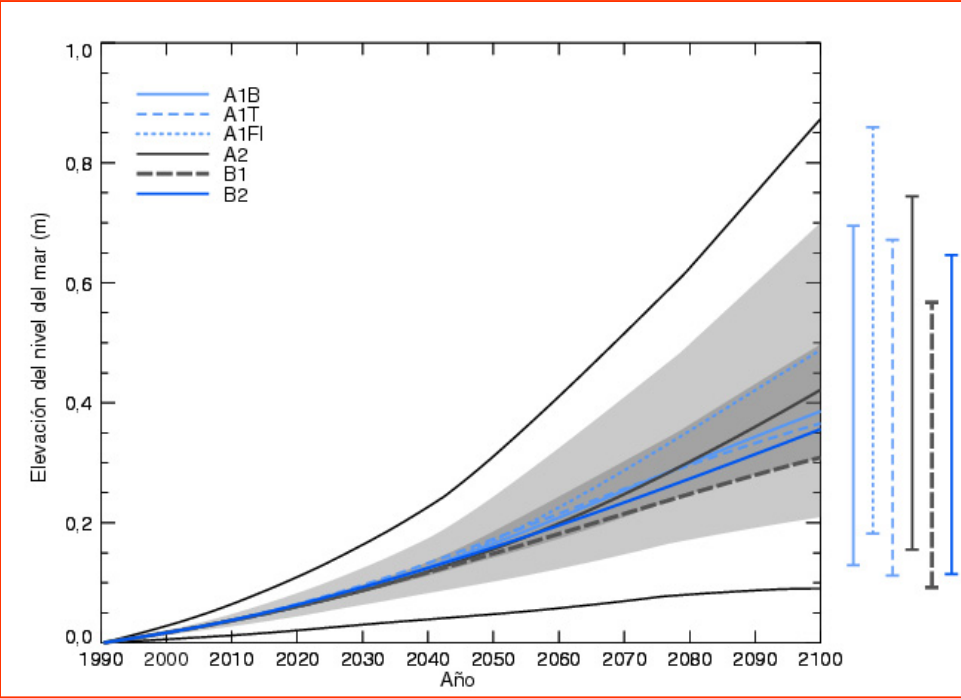
Proyecciones hacia el futuro 2081-2100

Anual



Verano





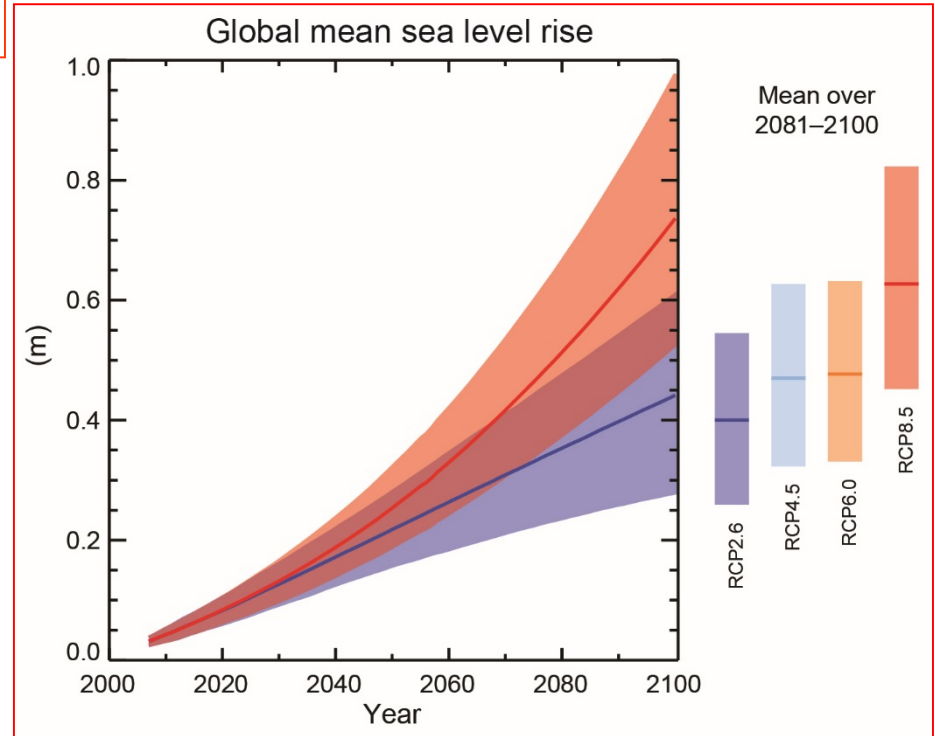
Escenarios SRES

Proyecciones de posible **elevación del nivel del mar** según los escenarios RCP

El incremento del nivel de los océanos continuará en el S XXI, probablemente a una velocidad superior a la observada en el período 1971-2010. Para el período 2081-2100 en relación al 1986-2005, la elevación será probablemente de entre 0.26 a 0.55 m para RCP2.6, y de 0.45 a 0.82 m for RCP8.5.

Proyecciones hacia el futuro

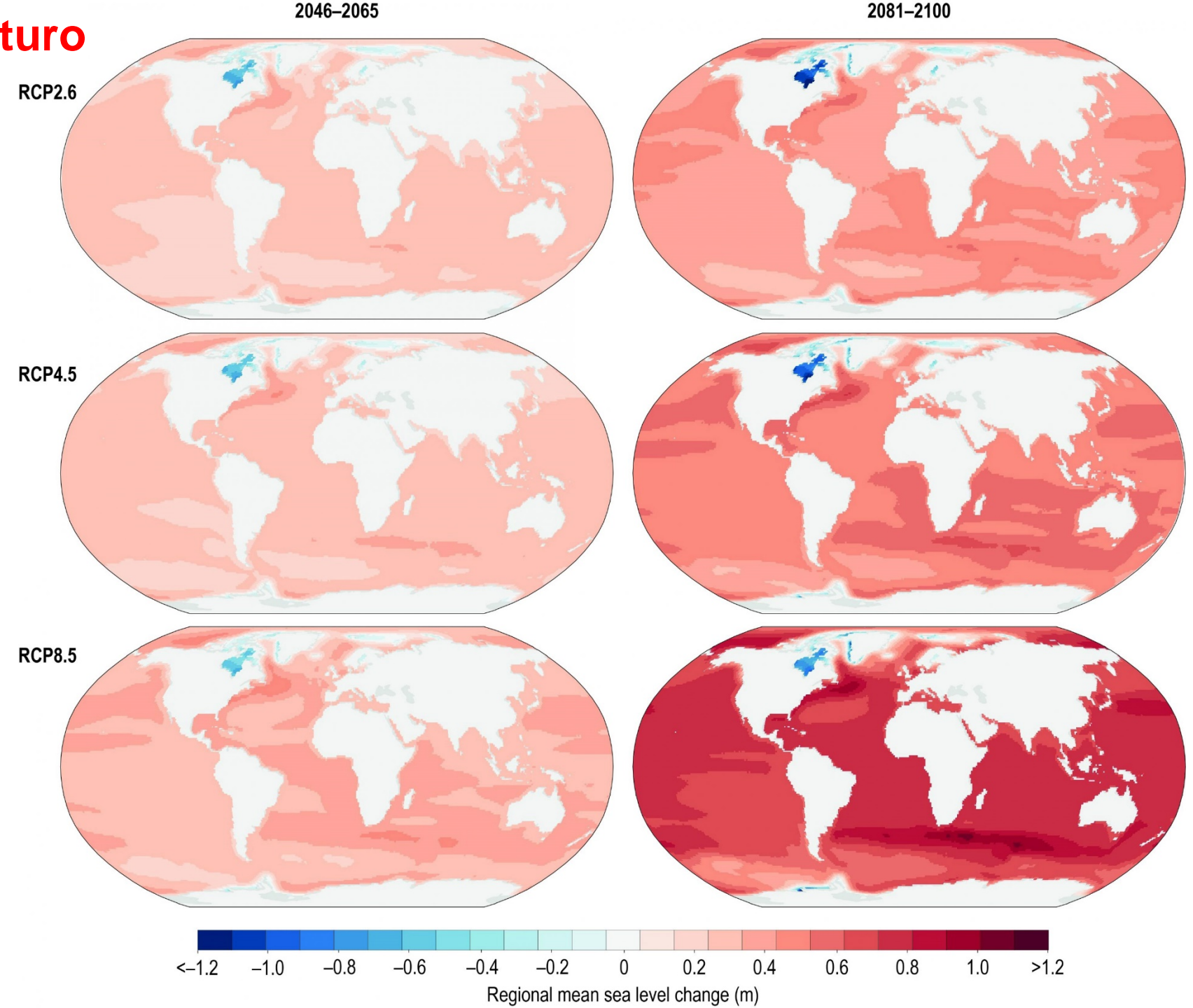
Proyecciones de posible **elevación del nivel del mar** según los escenarios de desarrollo de la sociedad humana que se consideren. Se incorporan la expansión térmica y los cambios en los hielos continentales



Proyecciones hacia el futuro

Distribución de la elevación del nivel del mar según escenarios

Regional sea level change for RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5 in metres

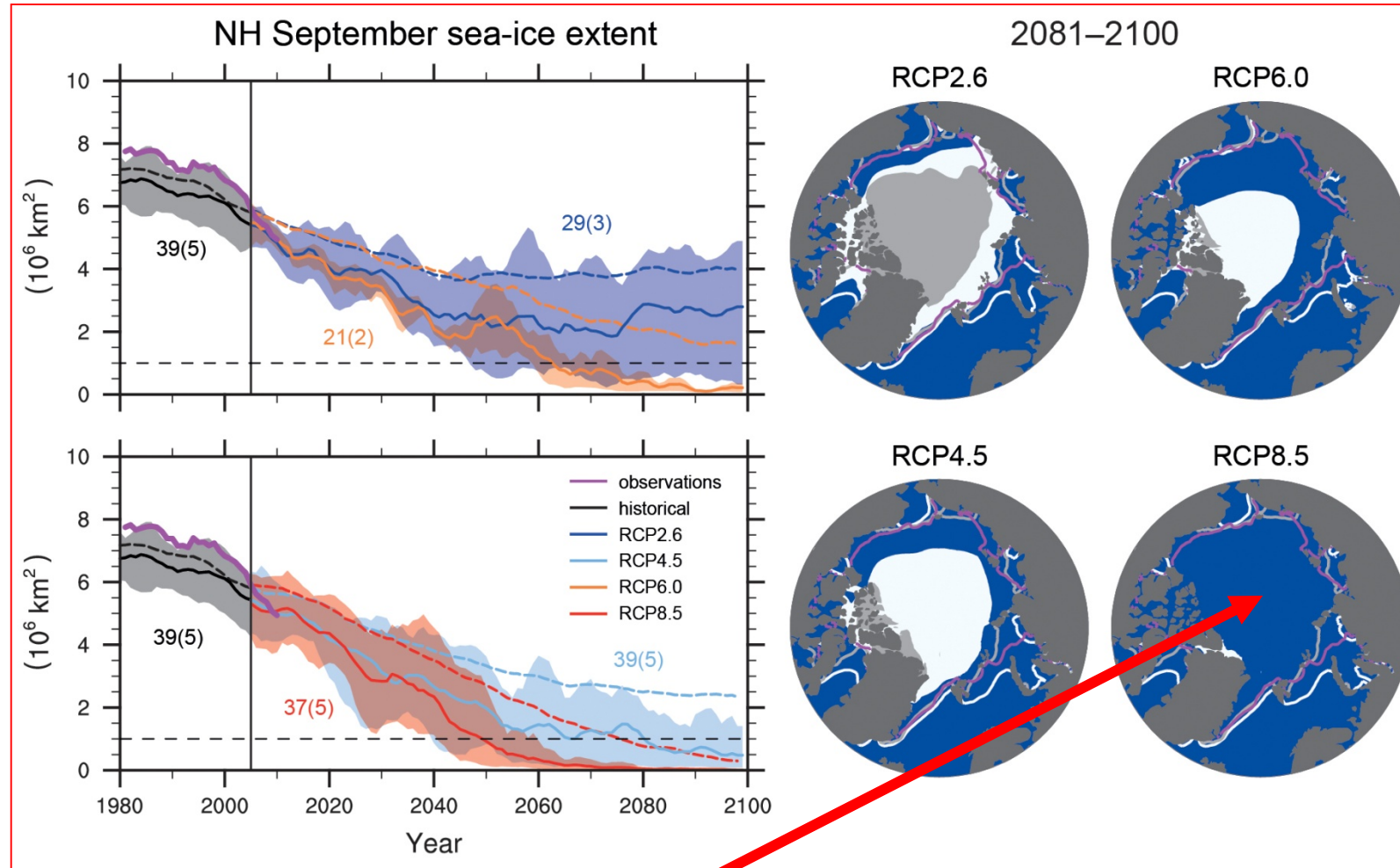


Solo porque la mayoría de la población humana del mundo, así como una enorme cantidad de instalaciones, infraestructuras y bienes raíces se encuentran en zonas costeras, resulta inasumible el plantear una estrategia de adaptación al CC en vez de intentar controlar el fenómeno mediante la estabilización del clima



Proyecciones hacia el futuro

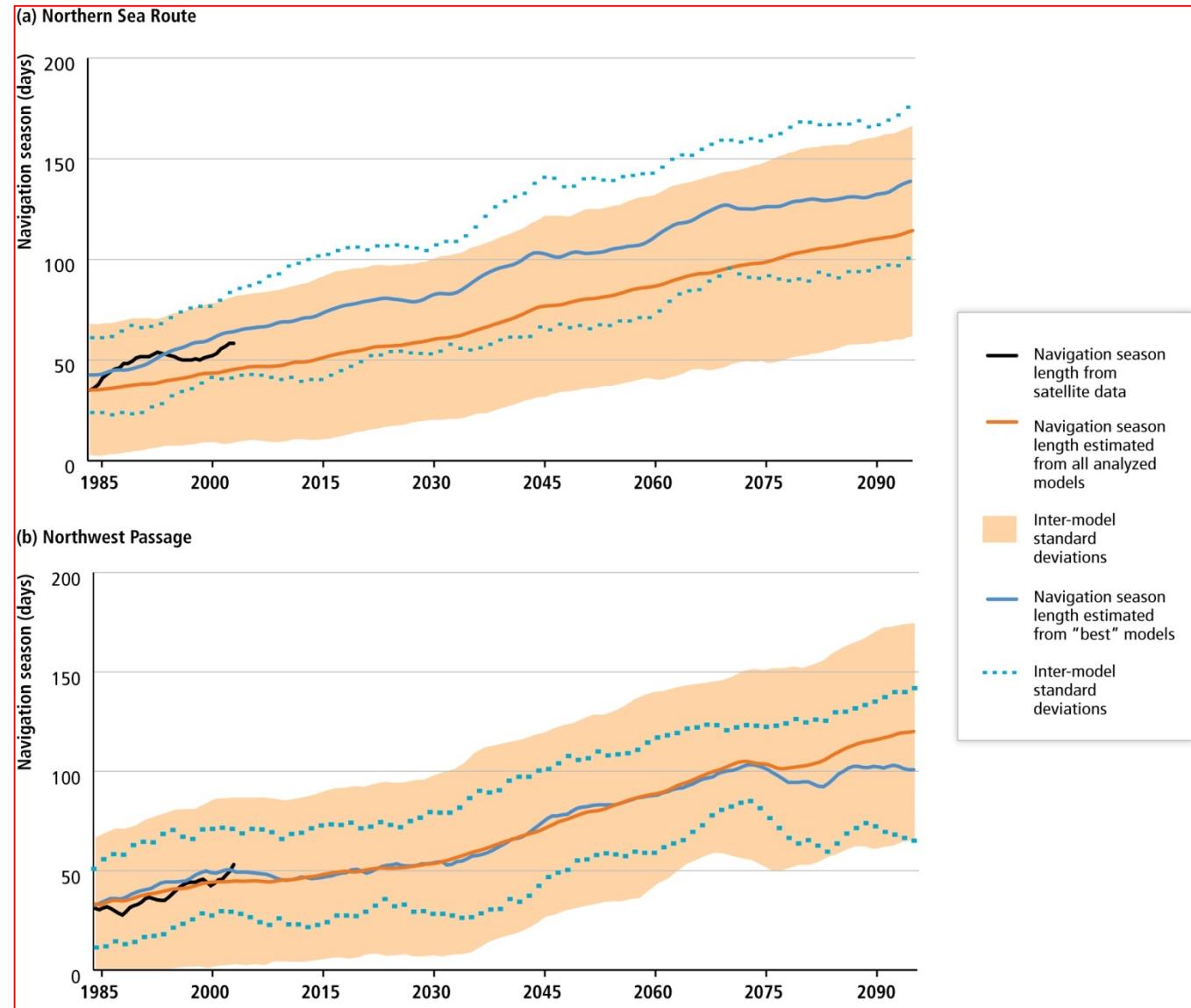
Proyecciones a futuro del mar helado del Ártico



Un Océano Artico prácticamente libre de hielo se espera que se alcance hacia mediados del siglo XXI en el mínimo de hielo estival de septiembre en el escenario RCP8.5.

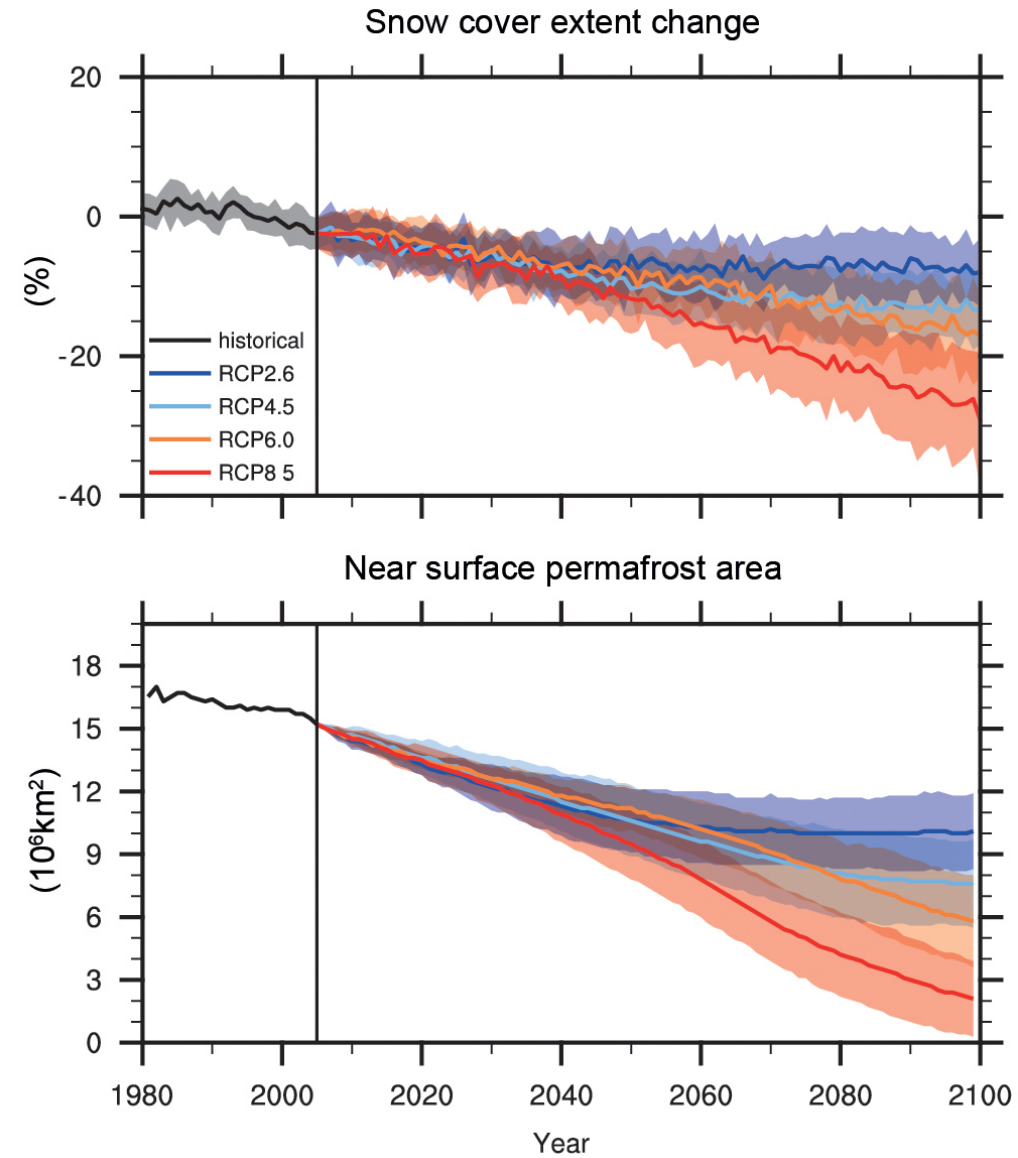
Proyecciones hacia el futuro

La navegación a través del Ártico, un viejo sueño hecho realidad

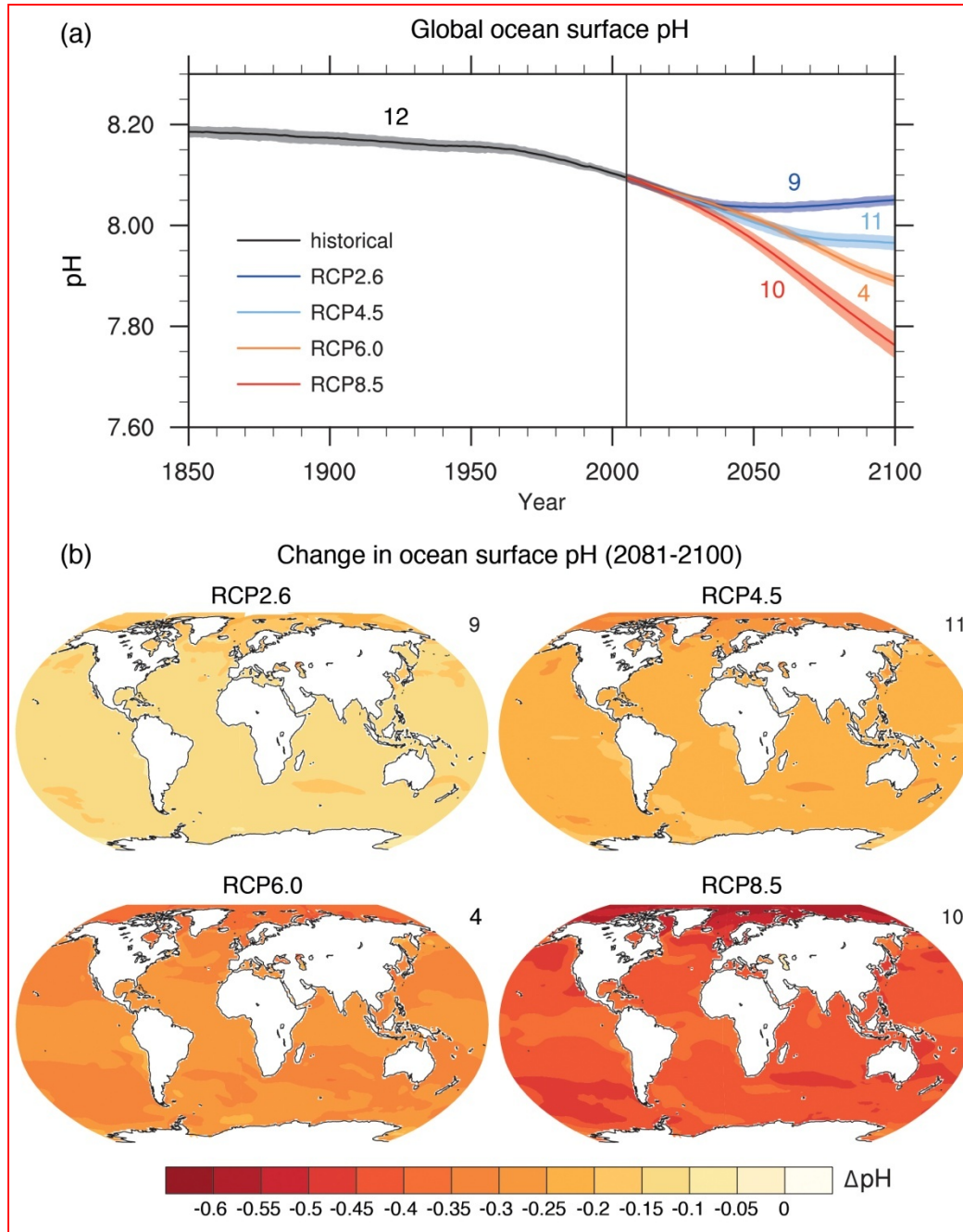


Proyecciones hacia el futuro

Proyecciones a futuro de las masas de hielo sobre tierra y área con permafrost según escenarios



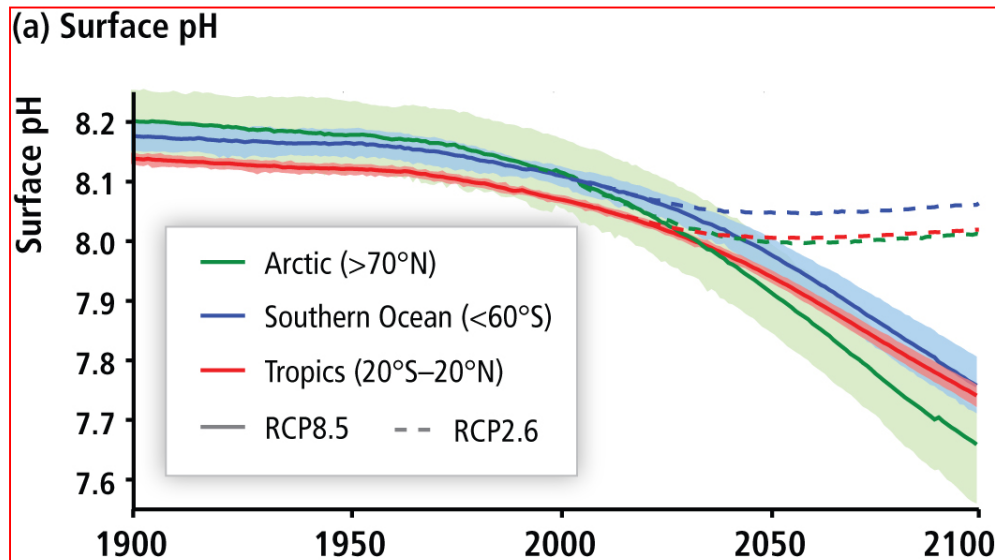
Proyecciones hacia el futuro



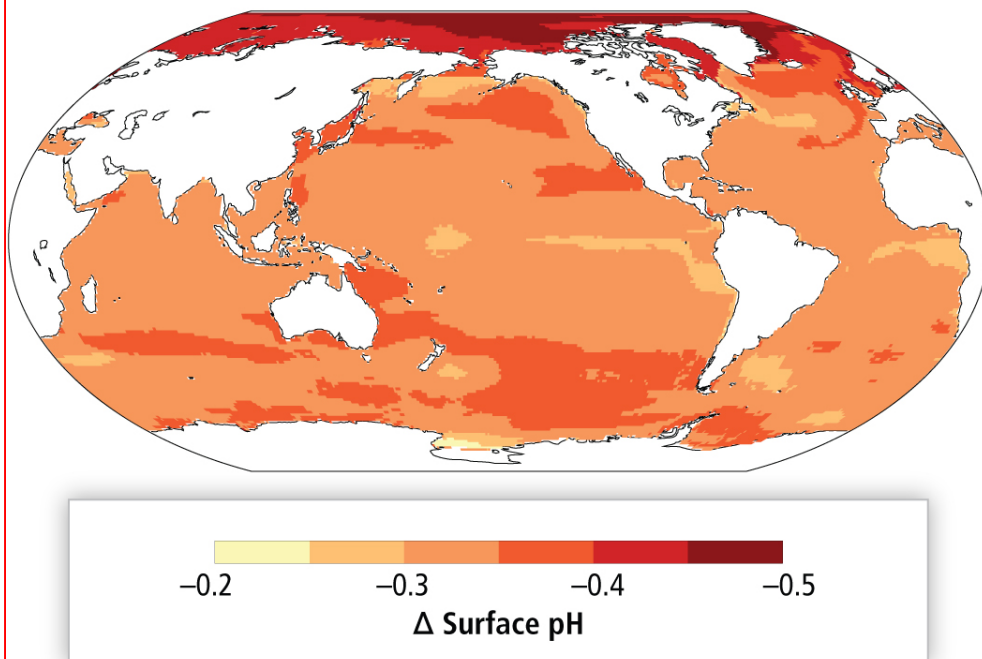
Evolución del pH en los océanos

Proyecciones hacia el futuro

Evolución del pH en los océanos en escenario RCP 8.5



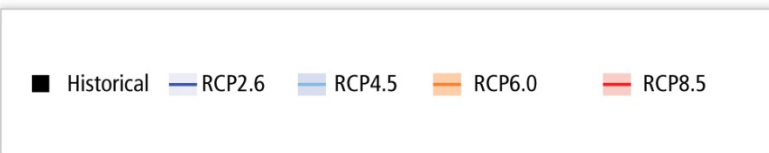
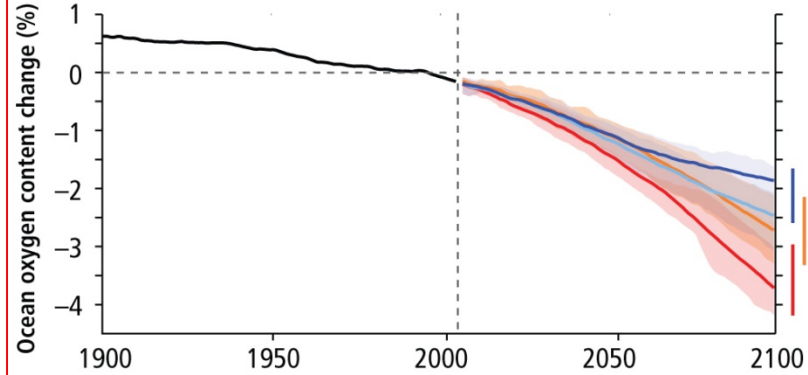
(b) Change in surface pH in 2090s from 1990s (RCP8.5)



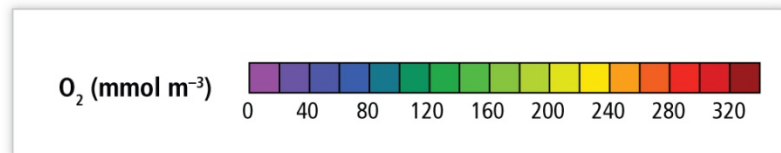
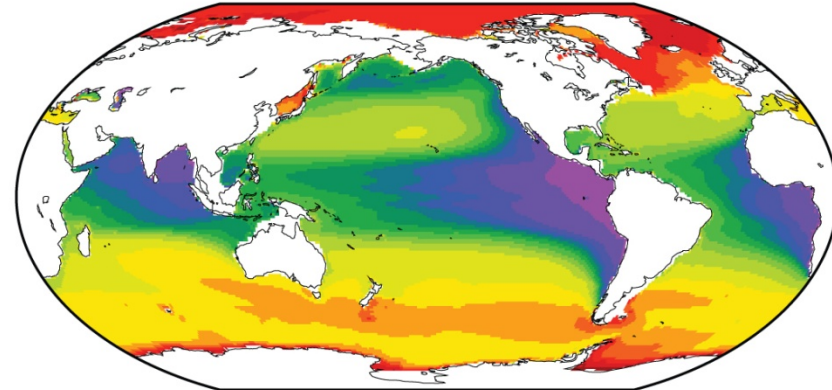
La concentración de O₂ en el mar

Proyecciones hacia el futuro

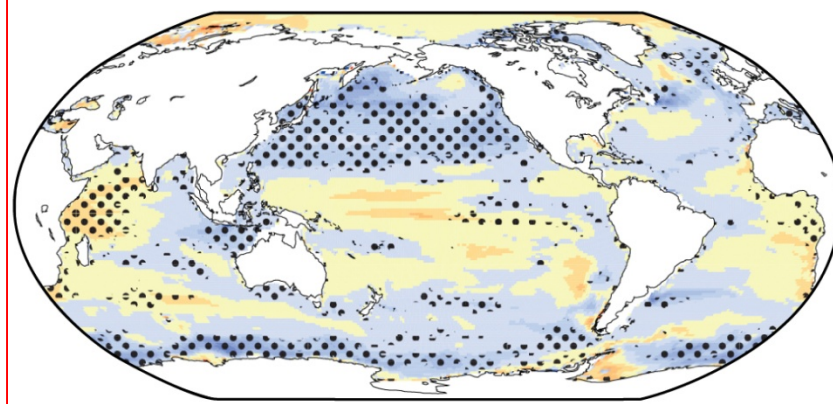
(a) Ocean oxygen content change (%)



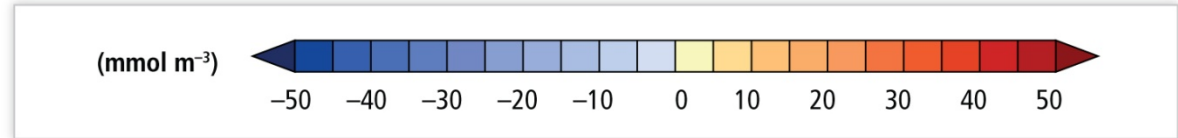
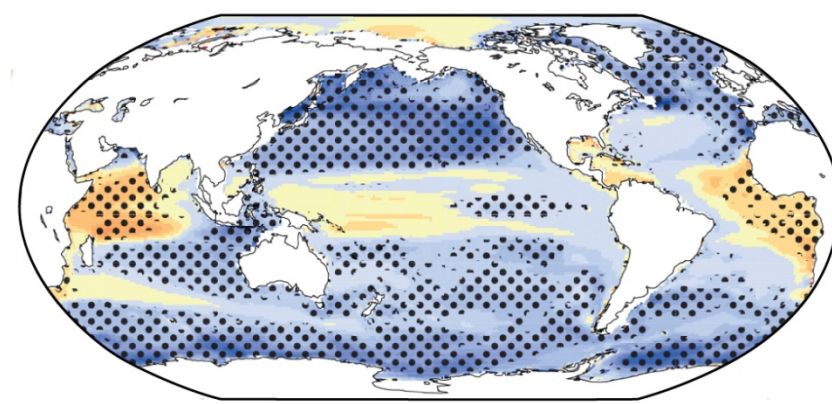
(b) Oxygen concentrations in the 1990s (200–600 m)



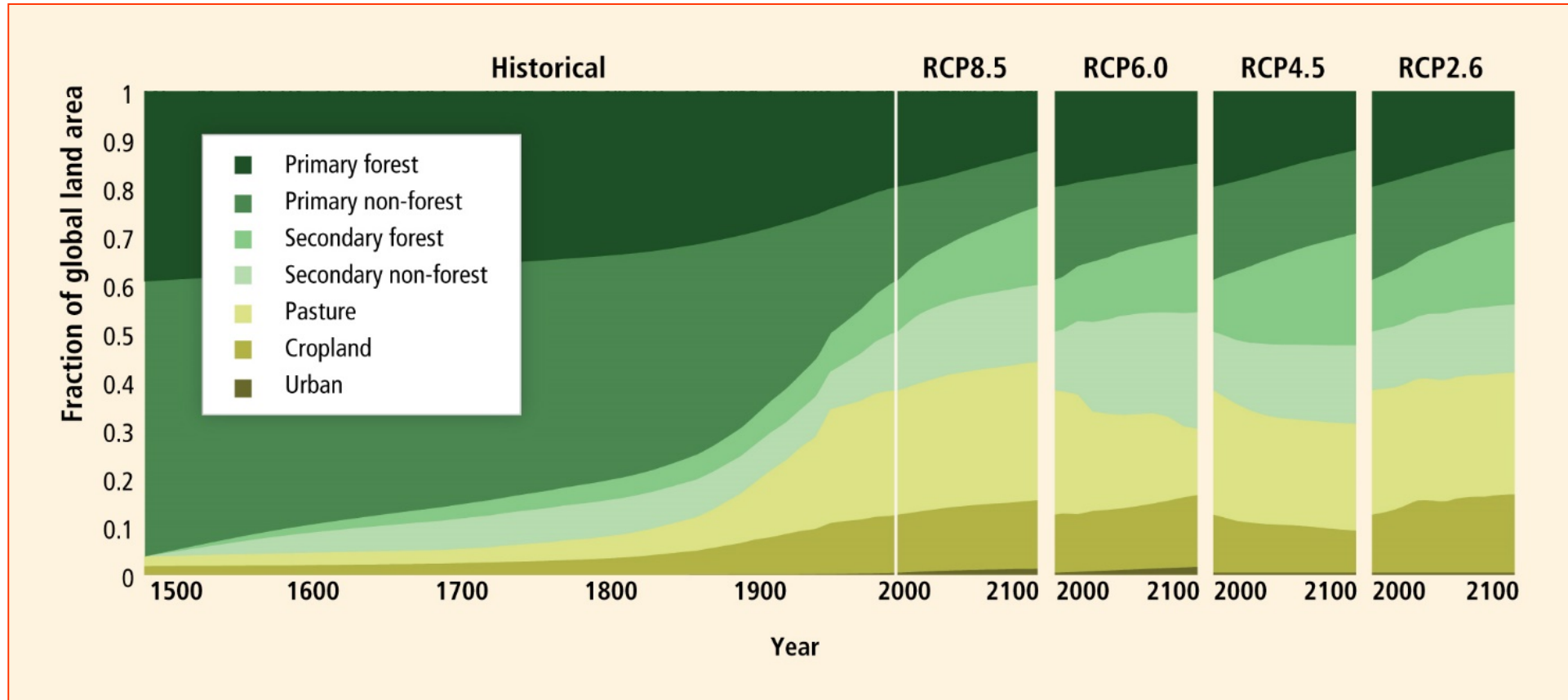
(c) 2090s, changes from 1990s (RCP2.6)



(d) 2090s, changes from 1990s (RCP8.5)

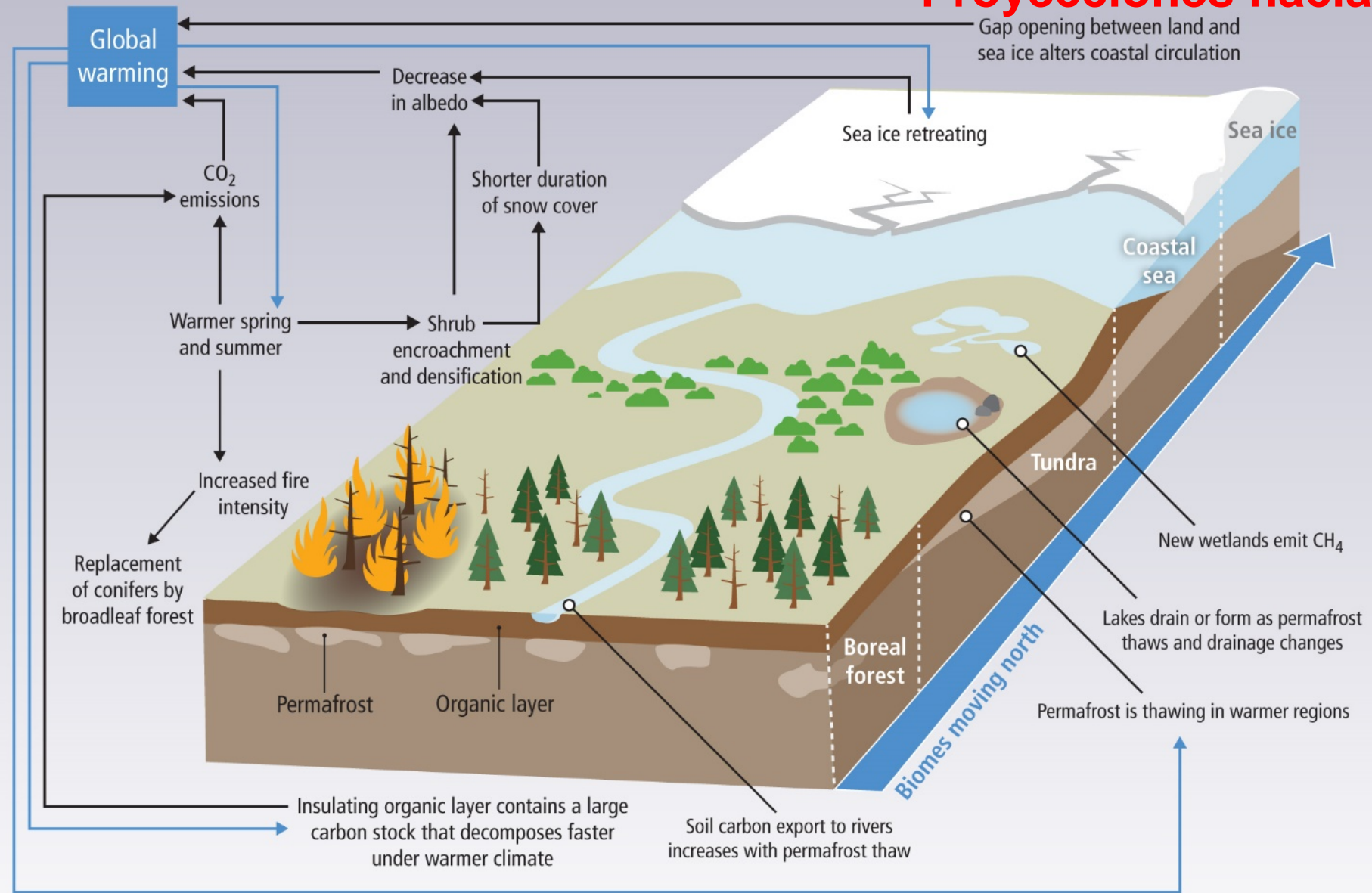


Proyecciones hacia el futuro



Evolución global de los cambios de uso del territorio según diferentes escenarios

Proyecciones hacia el futuro



Proceso de calentamiento en las latitudes polares y boreales

Proyecciones de futuros cambios en el clima: síntesis

- Se espera que la cobertura nival se contraiga
- Se espera un aumento generalizado del espesor de la capa fundida en verano en la mayoría de las regiones con permafrost.
- El hielo marino se retraerá tanto en el Ártico como en el Antártico. En algunas proyecciones, en la última parte del s. XXI la capa de hielo del Ártico desaparece casi por entero a finales de verano.
- El hielo de los glaciares (excluyendo Antártida y Groenlandia) descenderá entre un 15 a 55% en RCP2.6 y entre 35 y 85% en RCP8.5

Proyecciones de futuros cambios en el clima: síntesis

- Es *muy probable* que calores extremos y olas de calor, así como episodios de grandes precipitaciones continúen haciéndose más frecuentes.
- *Es probable* que los ciclones tropicales en el futuro se vuelvan más intensos, con mayores picos en la velocidad del viento y más intensas precipitaciones
- Se proyecta que las trayectorias oeste-este de las borrascas extra-tropicales se desplacen hacia los polos, con los consiguientes cambios en los regímenes de vientos, precipitaciones y temperaturas.

Proyecciones de futuros cambios en el clima: síntesis

- Basado en modelos que simulan corrientes marinas, es *muy probable* que la circulación meridional revertida del océano Atlántico (meridional overturning circulation, MOC que tiene que ver con la Corriente del Golfo) se vaya a ralentizar durante el s. XXI.
 - Los cambios a más largo plazo no son estimados con fiabilidad
- Se proyecta que las temperaturas en la región Atlántica se incrementen a pesar de tales cambios, debido a que se producirá un calentamiento mucho mayor asociado al calentamiento causado por los incrementos en gases de efecto invernadero.

Proyecciones de futuros cambios en el clima: síntesis

- El calentamiento antropogénico y la elevación del nivel del mar continuarían durante siglos debido a las escalas de tiempo asociadas a los procesos climáticos y mecanismos de retroalimentación, aunque se estabilizaran las concentraciones de gases de efecto invernadero. Se espera que a fin de siglo en RCP2.6 la elevación promedio sea de entre 0,26 y 0,55 m
- Temperaturas superiores de 1,9 a 4,6°C, más cálidas que las habidas en milenios durante la época pre-industrial, más la eventual fusión del casquete de hielo groenlandés, causarían la elevación de nivel de los mares en 7 m, comparable a la habida hace 125000 años.

Proyección de la elevación del nivel de los mares (IPCC)

With respect to 1986 - 2005	2046 - 2065	2046 - 2065	2081 - 2100	2081 - 2100
Scenario	Mean	Likely range	Mean	Likely range
Low (RCP2.6)	0.24 m	0.17 to 0.32 m	0.40 m	0.26 to 0.55 m
Medium low (RCP4.5)	0.26 m	0.19 to 0.33 m	0.47 m	0.32 to 0.63 m
Medium high (RCP6.0)	0.25 m	0.18 to 0.32 m	0.48 m	0.33 to 0.63 m
High (RCP8.5)	0.30 m	0.22 to 0.38 m	0.63 m	0.45 to 0.82 m

Proyecciones hacia el futuro

Proyecciones de la elevación del nivel de los mares (IPCC)

Ajustadas el 2019

With respect to 1986 - 2005	2081 - 2100	2081 - 2100	2100	2100
Scenario	Mean	Likely range	Mean	Likely range
Low (RCP2.6)	0.39 m	0.26 to 0.53 m	0.43 m	0.29 to 0.59 m
High (RCP8.5)	0.71 m	0.51 to 0.92 m	0.84 m	0.61 to 1.10 m

A más largo plazo

Scenario	2200	2300	2500
Low	0.35 to 0.72 m	0.41 to 0.85 m	0.50 to 1.02 m
Medium	0.26 to 1.09 m	0.27 to 1.51 m	0.18 to 2.32 m
High	0.58 to 2.03 m	0.92 to 3.59 m	1.51 to 6.63 m

Proyecciones hacia el futuro

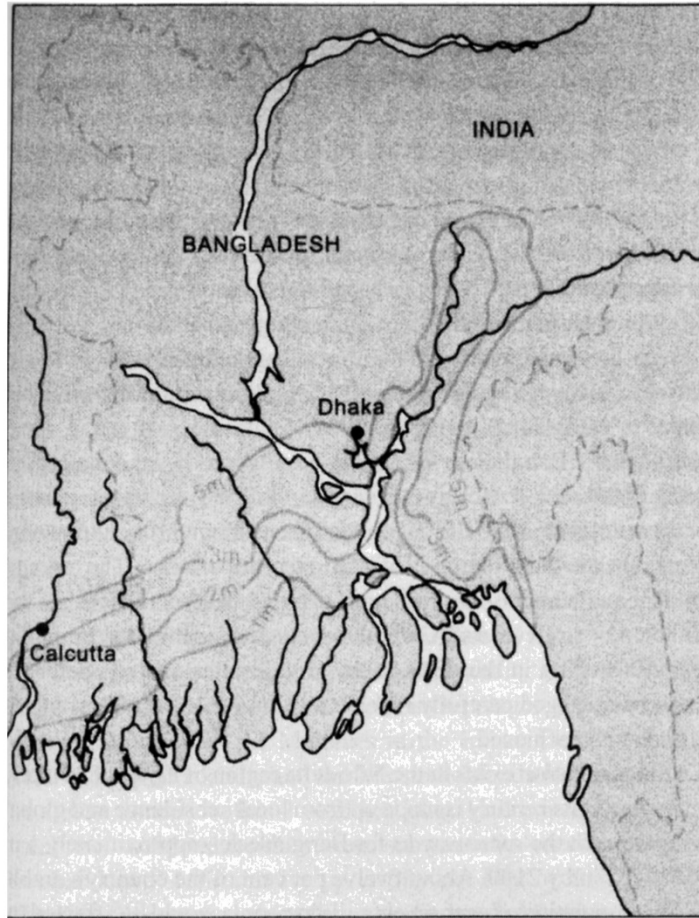


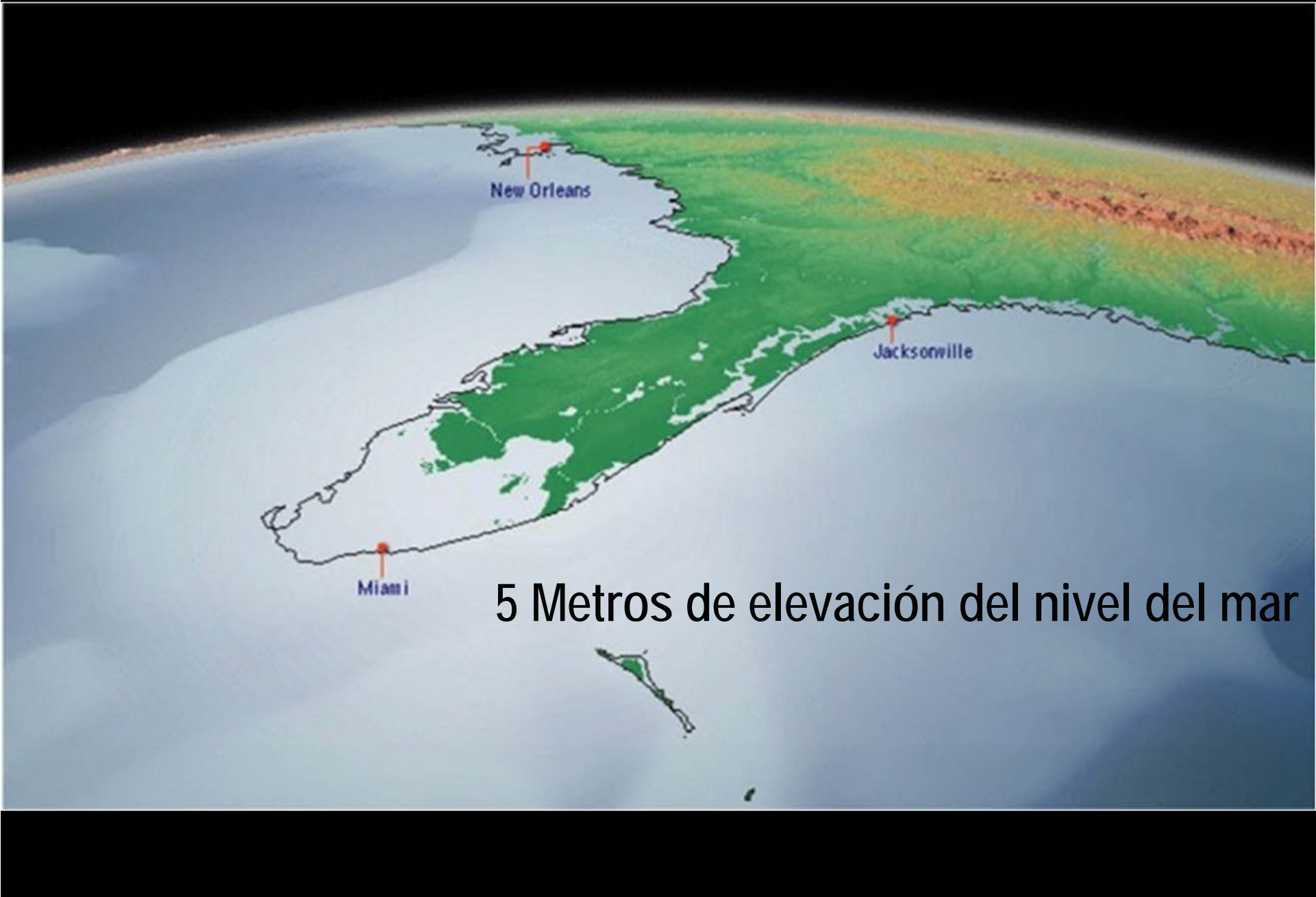
Figure 7.4 Land affected in Bangladesh by various amounts of sea level rise.

Posibles efectos de una eventual elevación del nivel de los océanos en dos lugares del mundo

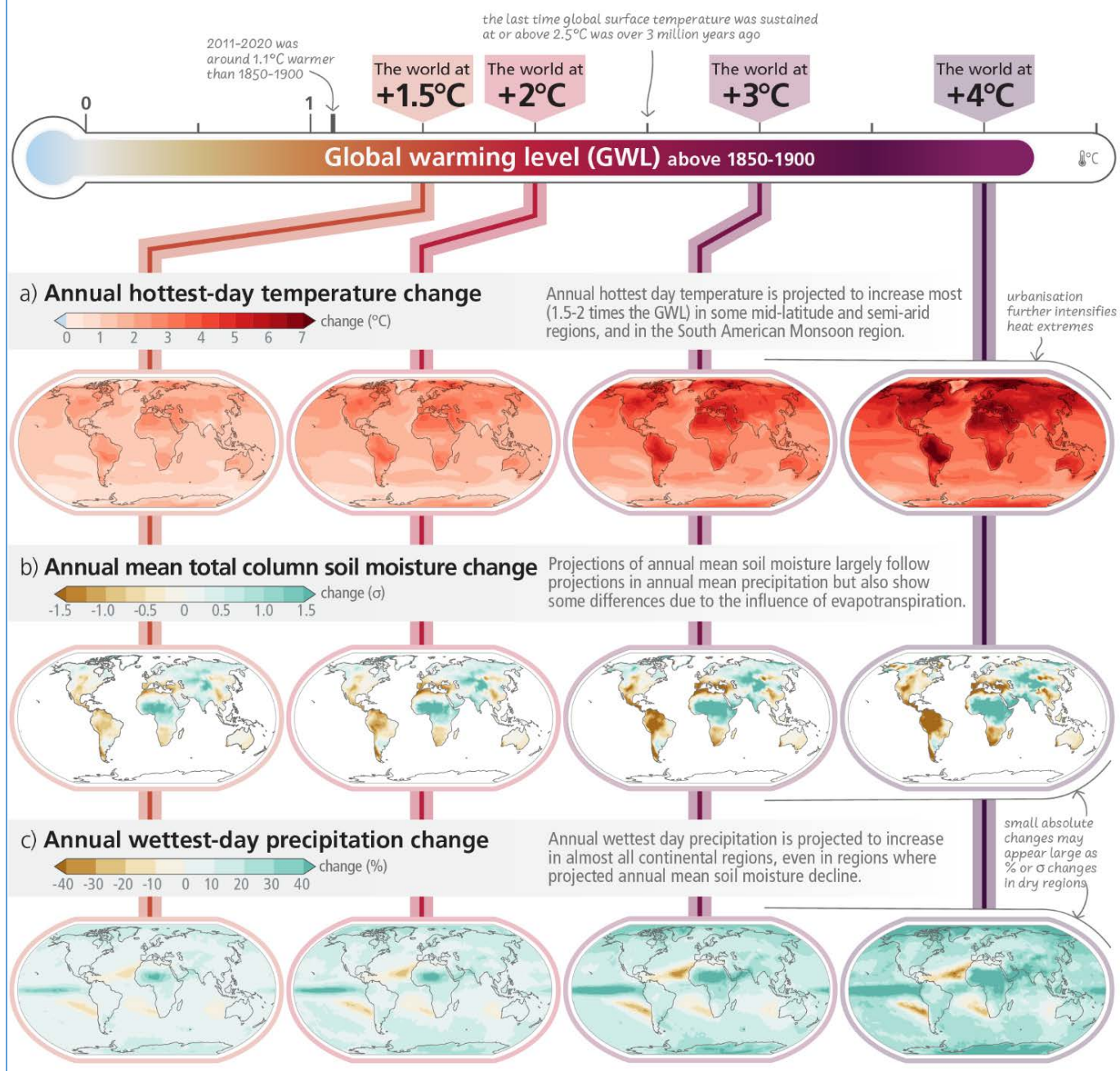


Figure 1.10 Areas of mainland Britain that are currently less than 5 m above sea level.

Proyecciones hacia el futuro



With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



Proyecciones hacia el futuro

REGIONS

Africa: By 2020, between 75 and 250 million people are projected to be exposed to an increase of water stress due to climate change.

Asia: Projected crop yields could increase up to 20% in E and SE Asia while they could decrease up to 30% in C and S Asia by the mid-21st century.

Australia and New Zealand: Significant biodiversity loss is projected to occur by 2020 in some ecologically-rich sites including the Great Barrier Reef and Queensland Wet Tropics.

Europe: Initially, climate change is projected to bring benefits to Northern Europe (reduced energy demand for heating, crop and forest growth increases) whilst Southern Europe is expected to experience increased heat waves, wildfires and reduced crop productivity.

Latin America: By mid-century, climate change is projected to lead to the gradual replacement of tropical forest by savanna in eastern Amazonia.

North America: Cities currently experiencing heat waves will experience many more in the future with adverse health impacts.

Polar Regions: Climate change is projected to impact natural ecosystems with detrimental effects on many organisms including migratory birds, mammals and higher predators.

Small Islands: Deterioration in coastal conditions e.g., through beach erosion and coral bleaching is expected to affect local resources e.g., fisheries and tourism.

REGIONS

Africa: By 2020, between 75 and 250 million people are projected to be exposed to an increase of water stress due to climate change.

Asia: Projected crop yields could increase up to 20% in E and SE Asia while they could decrease up to 30% in C and S Asia by the mid-21st century.

Australia and New Zealand: Significant biodiversity loss is projected to occur by 2020 in some ecologically-rich sites including the Great Barrier Reef and Queensland Wet Tropics.

Europe: Initially, climate change is projected to bring benefits to Northern Europe (reduced energy demand for heating, crop and forest growth increases) whilst Southern Europe is expected to experience increased heat waves, wildfires and reduced crop productivity.

Latin America: By mid-century, climate change is projected to lead to the gradual replacement of tropical forest by savanna in eastern Amazonia.

North America: Cities currently experiencing heat waves will experience many more in the future with adverse health impacts.

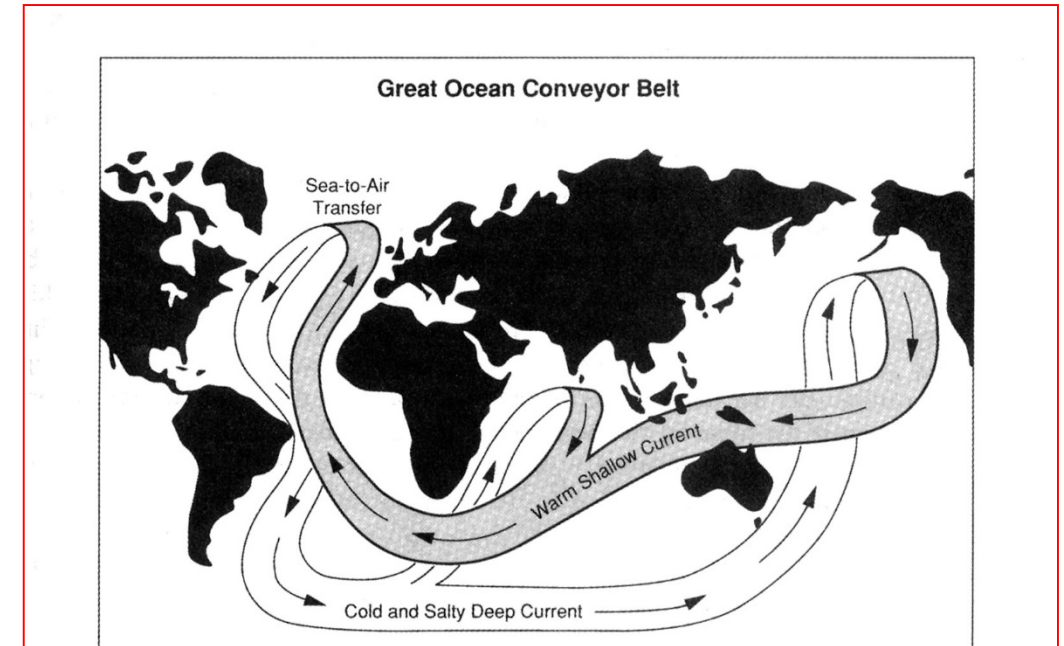
Polar Regions: Climate change is projected to impact natural ecosystems with detrimental effects on many organisms including migratory birds, mammals and higher predators.

Small Islands: Deterioration in coastal conditions e.g., through beach erosion and coral bleaching is expected to affect local resources e.g., fisheries and tourism.

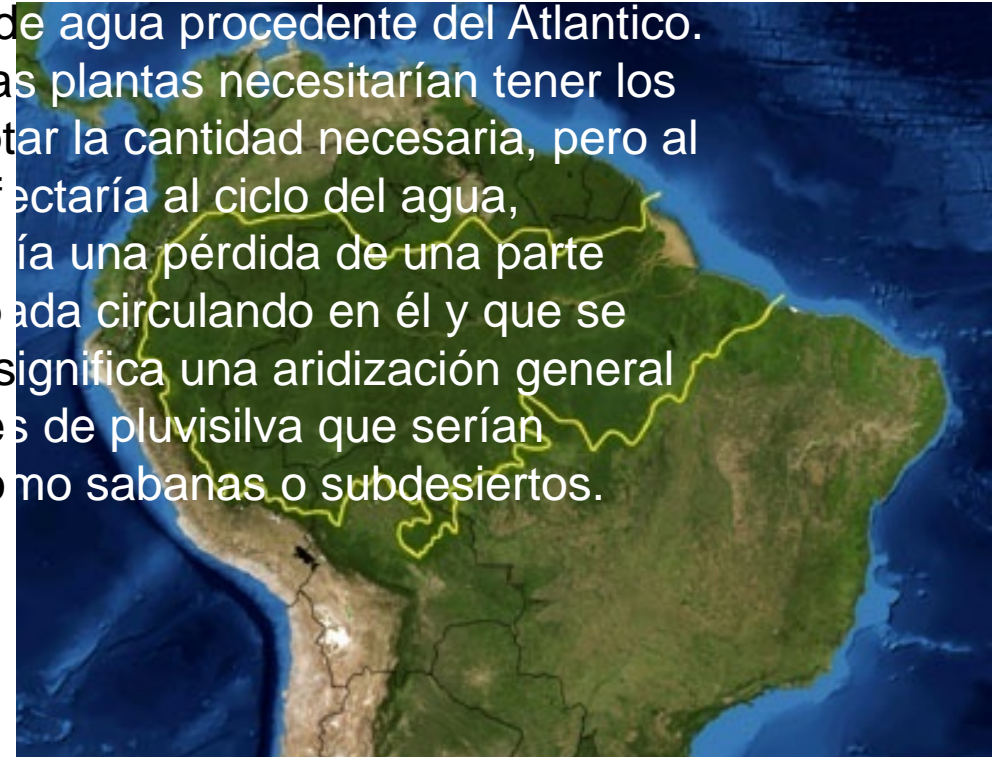
Pero, ¿qué puede pasar de aquí a unas pocas décadas?

Tres posibles eventos que pueden suceder “en breve”

1. **La interrupción de la Corriente del Golfo** a causa de la fusión del casquete de hielo groenlandés. Ello causaría una dilución del agua en el Atlántico Norte, diluyendo también el agua que llega de Las Antillas con calor y con alta concentración de sal. Esta dilución causaría, primero una ralentización de la corriente y posiblemente un colapso de la misma. Esto parece haber sucedido varias veces en los últimos milenios acarreando enfriamientos temporales en el norte de Europa (Escandinavia, Escocia) y otros efectos en otras partes del mundo, de varios siglos de duración (Alleröd).

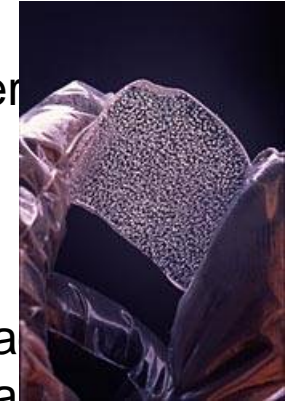


2. **La desaparición de la selva amazónica.** Gran parte de las abundantes precipitaciones de la gran cuenca del Amazonas están alimentadas por la propia agua residente en el ciclo hidrológico propio de la cuenca: el agua que se evapotranspira se vuelve a condensar para precipitar y volver al estado líquido. Ello se atestigua por la casi absoluta predominancia de O^{16} en el agua amazónica, en contraste con el agua del mar que contiene una mayor proporción de O^{18} , más pesado y, por ello, menos volátil. El agua evaporada directamente del mar tiene más isótopo pesado que la que hay en el vapor de agua amazónica, y ello parece significar que el ciclo evapotranspiración-precipitación en Amazonía (que ha venido funcionando como un enorme sistema de destilación) es en gran parte autoalimentado y que sólo se recibe una limitada cantidad de agua procedente del Atlántico. En este escenario, si aumenta la $[CO_2]$, las plantas necesitarían tener los estomas abiertos menos tiempo para captar la cantidad necesaria, pero al tiempo transpirarían menos agua. Esto afectaría al ciclo del agua, reduciendo su flujo y, con ello, se produciría una pérdida de una parte importante del agua que ahora está atrapada circulando en él y que se evacuaría por los ríos hacia el mar. Esto significa una aridización general del territorio, con el declive de los bosques de pluvisilva que serían sustituidos por formas más xerofíticas, como sabanas o subdesiertos.



3. Liberación del CH₄ contenido en los clatratos que hay en el fondo del océano: hipótesis del fusil de clatratos (clathrate gun hypothesis).

Esta hipótesis sostiene que el aumento de la temperatura del mar puede dar lugar a una liberación repentina de **metano** desde los compuestos de clatrato de metano situados en los fondos oceánicos de los mares fríos. Esto provocaría una alteración del medio ambiente de los océanos y la atmósfera de la Tierra, similar a la que pudo acontecer según la teoría de extinción Pérmico-Triásico y en el Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno; para algunos incluso pudieron tener influencia en los procesos de deglaciación pleistocénicos.

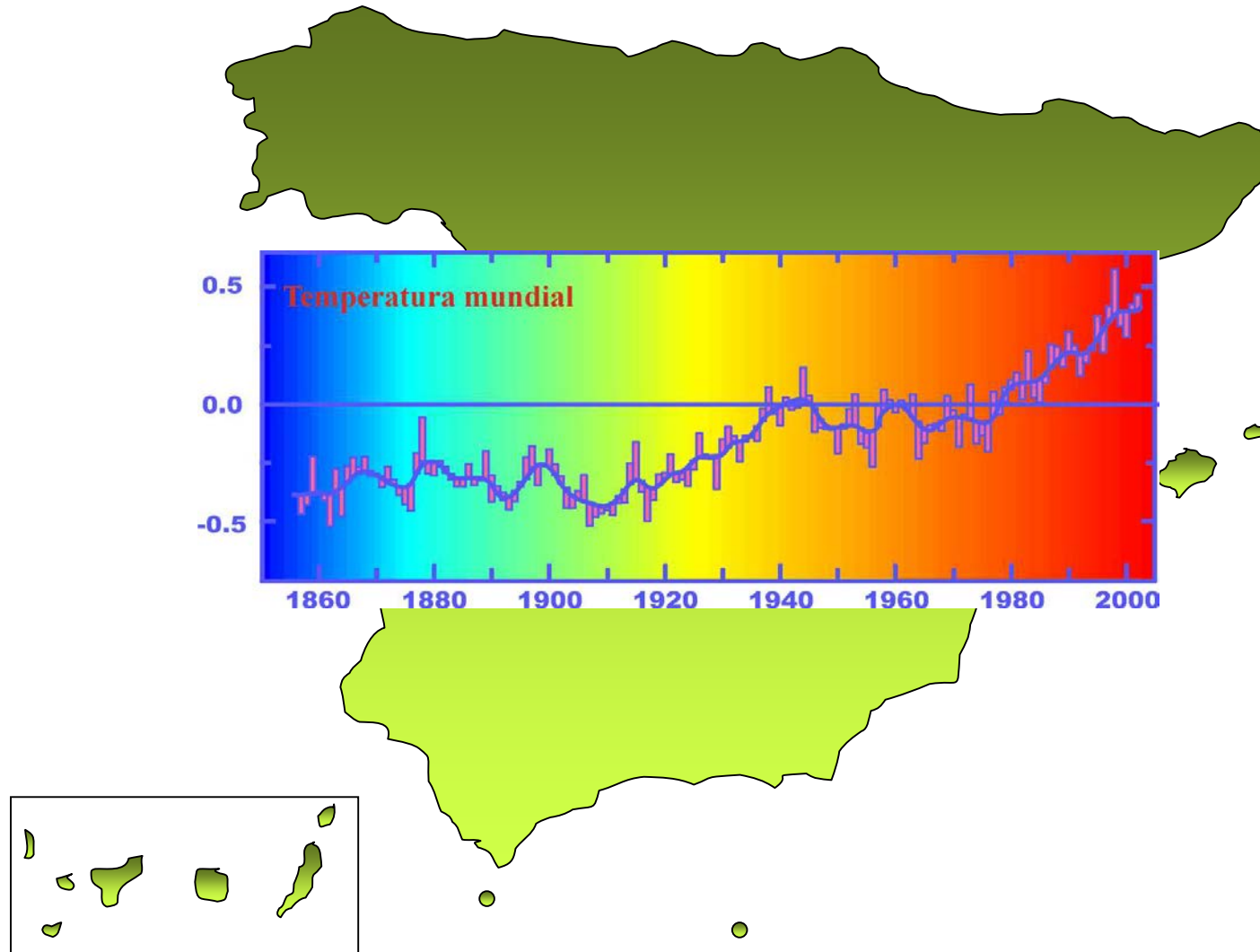


Un **clatrato**, **estructura de clarato** o **compuesto de clatrato** (del latín *clathratus*, "rodeado o protegido, enrejado") es una sustancia química formada por una red de unas determinadas moléculas, atrapando y reteniendo a otra molécula diferente.

Un hidrato de clatrato es, por ejemplo, un tipo especial de hidrato donde las moléculas de agua forman una estructura capaz de contener una molécula de gas. Un clatrato es, por tanto, un material con moléculas del tamaño conveniente, capturadas en los espacios que son dejados por los otros compuestos. El agua congelada puede crear celdas capaces de contener moléculas de gas, enlazadas mediante puentes de hidrógeno. Numerosos gases de bajo peso molecular (O₂, N₂, CO₂, CH₄, H₂S, Argón, Criptón, Xenón...) forman clatratos en ciertas condiciones de presión y temperatura. Estas celdas son inestables si están vacías, colapsándose para formar hielo convencional.

Evaluación de los Impactos del Cambio Climático en España (ECCE)

Proyecto financiado por la Oficina Española de Cambio Climático (MIMAM) 2005



Proyecciones hacia el futuro

Para la Península Ibérica

a) Cambios en las temperaturas medias:

Estación	Escenario	Cambios proyectados para el periodo 2071-2100 respecto a 1961-1990
Invierno	A2	Aumentos de 2 a 3°C en el oeste y norte de la Península e islas Canarias, y de 3 a 4°C en el resto del territorio
	B2	Distribución del calentamiento similar a la del escenario A2, pero 1°C menos intenso
Primavera	A2	Aumentos de 4 a 5°C en el suroeste de la Península, de 2 a 3°C en la franja cantábrica, norte de Galicia y Canarias, y de 3 a 4°C en el resto del territorio
	B2	Aumentos de 1 a 2°C en Canarias, franja cantábrica y norte de Galicia, y de 2 a 3°C en el resto del territorio
Verano	A2	Aumentos de 5 a 7°C en el interior de la Península, de 4 a 5°C en la periferia peninsular y Baleares, y de 2 a 3°C en Canarias
	B2	Distribución del calentamiento similar a la del escenario A2, pero generalmente 1°C menos intenso
Otoño	A2	Aumentos de 2 a 3°C en Canarias, de 3 a 4°C en el tercio norte peninsular y de 4 a 5°C en el resto del territorio
	B2	Distribución del calentamiento similar a la del escenario A2, pero generalmente 1°C menos intenso

Para la Península Ibérica **Proyecciones hacia el futuro**

b) Cambios en las precipitaciones acumuladas:

Estación	Escenario	Cambios proyectados para el periodo 2071-2100 respecto a 1961-1990
Invierno	A2	Aumentos superiores a 10 mm en el cuadrante noroeste de la Península, disminuciones superiores a 10 mm en el tercio meridional y regiones mediterráneas peninsulares, y sin cambios apreciables (± 10 mm) en el resto del territorio
	B2	Aumentos superiores a 10 mm en el norte de Galicia y sin cambios apreciables (± 10 mm) en el resto del territorio
Primavera	A2	Disminuciones superiores a 20 mm en casi toda la Península y sin cambios apreciables (± 10 mm) en Baleares y Canarias
	B2	Disminuciones superiores a 10 mm en casi toda la Península y sin cambios apreciables (± 10 mm) en Baleares y Canarias
Verano	A2	Disminuciones superiores a 40 mm en el norte de Galicia, franja cantábrica Pirineos y noreste de la Península, disminuciones entre 10 y 40 mm en el resto del territorio, excepto en Canarias sin cambios apreciables (± 10 mm)
	B2	Distribución de los cambios de precipitación estacional similar a la del escenario A2
Otoño	A2	Aumentos superiores a 10 mm en el noreste de la Península, disminuciones superiores a 20 mm en la mitad suroccidental, y sin cambios apreciables (± 10 mm) en el resto del territorio
	B2	Distribución de los cambios similar a la del escenario A2, aunque algo menos intensos en la mitad suroccidental de la Península

Proyecciones hacia el futuro

Para la Península Ibérica

Certidumbre	Cambios climáticos más relevantes proyectados en España
*****	Tendencia progresiva al incremento de las temperaturas medias a lo largo del siglo
*****	La tendencia al calentamiento es más acusada en el escenario de emisiones más aceleradas (SRES-A2)
*****	Los aumentos de temperatura media son significativamente mayores en los meses de verano que en los de invierno, con valores intermedios en los demás.
****	El calentamiento en verano es superior en las zonas del interior que en las cercanas a las costas o en las islas
****	Tendencia generalizada a una menor precipitación acumulada anual en ambos escenarios de emisiones a lo largo del siglo
***	Mayor amplitud y frecuencia de anomalías térmicas mensuales en relación al clima actual
***	Más frecuencia de días con temperaturas extremas en la Península, especialmente en verano
***	La mayor reducción de precipitación en la Península se proyecta en los meses de primavera en ambos escenarios de emisiones
**	Aumento de precipitación en el oeste de la Península en invierno y en el noreste en otoño.
**	Los cambios de precipitación tienden a ser más significativos en el escenario de emisiones más aceleradas (SRES-A2)

(***** certeza muy alta, **** certeza alta, *** certeza media, ** certeza baja)

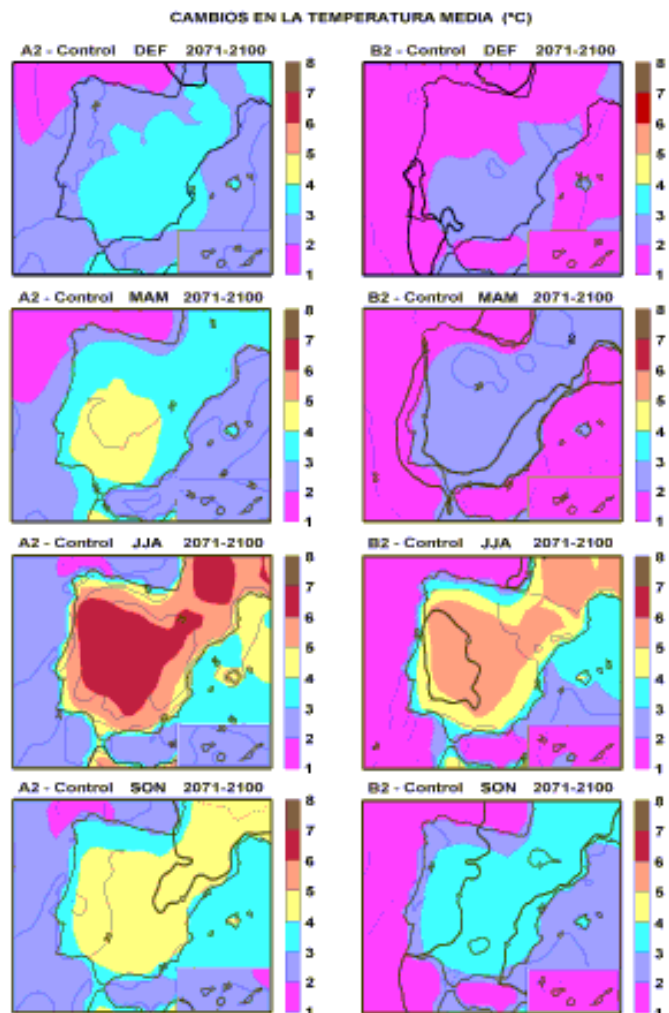


Figura 12. Proyecciones de cambio de temperatura media diaria del aire superficial (°C), promediadas para cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) en la Península Ibérica, Baleares y Canarias (esquina inferior derecha en cada mapa), correspondientes a dos escenarios SRES de emisiones: A2 en la columna izquierda y B2 en la columna derecha. Los valores corresponden a diferencias entre la simulación del periodo 2071-2100 y la de control (1961-1990). Las isolíneas en las figuras muestran los porcentajes de cambio en la variabilidad interanual (positivos en trazo continuo, negativos en trazo discontinuo y cero en trazo grueso continuo).

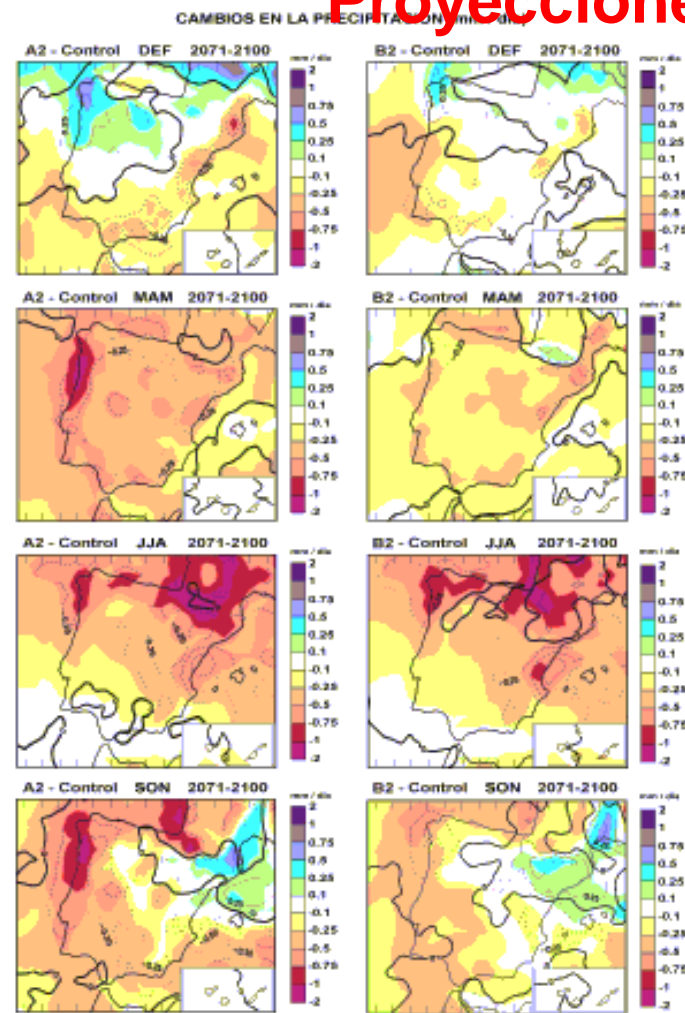


Figura 13. Proyecciones de cambio de precipitación (en mm / día) promediadas para cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño) en la Península Ibérica, Baleares y Canarias (esquina inferior derecha en cada mapa), correspondientes a dos escenarios SRES de emisiones: A2 en la columna izquierda y B2 en la columna derecha. Los valores corresponden a diferencias entre la simulación del periodo 2071-2100 y la de control (1961-1990). Las isolíneas en las figuras muestran los porcentajes de cambio en la variabilidad interanual (positivos en trazo continuo, negativos en trazo discontinuo y cero en trazo grueso continuo).

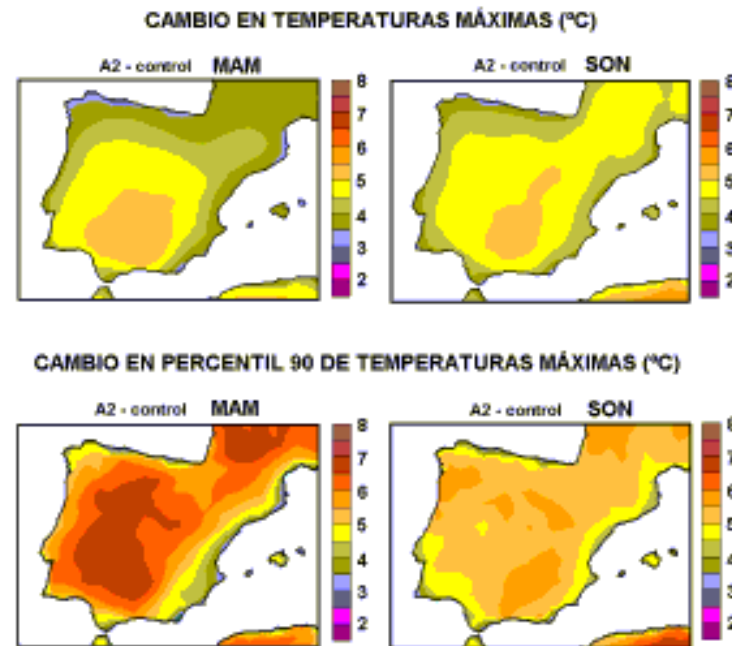


Figura 17. Diferencias de promedios estacionales de las temperaturas máximas diarias (arriba) y de los percentiles 90 (abajo) entre la simulación con escenario de emisiones A2 (2071-2100) y la de control (1961-1990) correspondientes a primavera (MAM) y otoño (SON).

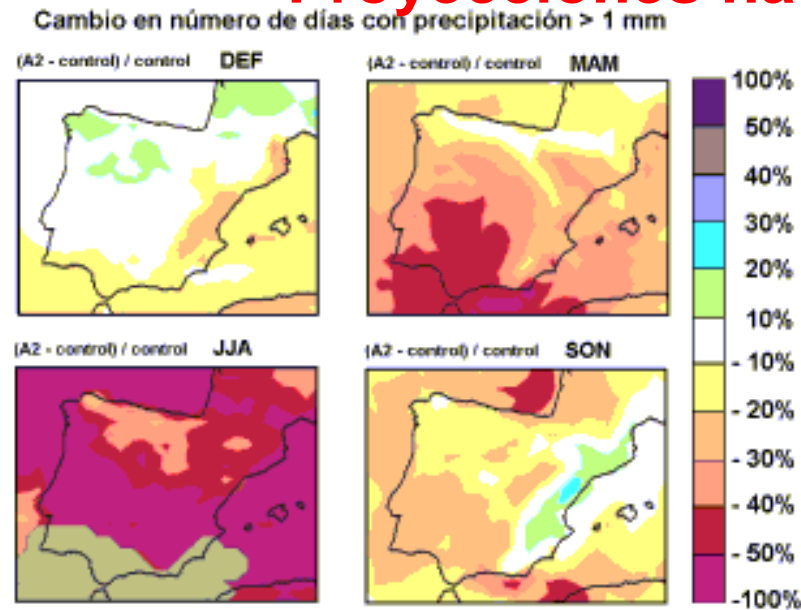
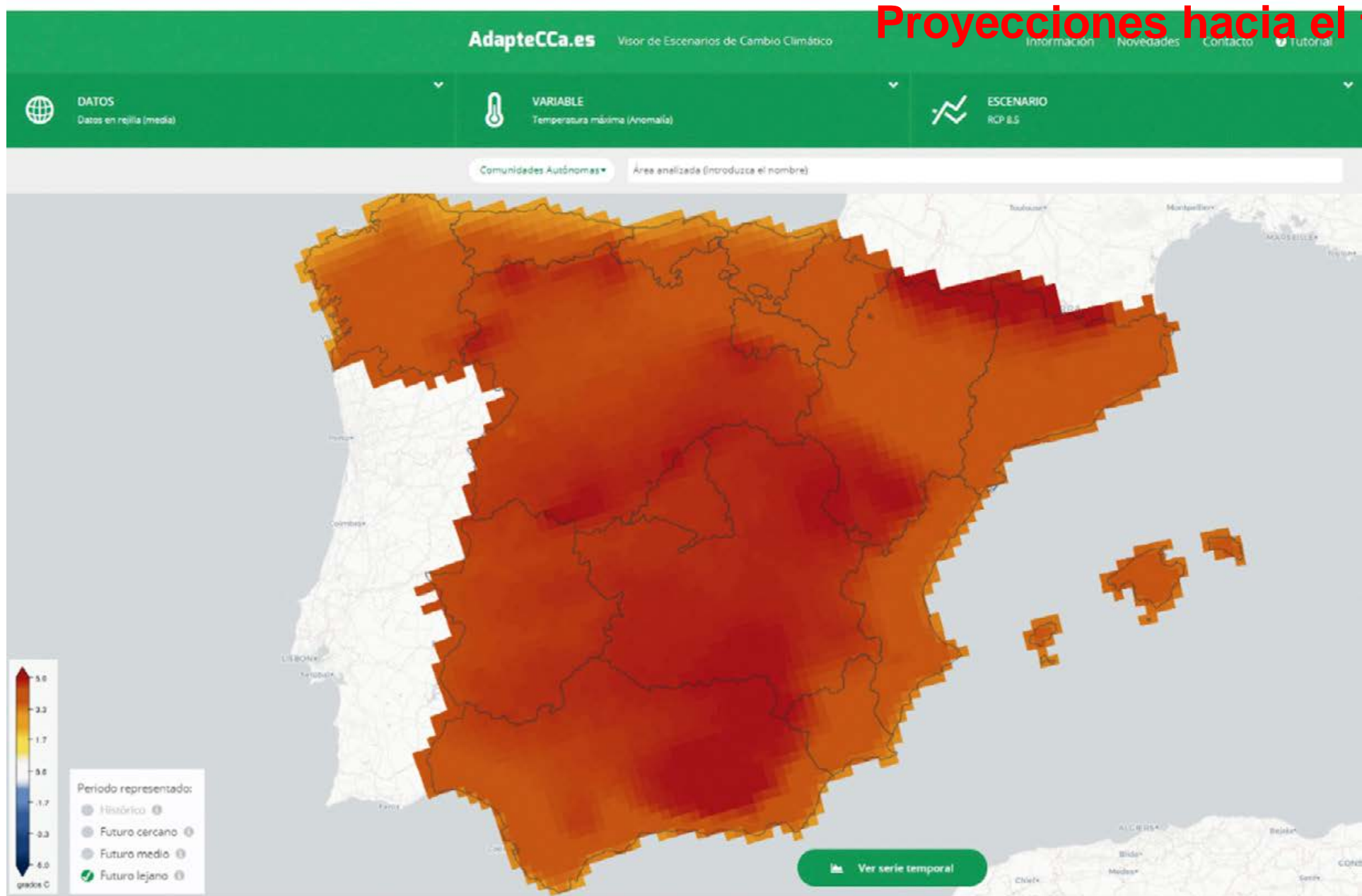
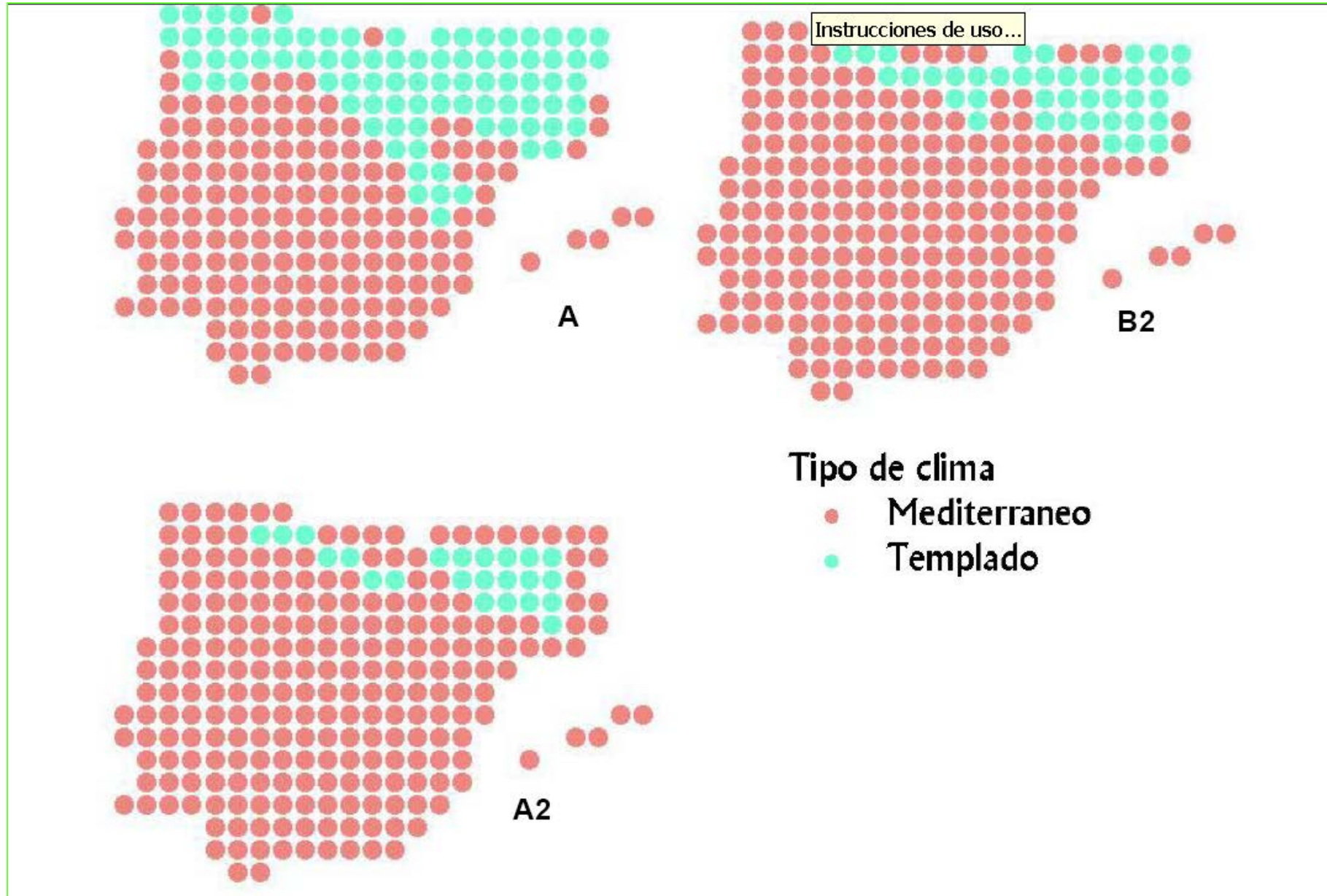


Figura 18. Cambios en el número de días con precipitación superior a 1 mm entre la simulación de escenario de emisiones A2 (2071-2100) y de control (1961-1990), expresados en porcentajes respecto al clima actual simulado, correspondientes a cada estación del año (DEF invierno, MAM primavera, JJA verano y SON otoño). El color gris en la figura de verano indica que en esas regiones la precipitación es demasiado escasa en el experimento de control



Clima templado vs. clima mediterráneo



Cambios en la distribución de los pisos bioclimáticos

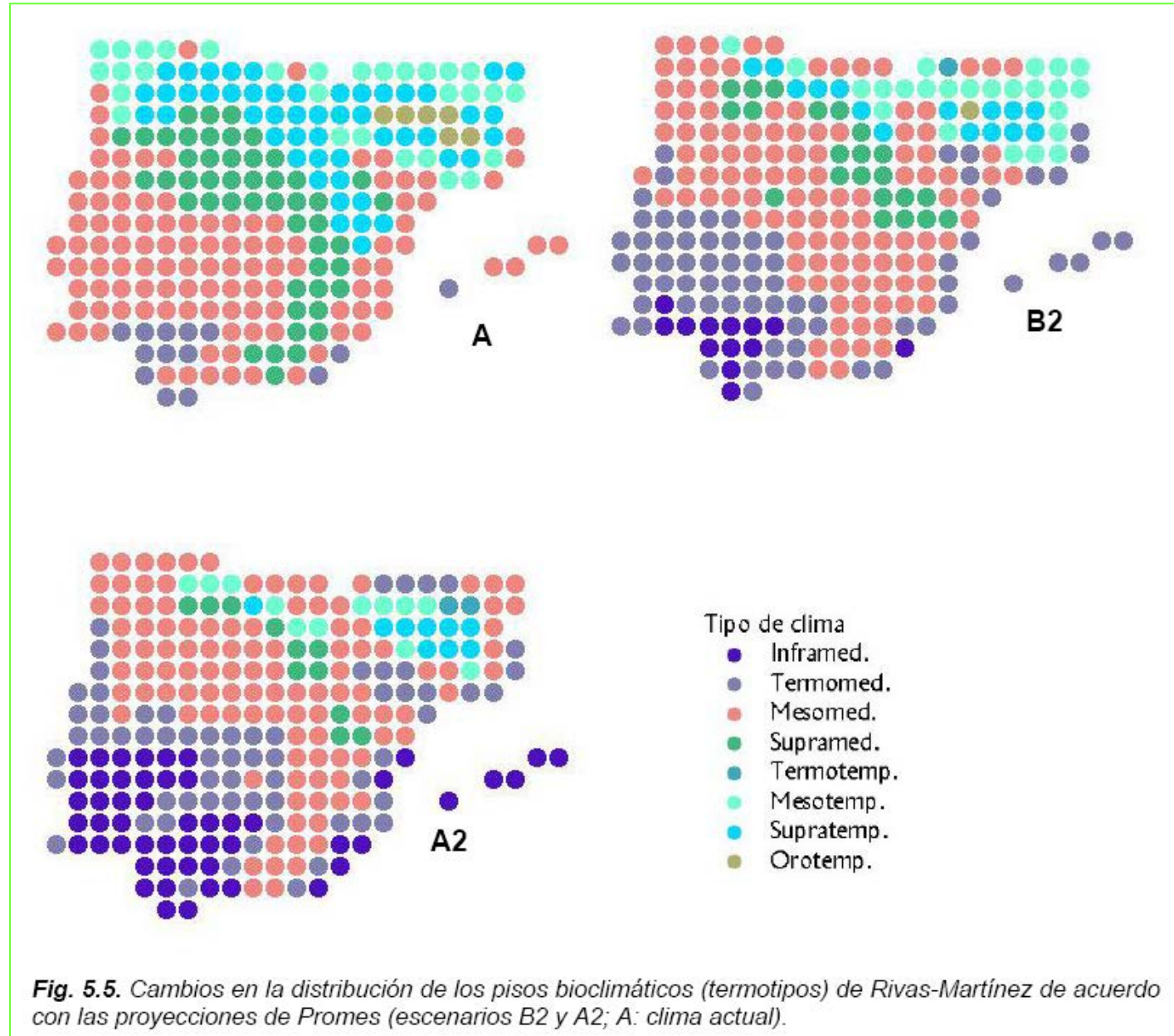


Fig. 5.5. Cambios en la distribución de los pisos bioclimáticos (termotipos) de Rivas-Martínez de acuerdo con las proyecciones de Promes (escenarios B2 y A2; A: clima actual).

Cambios en los ombroclimas **Proyecciones hacia el futuro**

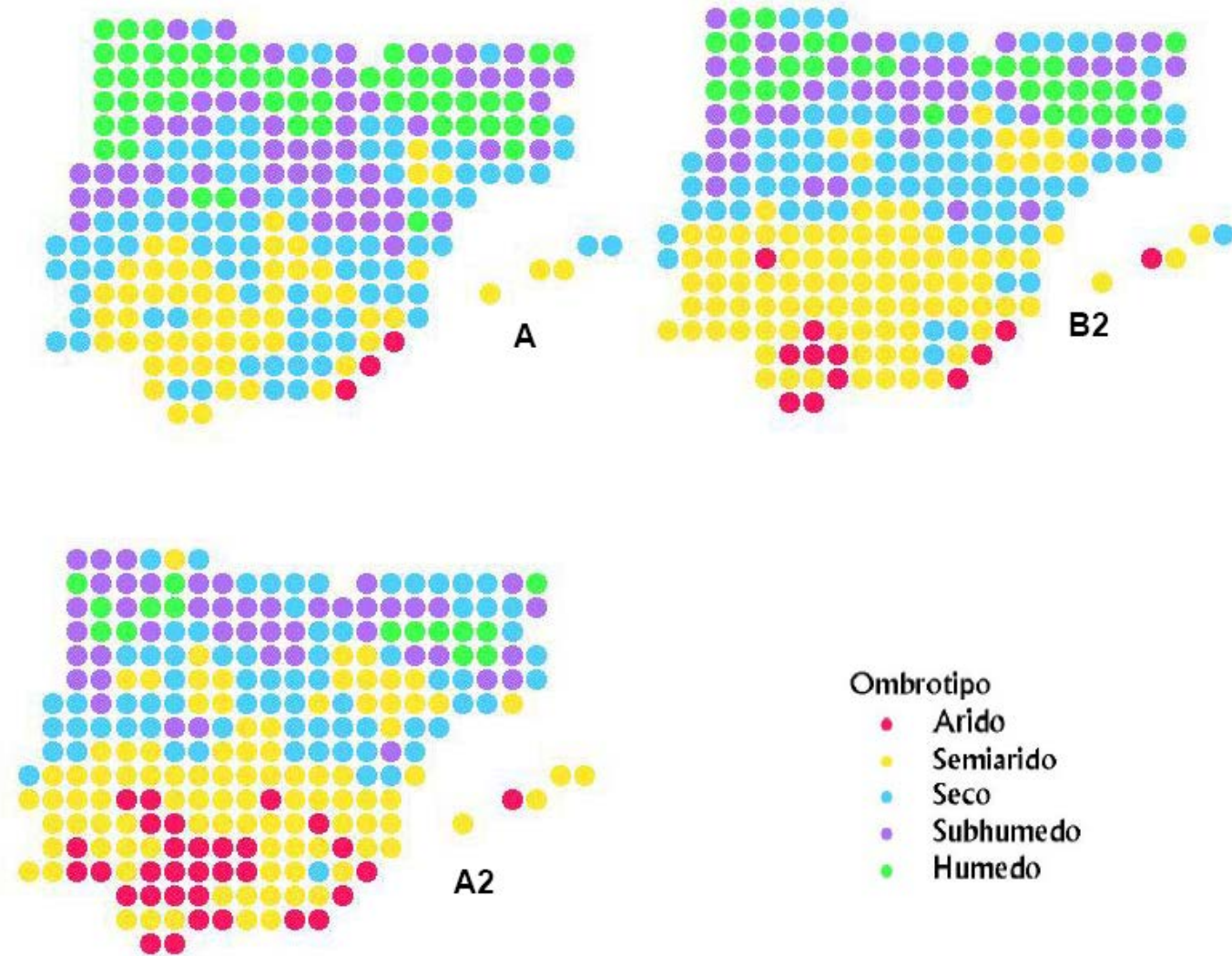
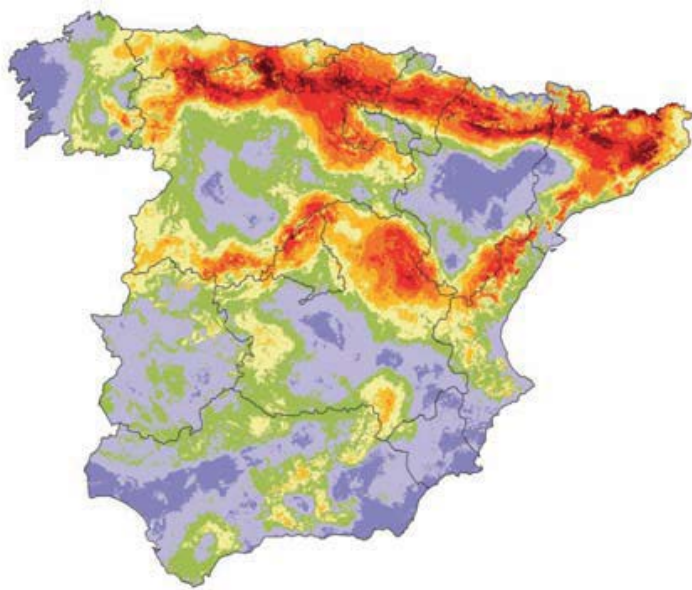
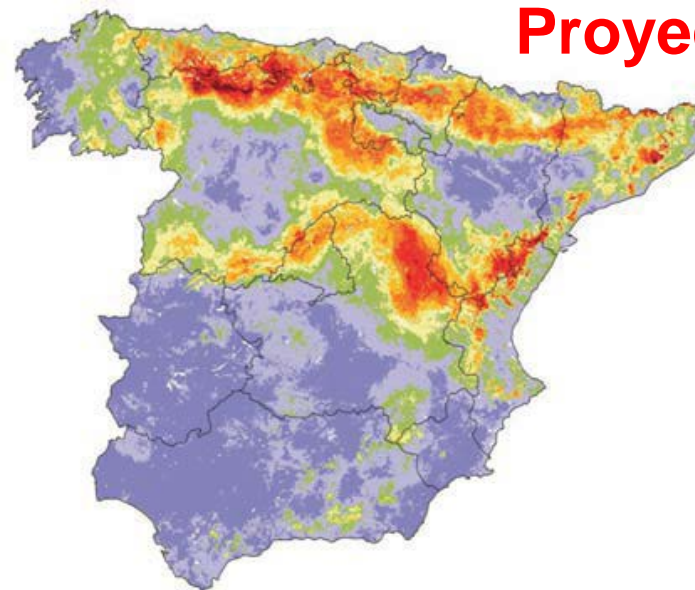


Fig. 5.6. Cambios en la distribución de los pisos bioclimáticos (ombrotipos) de Rivas-Martínez de acuerdo con las proyecciones de Promes (escenarios B2 y A2; A: clima actual).

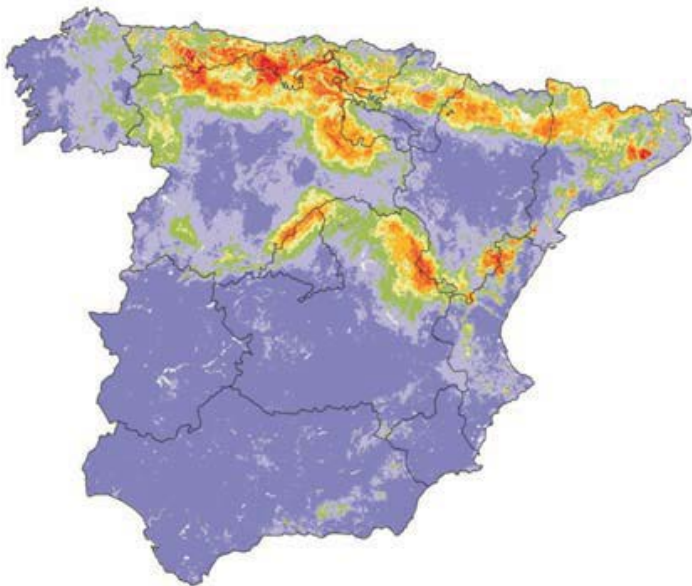
Proyecciones hacia el futuro



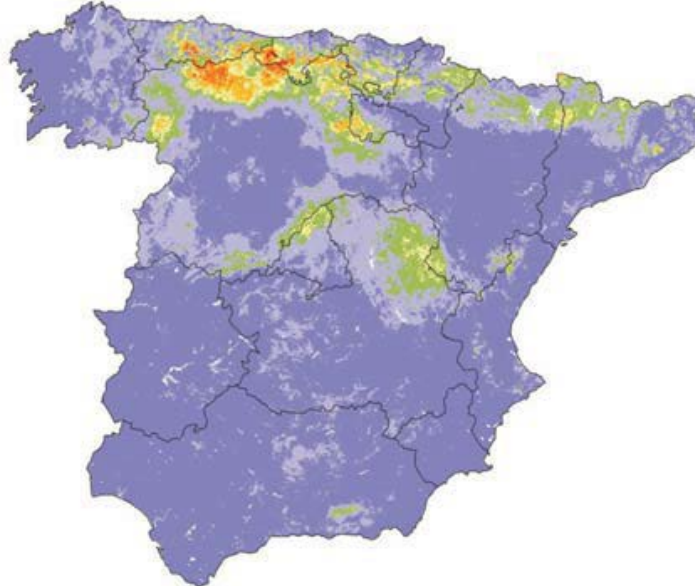
Período 1961-1990



A2/CGCM2/2011-2040



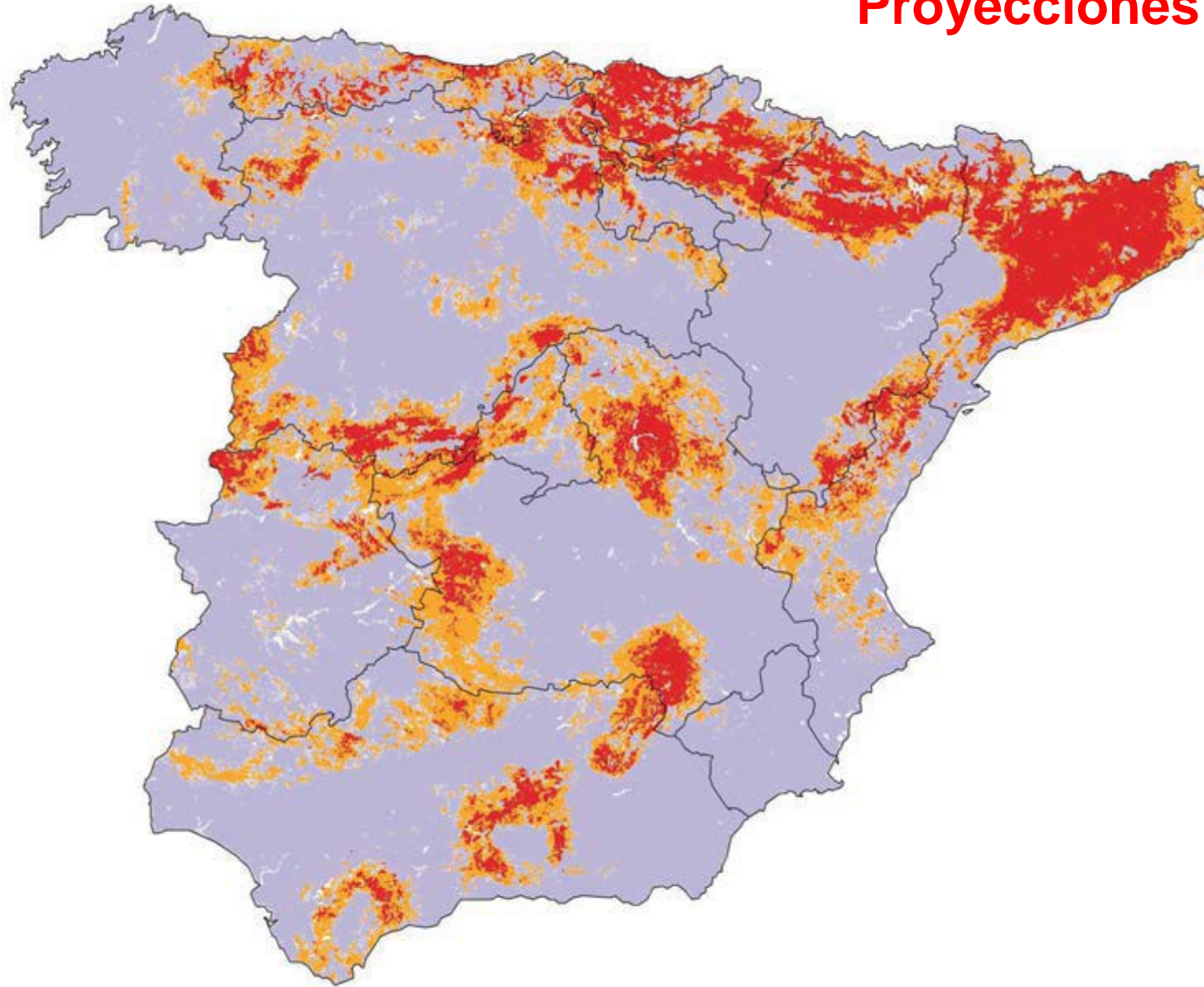
A2/CGCM2/2041-2070



A2/CGCM2/2071-2100

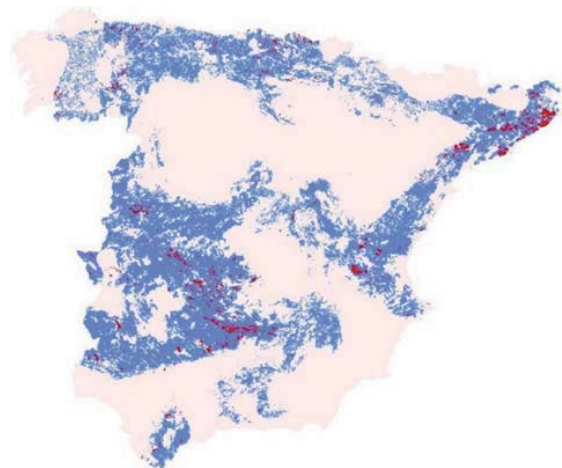
Riqueza específica potencial para el periodo actual y los tres horizontes temporales previstos en la combinación A2/CGCM2. Los valores se representan desde el azul (menos de 6 especies) hasta el rojo (más de 40 especies potenciales). (Felicísimo et al. 2011).

Proyecciones hacia el futuro



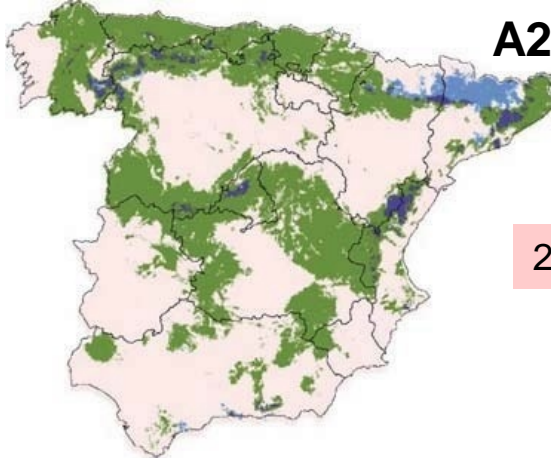
**Zonas críticas por pérdida de riqueza específica para la combinación A2/CGCM2.
Naranja: pérdida de 9 o más especies (percentil 0,75); rojo: pérdida de 13 o más especies (percentil 0,90) (Felicísimo et al. 2011).**

Arbutus unedo



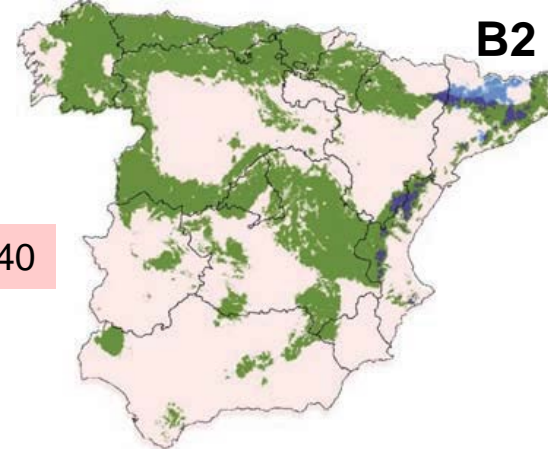
Situación actual

A2



2011-2040

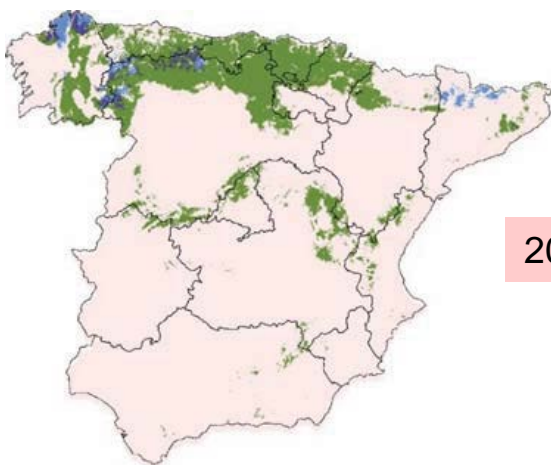
B2



2041-2070



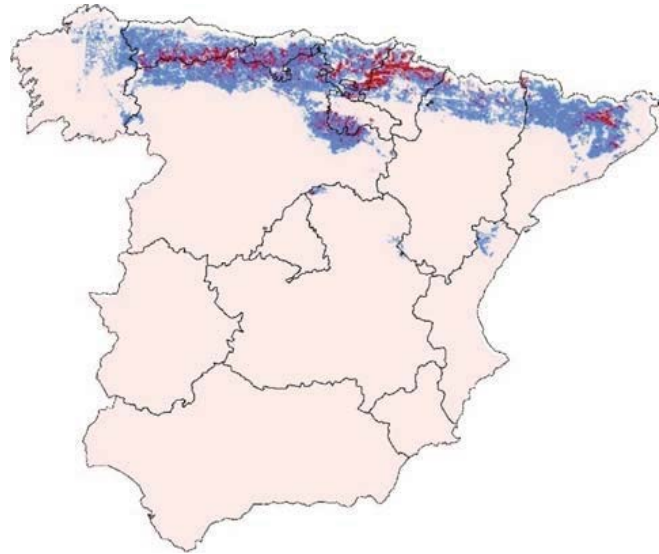
Proyecciones hacia el futuro



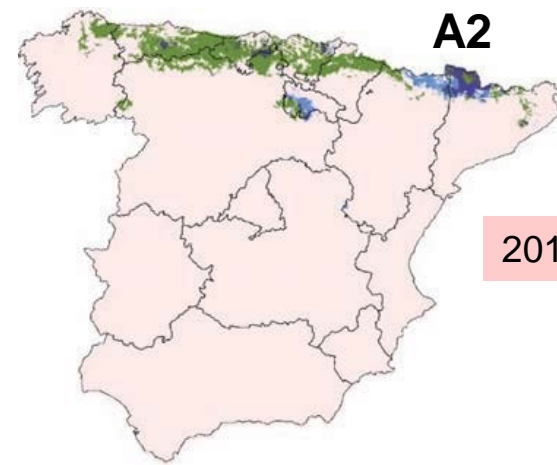
2071-2100



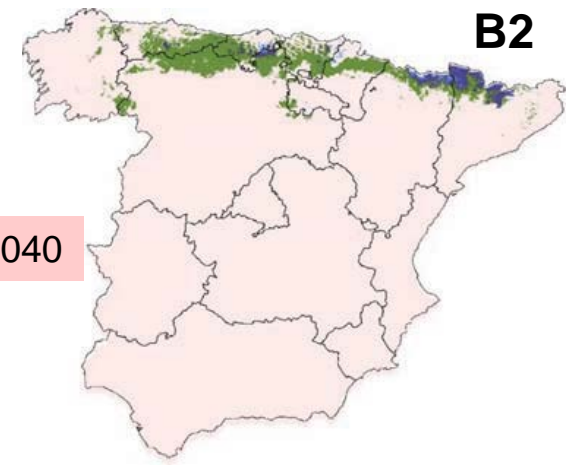
Fagus sylvatica



Situación actual



2011-2040



2041-2070

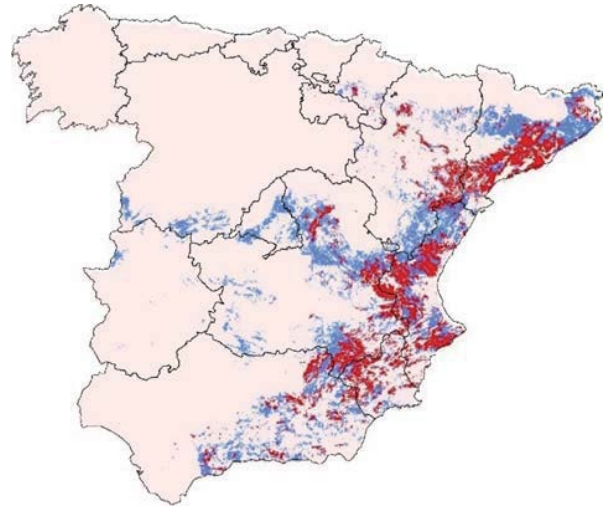


2071-2100

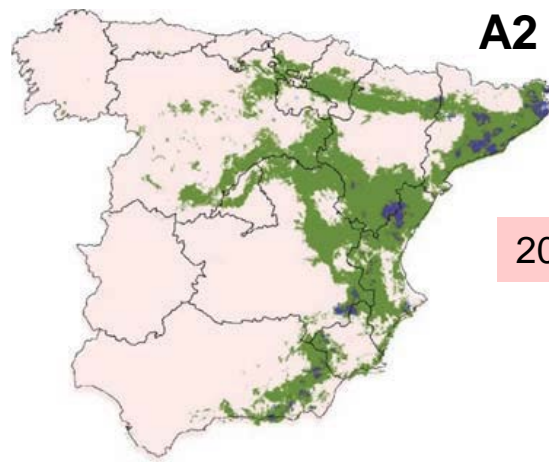


Proyecciones hacia el futuro

Pinus halepensis

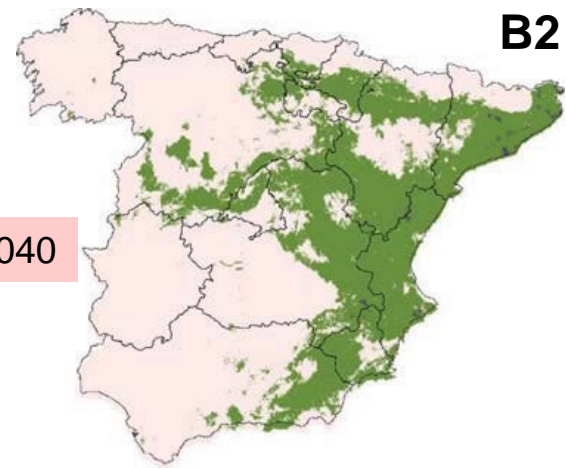


Situación actual



A2

2011-2040



B2



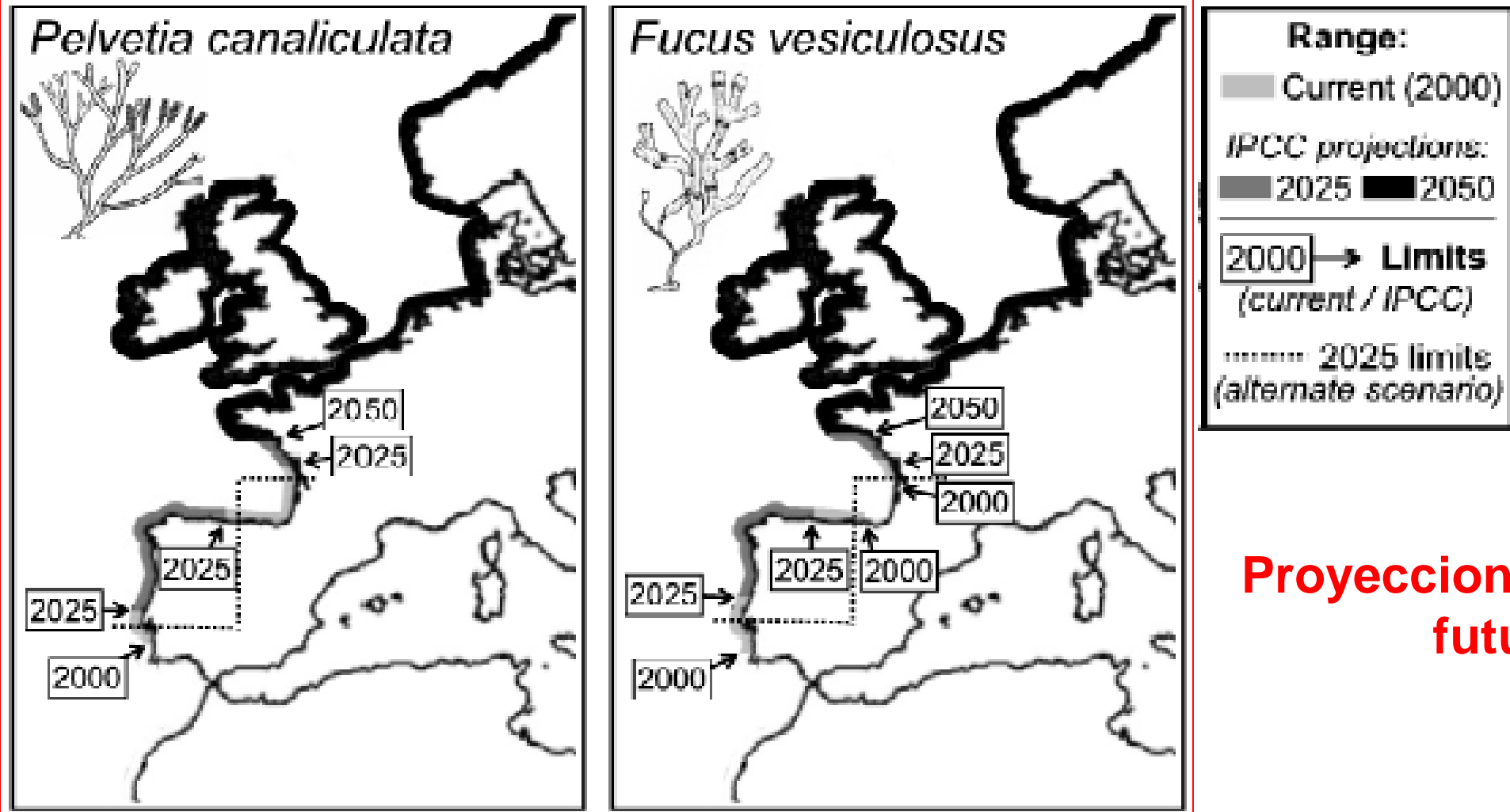
2041-2070



2071-2100



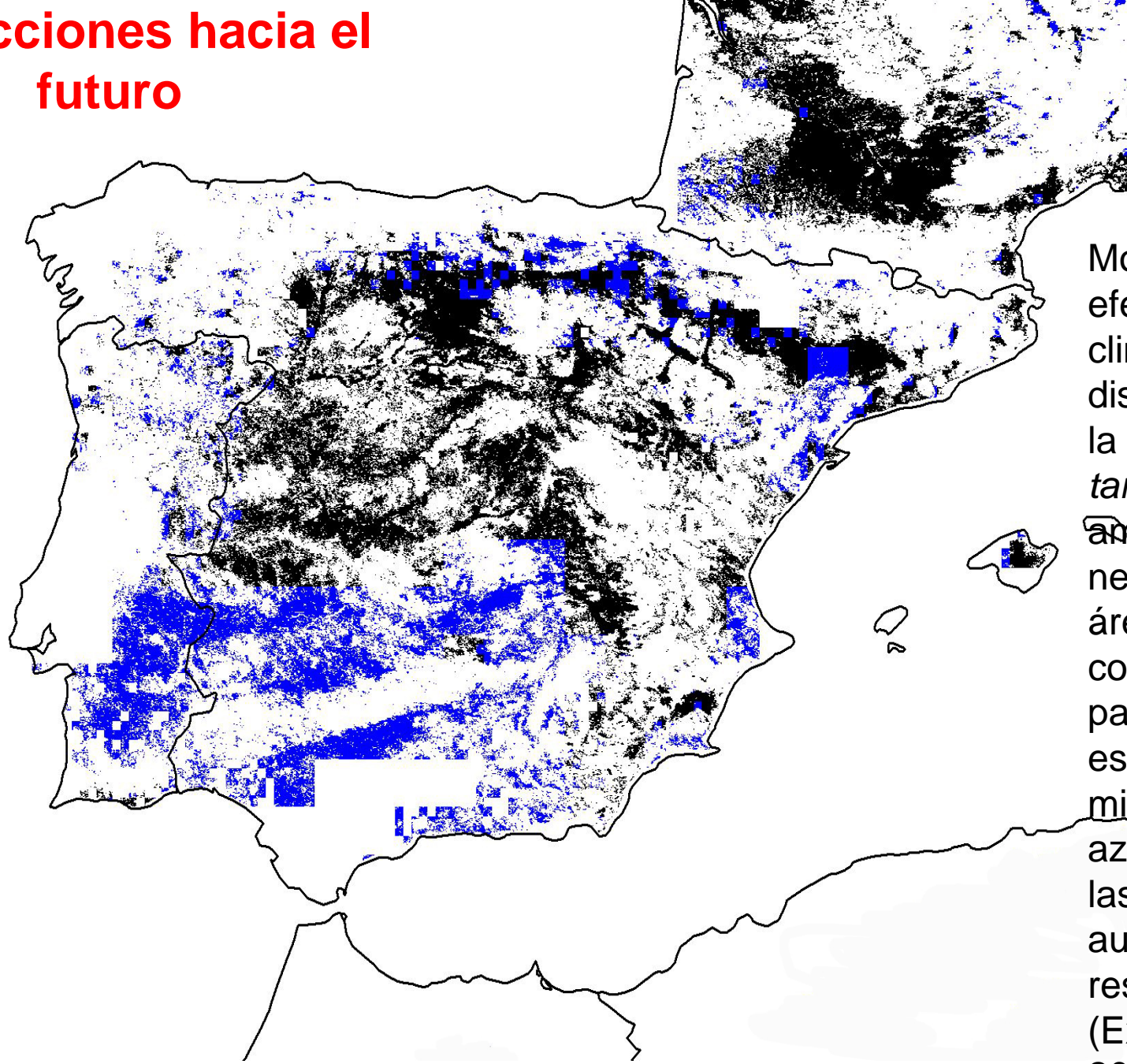
Proyecciones hacia el futuro



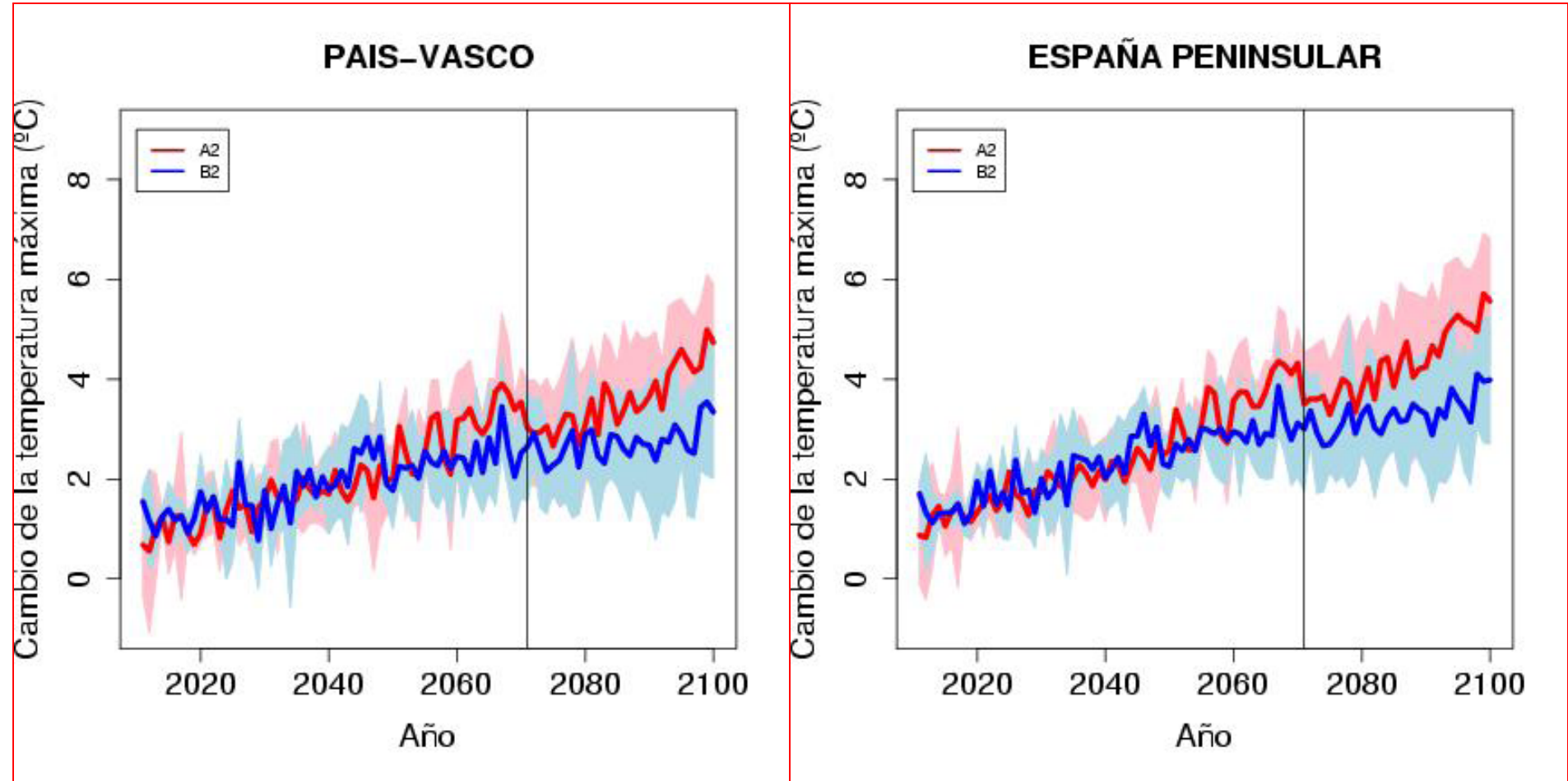
Proyecciones hacia el futuro

Variación de los límites de los límites de distribución de dos especies de macroalgas en función de los cambios de temperatura predichos por los modelos IPCC. (Alcock, 2003).

Proyecciones hacia el futuro

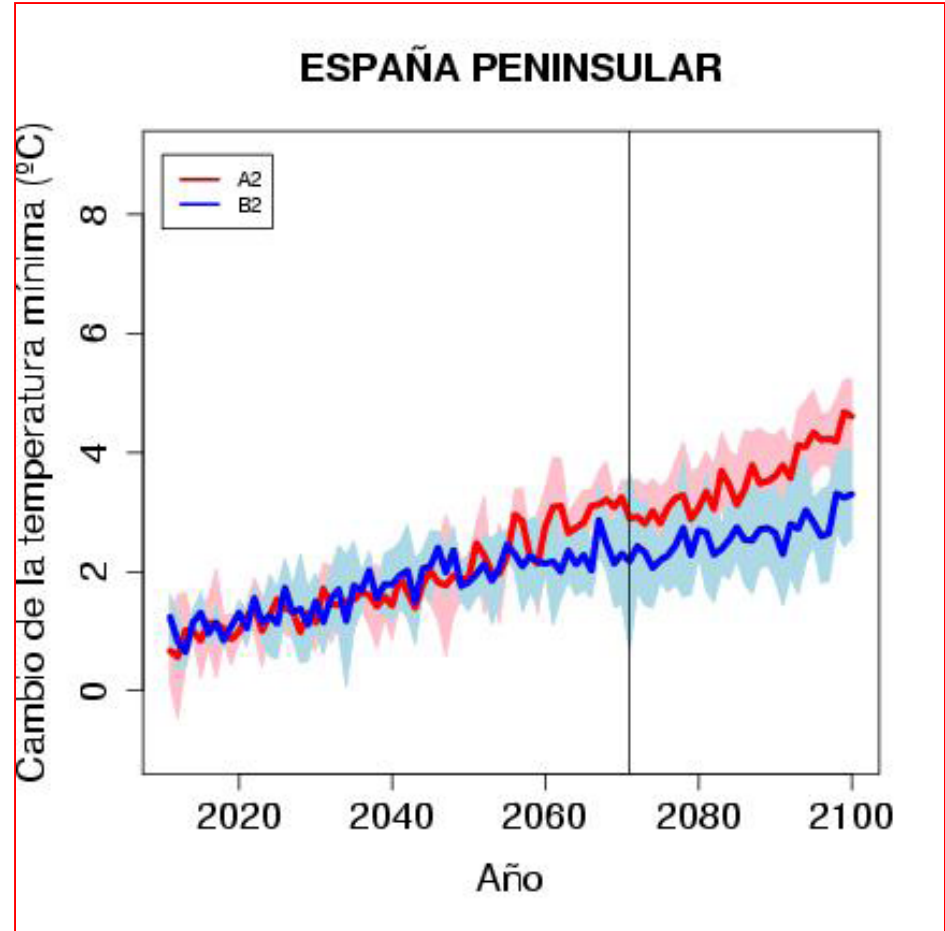
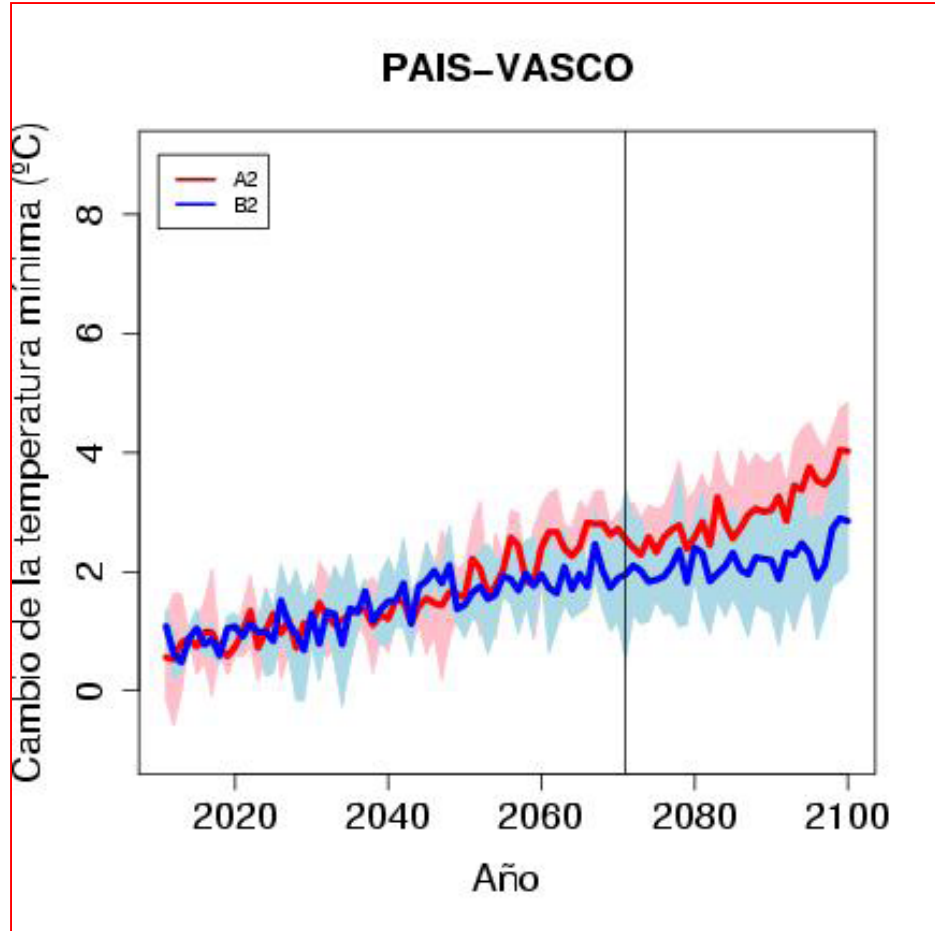


Modelización de los efectos del cambio climático en la distribución potencial de la avutarda Común (*Otis tarda*), una especie amenazada. Los tonos negros-grises indican las áreas que reúnen las condiciones adecuadas para la presencia de la especie en la actualidad, mientras que tonos azules y rosados indican las áreas a reducirse y aumentar en el futuro respectivamente (Extraído de Papes 2003).



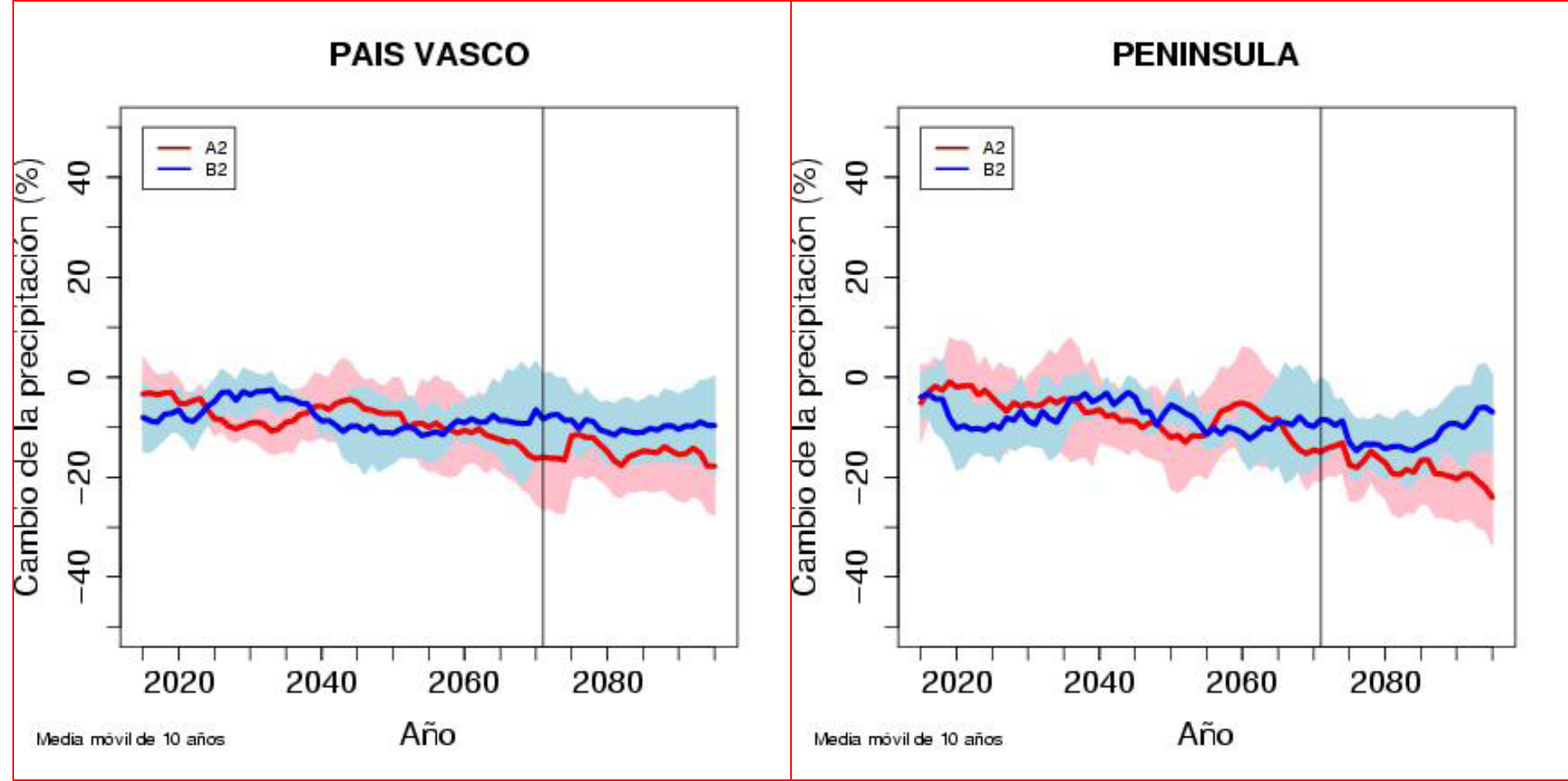
Proyecciones hacia el futuro

**Península Ibérica-País Vasco
Temp.- máximas**

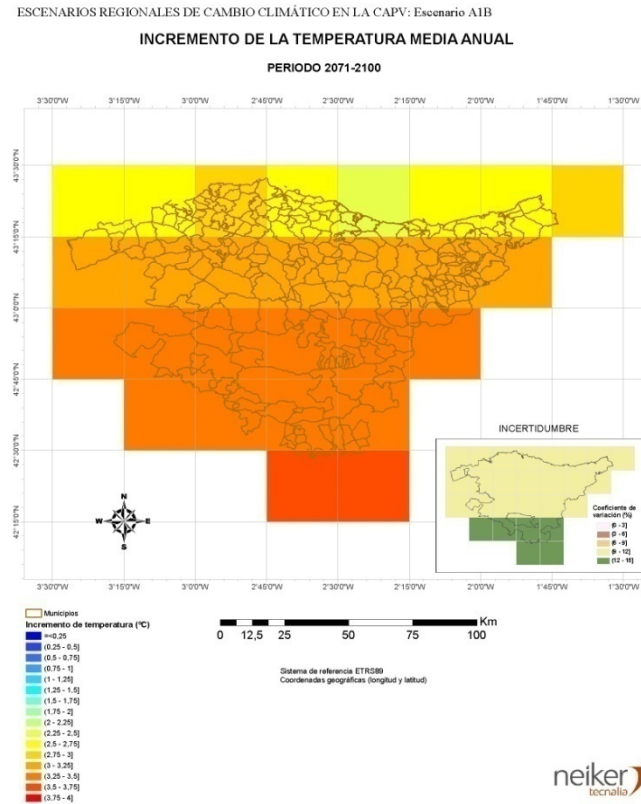
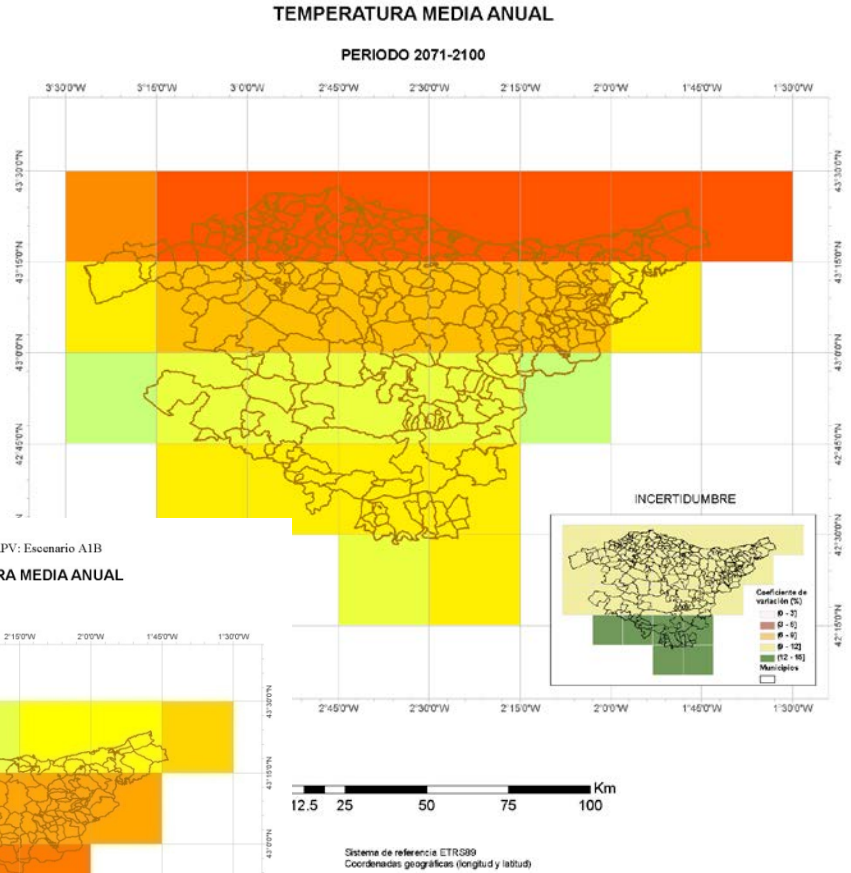
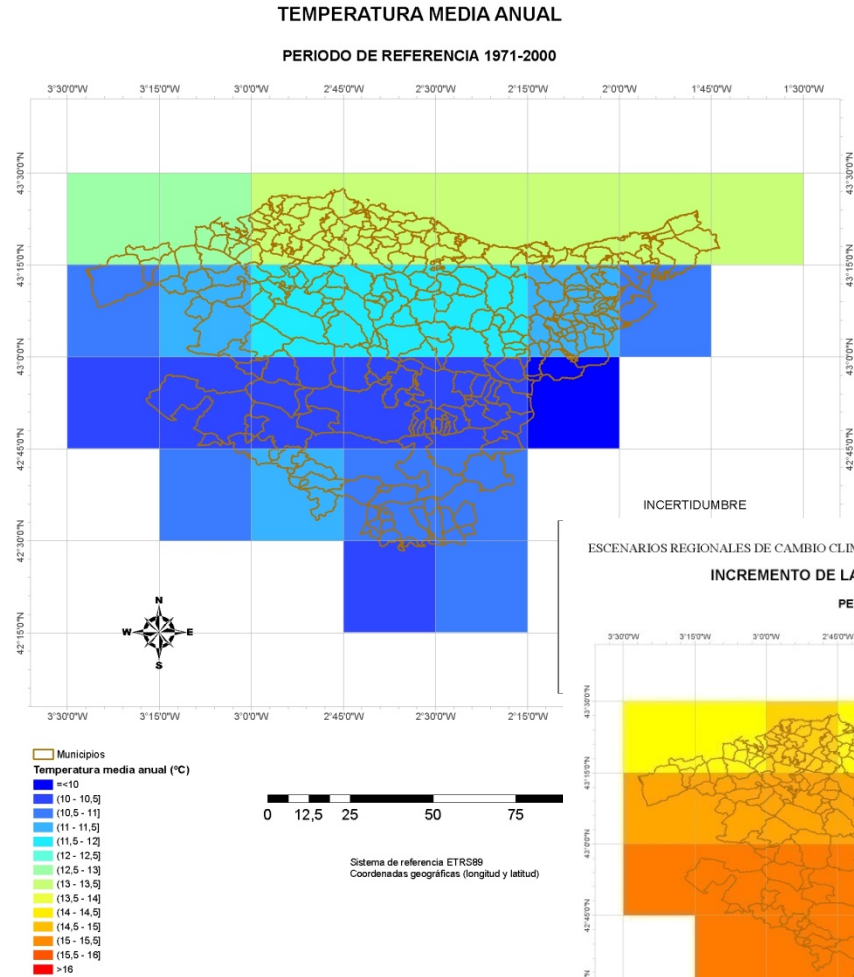


Proyecciones hacia el futuro

**Península Ibérica-País Vasco
Temp.- mínimas**

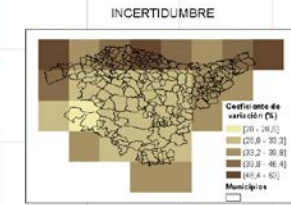
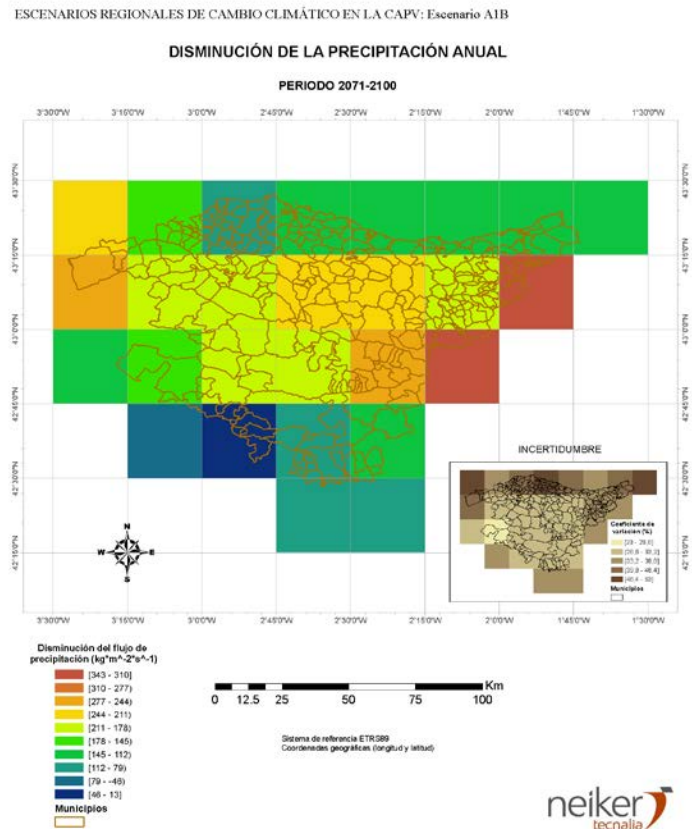
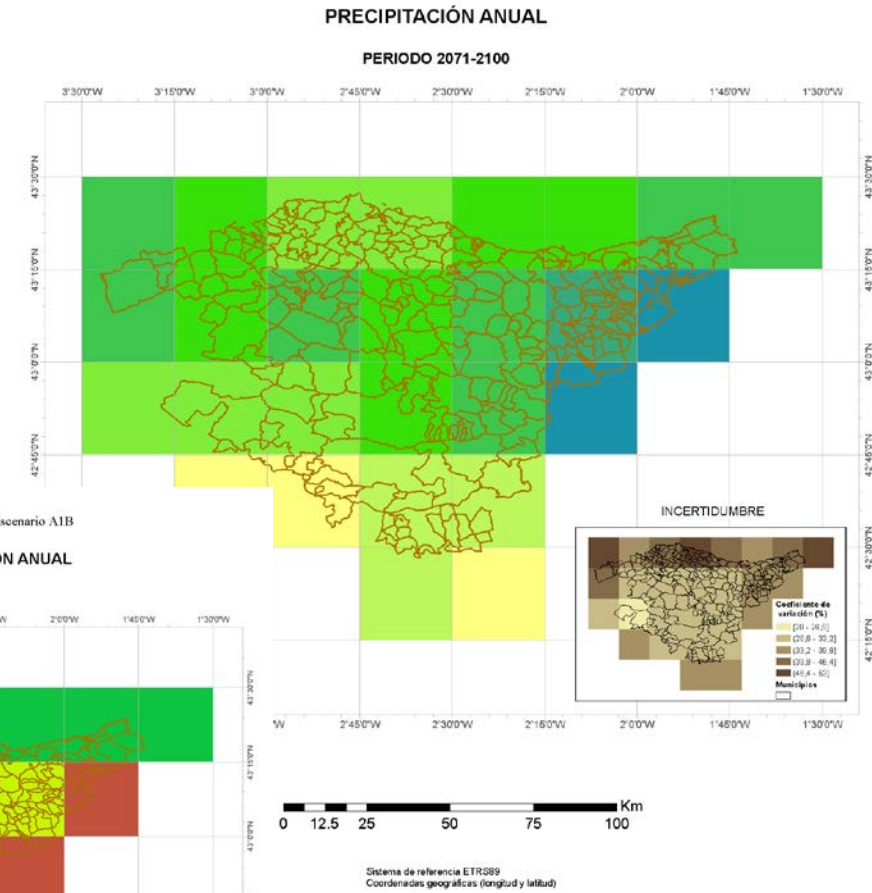
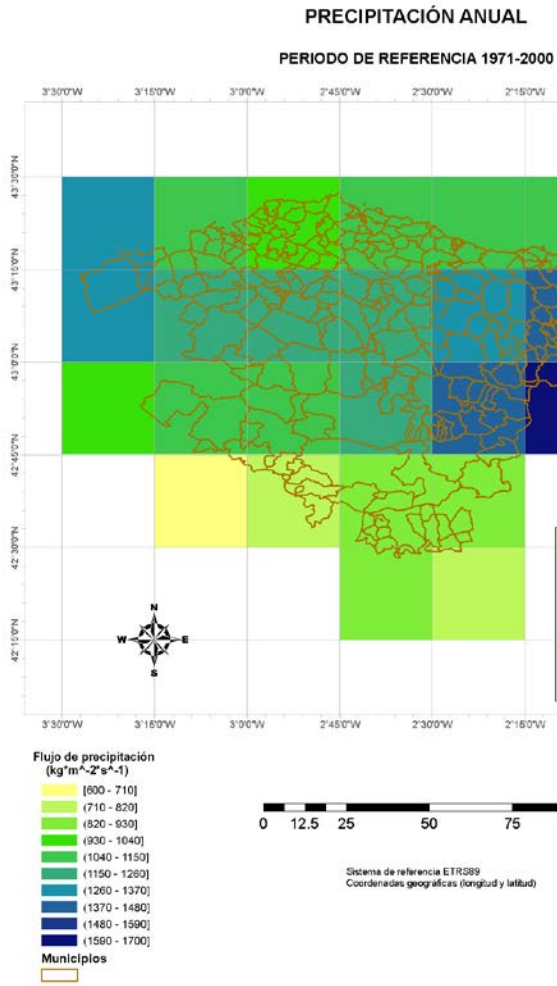


**Península Ibérica-País Vasco
Precipitaciones**



Proyecciones hacia el futuro

ENSEMBLES



Proyecciones hacia el futuro

ENSEMBLES

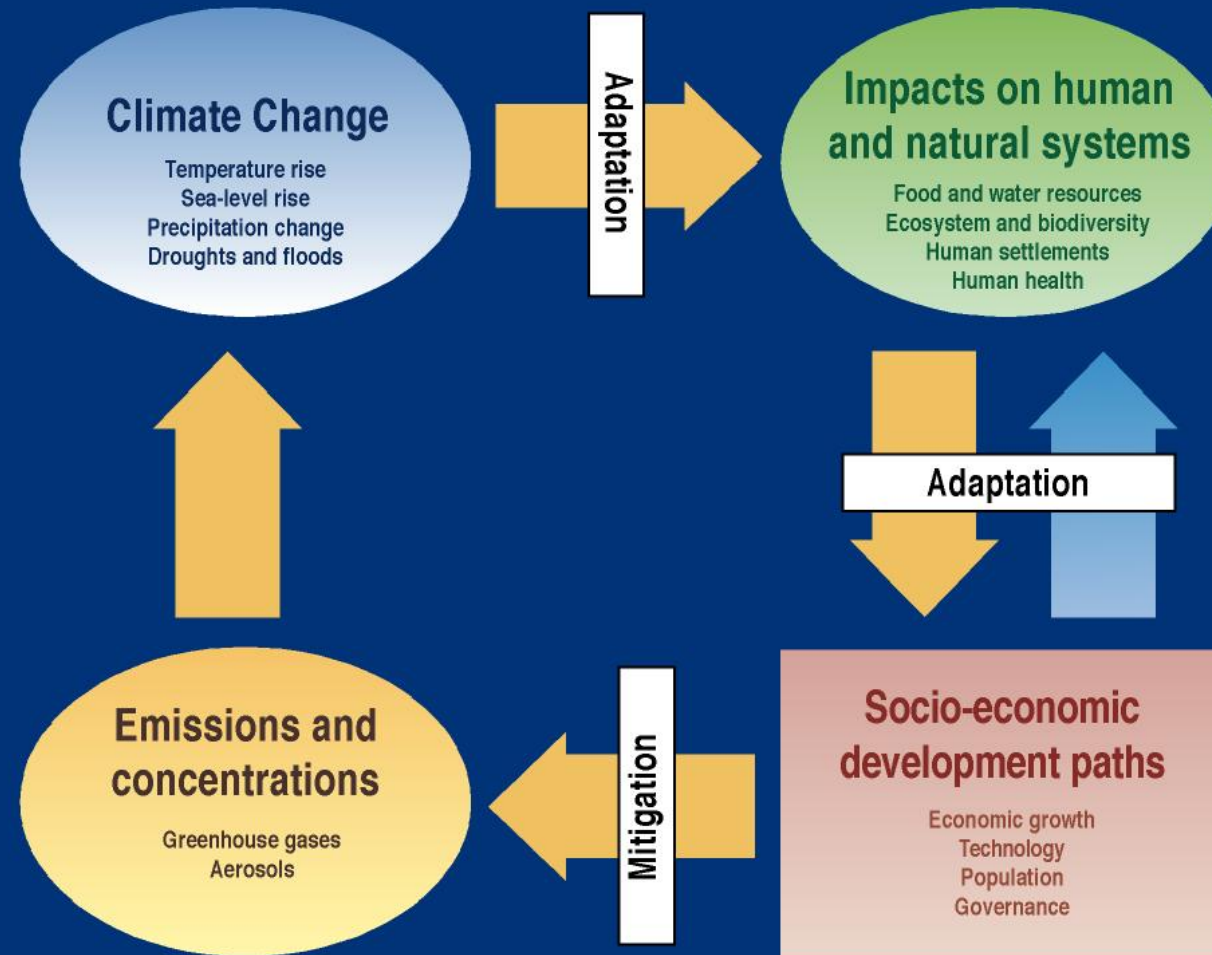
La inercia del cambio climático

Muchos aspectos y efectos del CC se van a prolongar por siglos si no se detienen las emisiones de forma inmediata

- ☪ El calentamiento de la superficie terrestre continuará durante siglos excepto en el RCP2.6
- ☪ La acidificación de los océanos continuará por siglos si las emisiones continúan
- ☪ La elevación del nivel de los mares continuará por siglos a una tasa dependiente de las emisiones

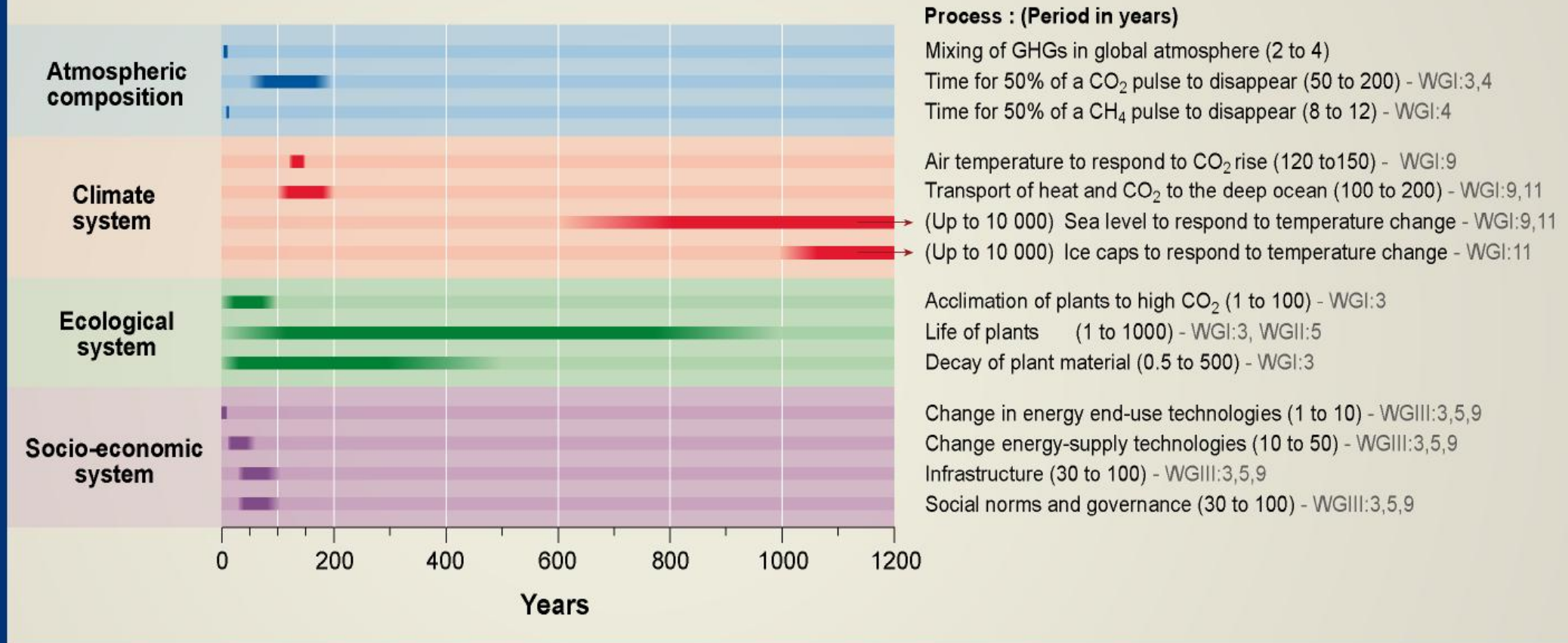
Hay diversos caminos de mitigación que probablemente limiten el calentamiento por debajo de los 2°C en relación a los niveles preindustriales. Estos caminos implican una reducción sustancial de las emisiones en las próximas décadas y llegar a las cero emisiones de CO₂ y de otros GEIs de alta longevidad para el fin del siglo.

Climate Change - an integrated framework



SYR FIGURE 1-1

Characteristic time scales in the Earth system



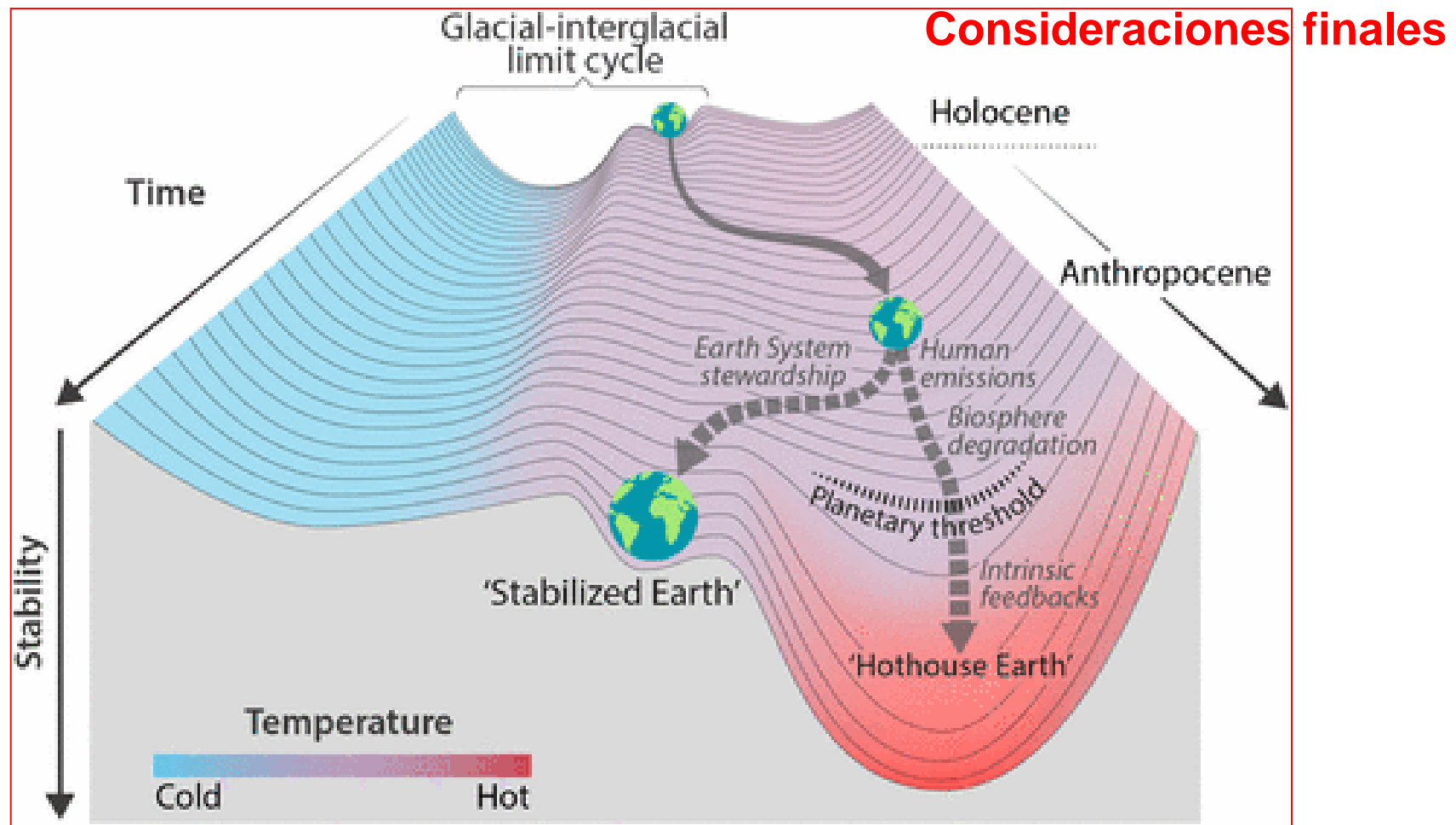
SYR - FIGURE 5-1

El clima de la Tierra está fuertemente ligado a las actividades humanas, y esa influencia ya se manifiesta desde el inicio de las sociedades agrarias y desde entonces se ha venido incrementando, sobre todo desde el inicio de la sociedad industrial

Consideraciones finales

El cambio climático que se produciría en el mundo si las cosas siguieran en el modo de “*business as usual*” serían, de manera resumida las siguientes para finales del S. XXI:

- 1 Posible desaparición completa del hielo marino hacia la última parte del S. XXI
- 2 Incremento en la frecuencia de extremos térmicos, olas de calor y precipitaciones torrenciales
- 3 Incremento de la intensidad de los ciclones tropicales
- 4 Descenso de los recursos hídricos a causa del cambio climático en diversas áreas con aridez estacional, como la Cuenca Mediterránea, el oeste de lo EEUU, el sur de África y el noreste del Brasil
- 5 Posible eliminación del casquete de hielo groenlandés, con la consiguiente contribución a la elevación del nivel de los mares de cerca de 7 m. Sin mitigación, las temperaturas futuras en Groenlandia serán comparables a los niveles estimados para hace 125.000 años, cuando la información paleoclimática sugiere que hubo una elevación del del nivel de los mares de entre 4 y 6 m
- 6 Aproximadamente del 20 al 30% de las especies conocidas verán probablemente incrementado su riesgo de extinción si el incremento en el calentamiento global alcanza los entre 1.5 a 2.5 °C.



Paisajes de estabilidad a lo largo del Holoceno. Los valles representan estados estables y las crestas son puntos de inflexión en un gradiente de temperatura. En el momento actual estamos abocados a adentrarnos en una valle muy estable de calentamiento progresivo del que será cada vez más difícil salir en el futuro. Cabe la posibilidad de revertir el calentamiento y alcanzar una posición semiestable. Esto depende de los cuidados y medidas que apliquemos. ¿En qué posición de estabilidad quedaremos?

There is a rapidly narrowing window of opportunity to enable climate resilient development

Multiple interacting choices and actions can shift development pathways towards sustainability

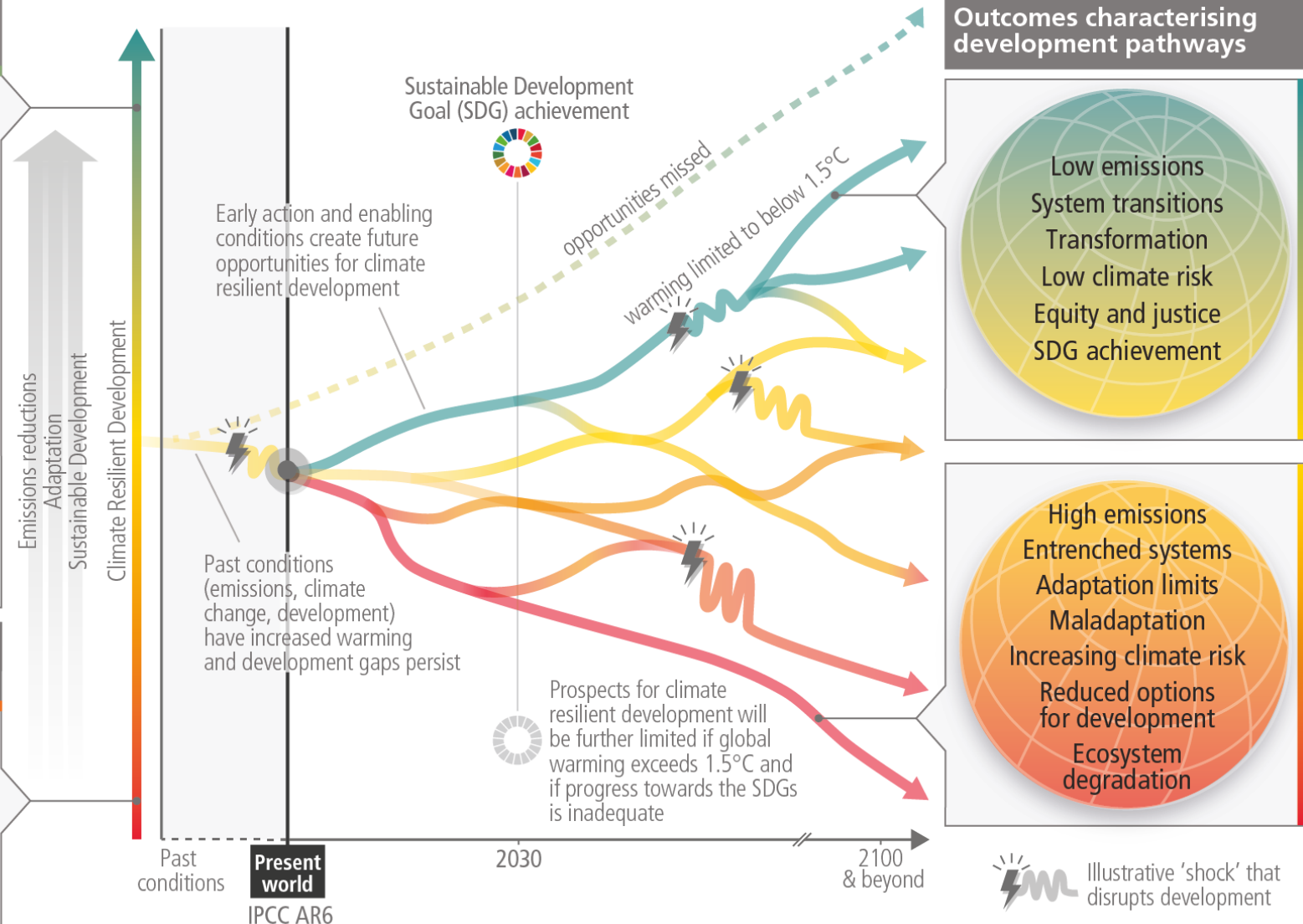
Conditions that enable individual and collective actions

- Inclusive governance
- Diverse knowledges and values
- Finance and innovation
- Integration across sectors and time scales
- Ecosystem stewardship
- Synergies between climate and development actions
- Behavioural change supported by policy, infrastructure and socio-cultural factors



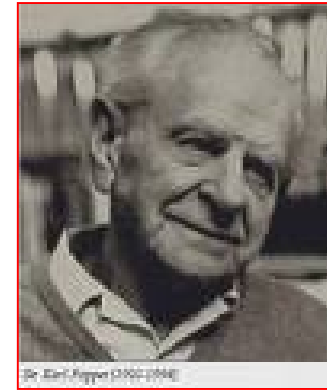
Conditions that constrain individual and collective actions

- Poverty, inequity and injustice
- Economic, institutional, social and capacity barriers
- Siloed responses
- Lack of finance, and barriers to finance and technology
- Tradeoffs with SDGs



Consideraciones finales

La ciencia no es una disciplina generadora de certezas, sino de **explicaciones plausibles** y racionales sobre fenómenos de la naturaleza observados, las cuales se **revisan constantemente** y se desechan en cuanto deviene otra explicación más ajustada a las observaciones. No **está al servicio ni de doctrinas ni de intereses**, sino que avanza en busca de la verdad, a sabiendas de que los postulados que se establecen serán, con toda probabilidad, **sustituidos por otros** en el futuro. Esta aparente debilidad, es en realidad su fuerza y la razón de que la ciencia actúe como disolvente corrosivo de las religiones e ideologías doctrinarias.



La ciencia funciona a base de hipótesis, no de verdades: nadie puede saber con absoluta certeza el futuro, pero eso no nos detiene a la hora de hacer previsiones sobre él, como cuando gastamos ingentes cantidades de dinero en la educación de nuestros hijos sin saber, con certeza, el resultado que se vaya a obtener de tales inversiones.

Consideraciones finales

En lo relativo al clima de la tierra, sabemos lo suficiente para actuar sabiamente.

La Tierra funciona como una máquina térmica regulada por un complejo y delicado sistema de “termostato” en el que el CO₂ juega un importante papel en el mantenimiento de los equilibrios. El tiempo de residencia de este gas en la atmósfera es de aproximadamente un siglo lo que determina las inercias en las respuestas.

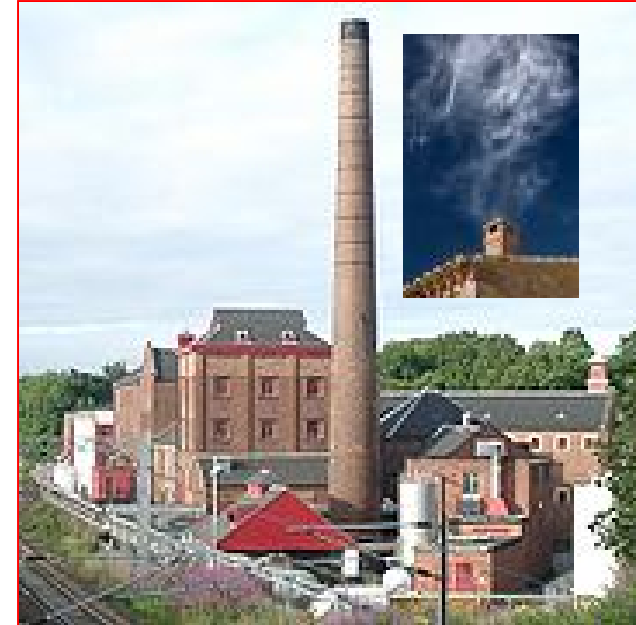
Por ello, el cambio climático (CC) es una consecuencia (al menos en parte) de la polución atmosférica, polución causada por gases y aerosoles que producimos los humanos y cuya composición y cantidades conocemos con gran precisión.

Consideraciones finales

Es una cuestión que no puede ser resuelta sino por nosotros, y se trata de darle una solución que permita que el CC no exceda niveles inasumibles y ello se logre a un coste aceptable como para no poner en peligro nuestro estilo de vida. Para ello todos estamos llamados a contribuir, a diferencia de temas como el agujero de ozono o la pérdida de biodiversidad, en los que el gran público ha sido mero espectador.

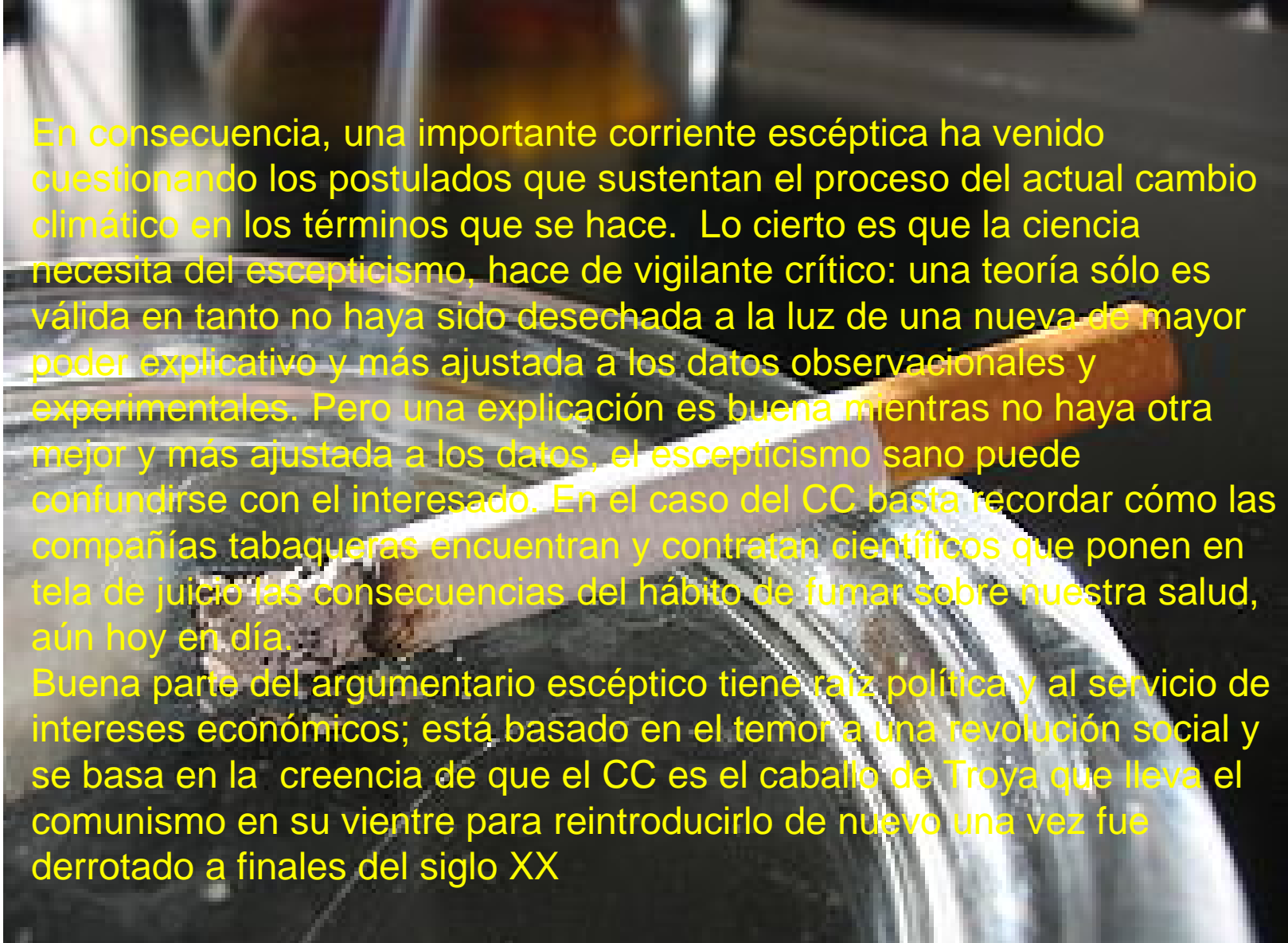
La transición a una economía libre de carbono desde una carbono-dependiente se puede lograr si se alcanzan los acuerdos necesarios, se cumplen éstos y se ultiman los avances tecnológicos necesarios.

El 70% de las personas vivas ahora lo estará en 2050, cuando el CC sea mucho más notorio, de modo que es un asunto que va a afectar a casi cada familia de planeta.



El escepticismo al CC **Consideraciones finales**

El CC ha venido a poner en tela de juicio nuestro modelo económico-social: el crecimiento permanente e indefinido están cuestionados; ello levanta los fantasmas de las crisis sociales del pasado reciente



En consecuencia, una importante corriente escéptica ha venido cuestionando los postulados que sustentan el proceso del actual cambio climático en los términos que se hace. Lo cierto es que la ciencia necesita del escepticismo, hace de vigilante crítico: una teoría sólo es válida en tanto no haya sido desechada a la luz de una nueva de mayor poder explicativo y más ajustada a los datos observacionales y experimentales. Pero una explicación es buena mientras no haya otra mejor y más ajustada a los datos, el escepticismo sano puede confundirse con el interesado. En el caso del CC basta recordar cómo las compañías tabaqueras encuentran y contratan científicos que ponen en tela de juicio las consecuencias del hábito de fumar sobre nuestra salud, aún hoy en día.

Buena parte del argumentario escéptico tiene raíz política y al servicio de intereses económicos; está basado en el temor a una revolución social y se basa en la creencia de que el CC es el caballo de Troya que lleva el comunismo en su vientre para reintroducirlo de nuevo una vez fue derrotado a finales del siglo XX

La humanidad está atrapada en un pacto con el diablo, en un símil de Fausto, es decir, está entregada una economía basada en los combustibles fósiles: lo que produce bienestar ahora, producirá catástrofe en el futuro. Algún día llegará, en este mismo siglo, en el que la influencia humana sobre el clima será tan abrumadora que superará a la de los factores naturales. Entonces, ante la evidencia, la industria del seguro y los tribunales no podrán hablar más de Actos Divinos, porque incluso el más irracional de nosotros podría haber previsto las consecuencias. En su lugar, la justicia, si funcionara correctamente, estaría obligada a adjudicar responsabilidades por las acciones humanas que hayan causado los cambios que dan lugar al nuevo clima. ¿Cambiarán entonces las cosas?

Injusticia intergeneracional



INTERGENERATIONAL INJUSTICE

**“OUR PARENTS DID NOT KNOW THAT THEIR ACTIONS
COULD HARM FUTURE GENERATIONS. WE WILL ONLY
BE ABLE TO PRETEND THAT WE DID NOT KNOW.”**

James Hansen y sus nietos



Sophie, Opa and Connor celebrate good letter.

Consideraciones finales

En medio de nuestra gran fiesta del consumo irrestricto, nadie se atreve a quitar la música, apagar las luces y mandar a todo el mundo a su casa, pero si eso no pasa, el sistema se ajustará solo, de forma brusca y probablemente dramática



¡Muchas gracias!