



Aldaketa Klimatikoaren | Fundación de Cambio | Climate Change
Gipuzkoako Fundazioa | Climático de Gipuzkoa | Foundation of Gipuzkoa

Fundación Naturklima

Información climática global

INDICE

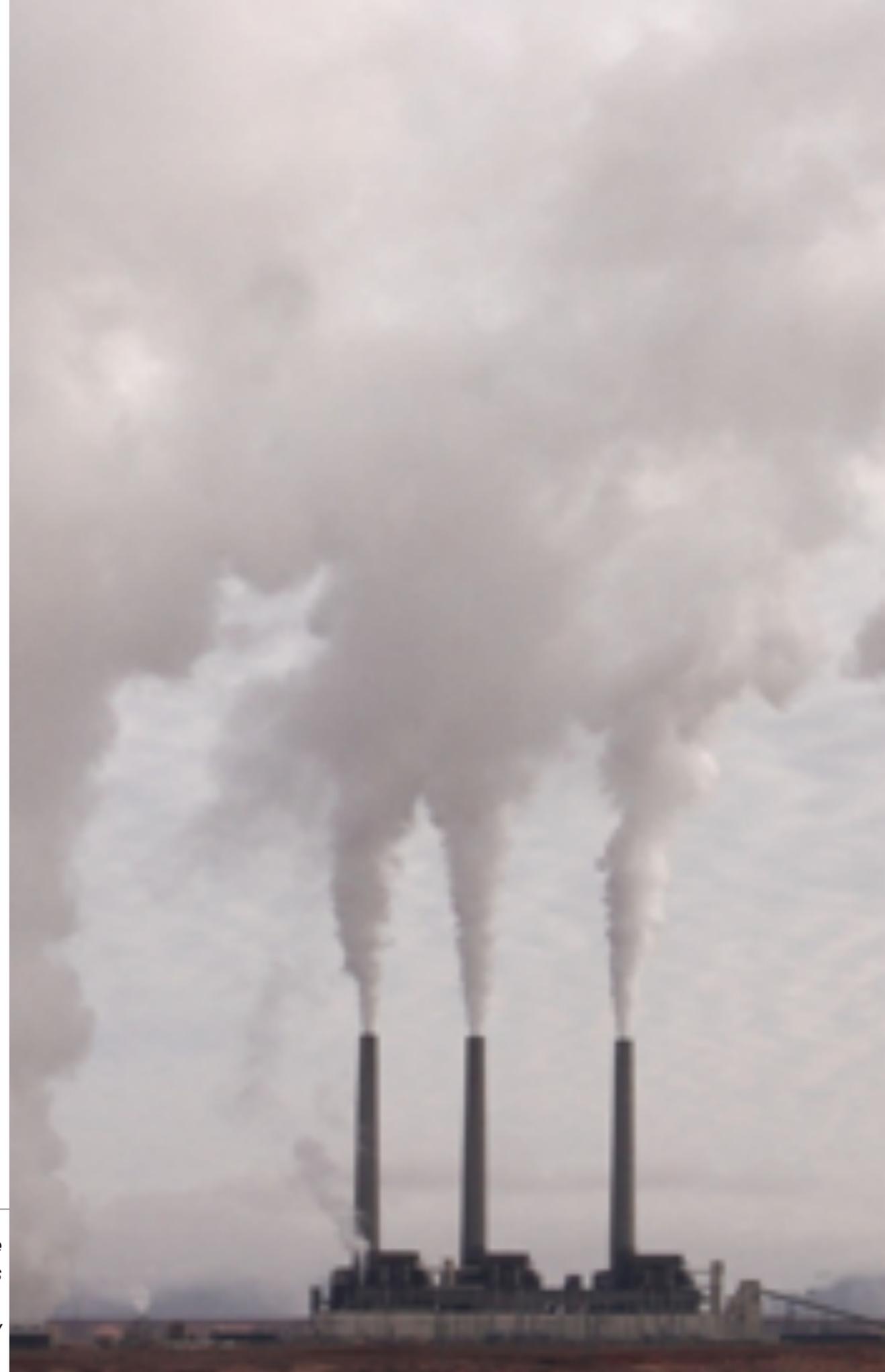
- Principales variables climáticas
- Niveles de calentamiento global
- Escenarios: mapas, diagramas, datos
- Adaptación y mitigación

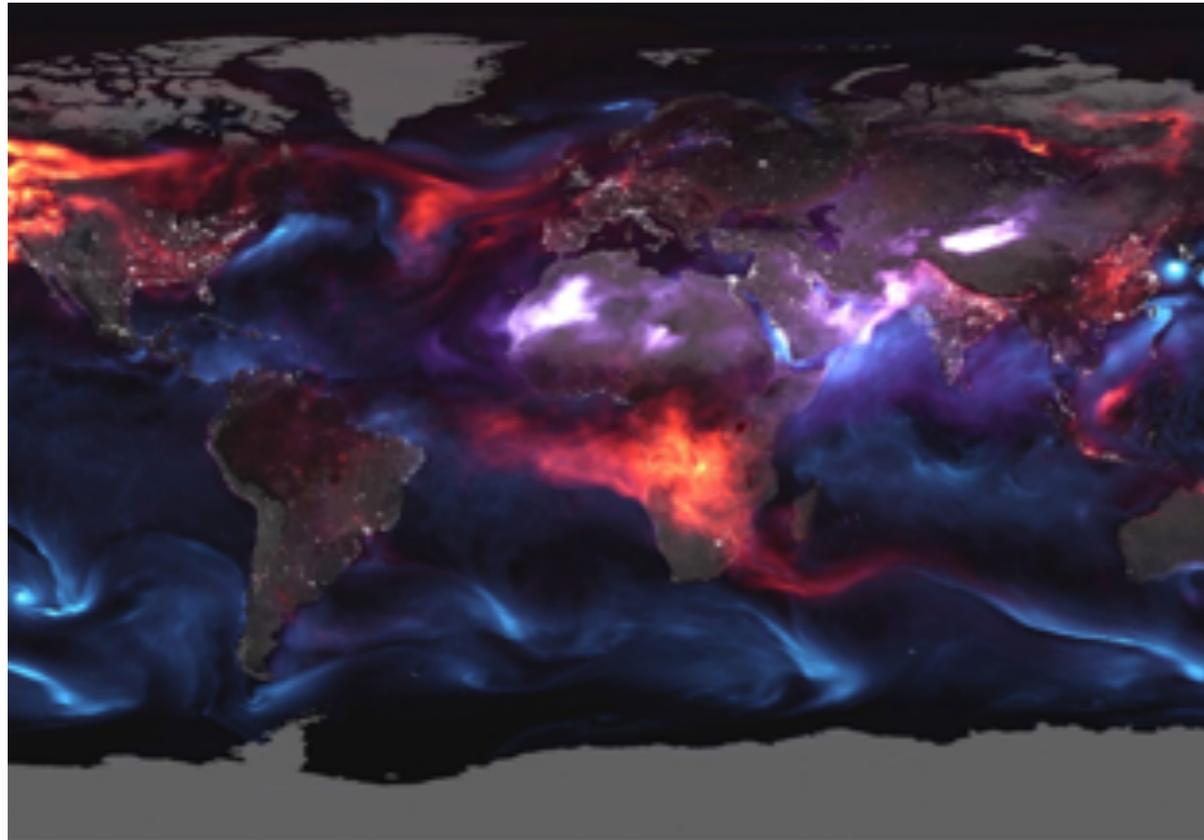
PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS

GEIs o Gases de Efecto Invernadero

Conjunto de gases presentes en la atmósfera que absorben la radiación solar y retienen el calor, efecto invernadero, siendo claves para el desarrollo de la vida en el planeta. Los más importantes son el vapor de agua, el metano, el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el ozono y los gases clorofluorocarbonados que son gases artificiales.

*Figura 1: el efecto invernadero se ve acrecentado por las emisiones de gases procedentes de las actividades humanas.
Fuente pixabay*





Aerosoles atmosféricos

Conjunto de partículas microscópicas en suspensión en la atmósfera y que influyen de forma importante en el balance radiativo sobre la tierra, al absorber y reflejar la radiación solar y al actuar como núcleos de condensación de las nubes.

Figura 2: aerosoles atmosféricos en un año de graves incendios en Norteamérica y África (2018). Fuente NASA



Nubes

Conjunto de minúsculas partículas de agua, en estado líquido o sólido, suspendidas en la atmósfera conforman las nubes. Juegan un papel clave para la vida en el planeta ya que reflejan o retienen la radiación solar, enfriando o calentando la Tierra.

Figura 3: nube de origen antropogénico bautizada como "homogenitus". Fuente: Organización meteorológica mundial

Cubierta de tierra

Hace referencia al tipo de suelo físico que cubre una región de la Tierra: bosque, zona agrícola, humedal, superficie impermeable, mar abierto, etc

Humedad de suelo

Se trata de una variable climática esencial definida como la cantidad de agua contenido por volumen de tierra y es fundamental, entre otros, en el ciclo del agua o en los procesos agrícolas.

Fuego

Es un factor agravante del cambio climático ya que se estima que en torno al 25-35% de las emisiones de GEIs son debidas a la quema de materia orgánica (biomasa) durante los incendios.

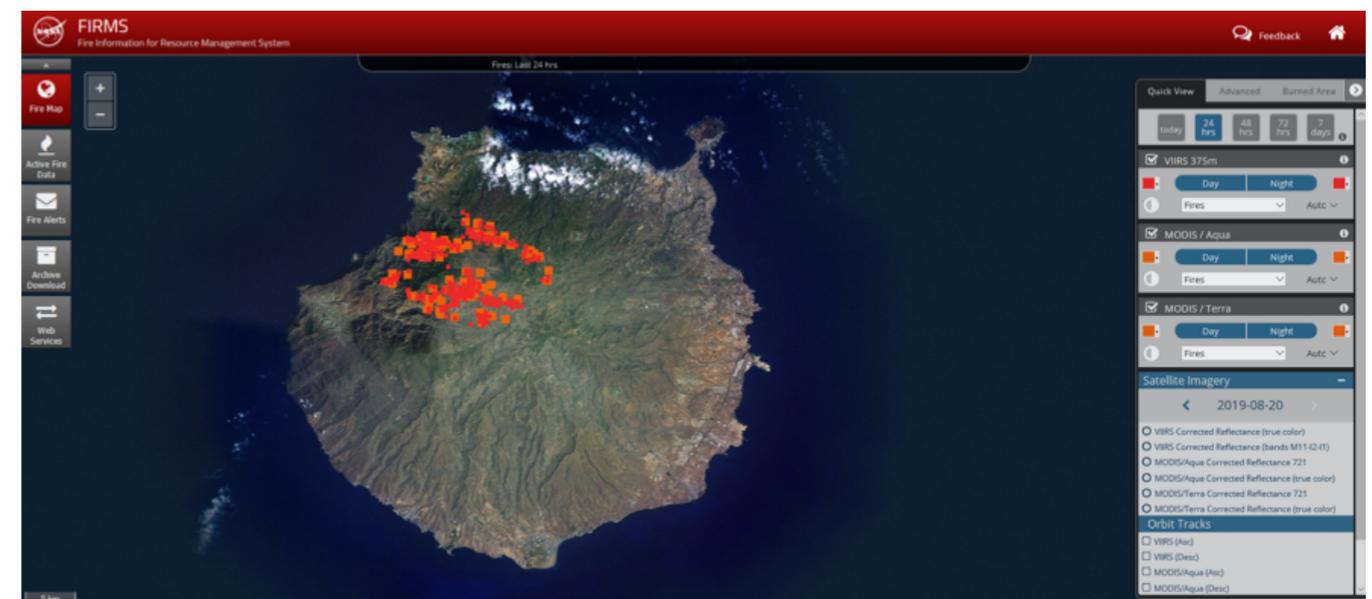
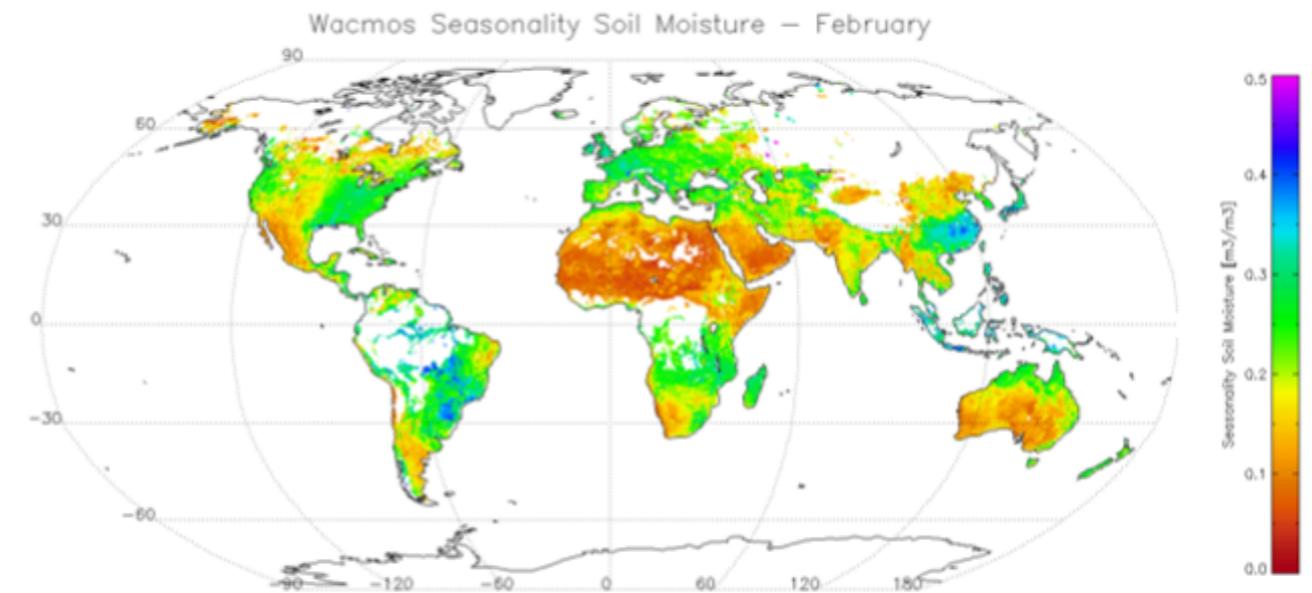
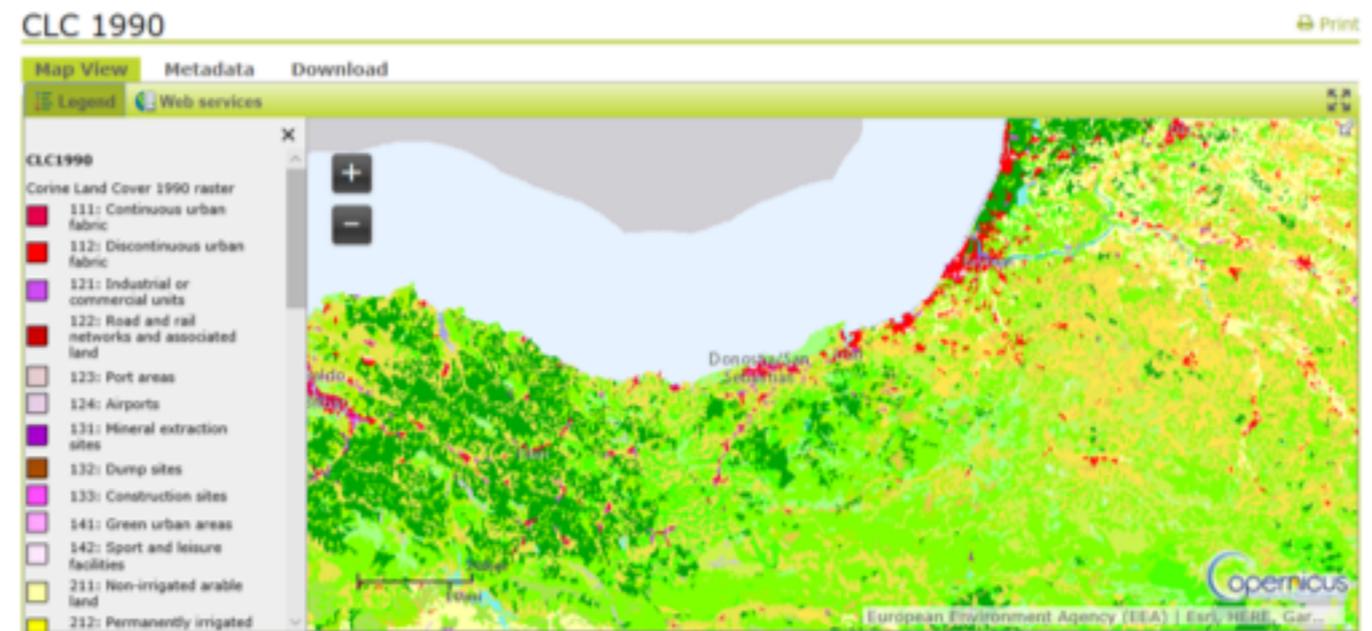
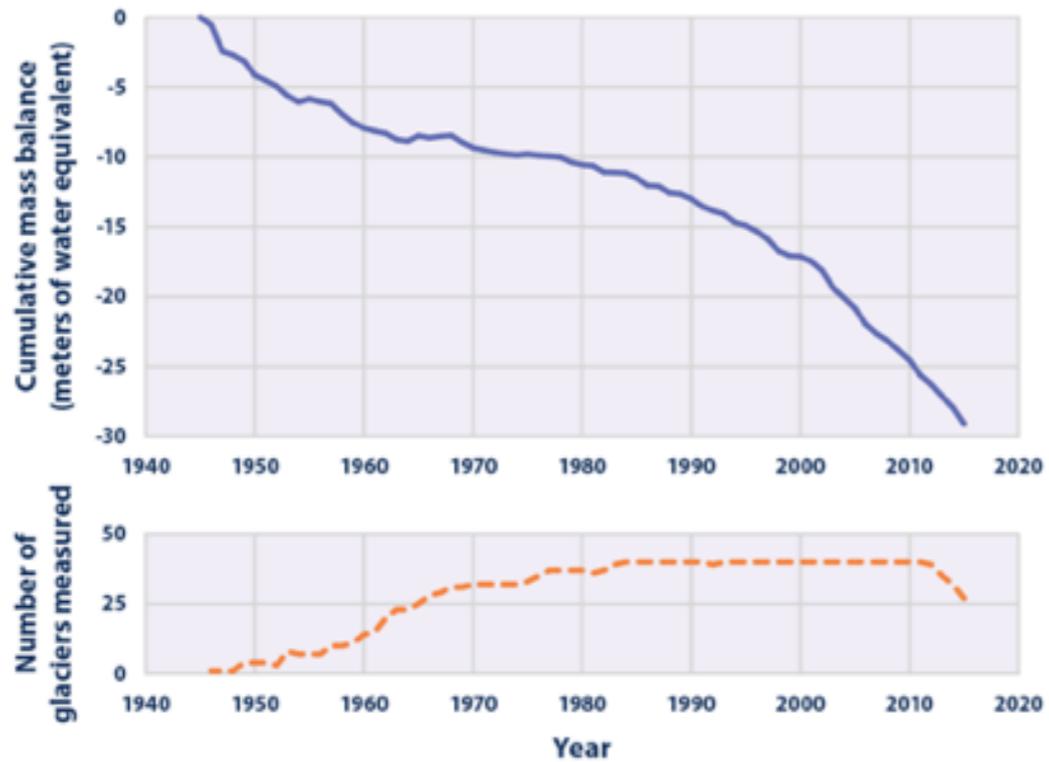


Figura 4: Cubierta de tierra en Gipuzkoa. Fuente: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-1990>

Figura 5: humedad del suelo a escala global. Fuente: Instituto de Cambio Climático <http://www.esa-ghg-cci.org/>

Figura 6: mapa de incendios en la Isla de Gran Canaria. Fuente: NASA – FIRMS <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#z:11;c:-15.4,27.9;d:2019-08-19..2019-08-20>

Average Cumulative Mass Balance of "Reference" Glaciers Worldwide, 1945–2015



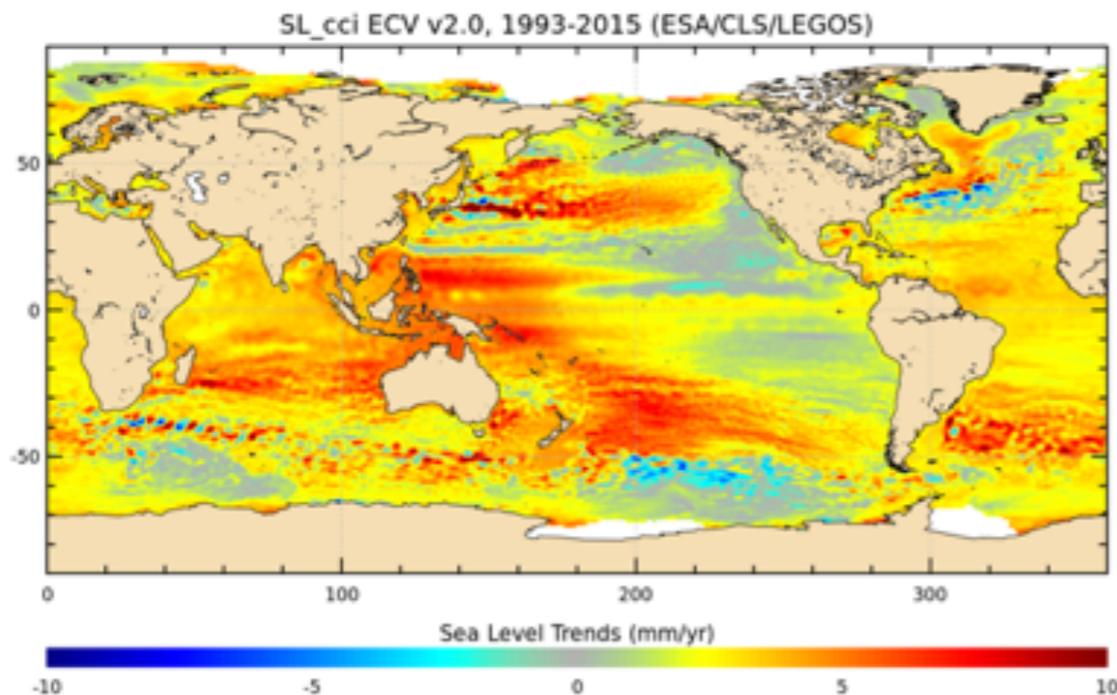
Data source: WGMS (World Glacier Monitoring Service). 2016 update to data originally published in: WGMS, 2015. Global glacier change bulletin no. 1 (2012–2013). Zemp, M., I. Gärtner-Roer, S.U. Nussbaumer, F. Hüsler, H. Machguth, N. Mölg, F. Paul, and M. Hoelzle (eds.). ICSU (WDS)/IUGG (IACS)/UNEP/UNESCO/WMO. Zurich, Switzerland: World Glacier Monitoring Service. http://wgms.ch/downloads/WGMS_GGCB_01.pdf

For more information, visit U.S. EPA's "Climate Change Indicators in the United States" at www.epa.gov/climate-indicators.

Glaciares

Son gruesas masas de hielo que se forman en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristalización de la nieve. Son de gran importancia como reservas de agua ya que acumulan más del 75 por ciento del agua dulce de la Tierra y forman parte del ciclo hidrológico.

Figura 7: variación en el número y masa de los glaciares en todo el planeta. Fuente: EPA <https://www.epa.gov/sites/production/files/styles/large/public/2016-07/glaciers-download1-2016.png>



Nivel del mar

El nivel medio global de los océanos es un indicador muy sensible del cambio climático, el aumento de temperatura del agua, el deshielo de glaciares en tierra y de grandes masas de hielo en las zonas polares provocan un aumento del nivel del mar y una disminución de su salinidad.

Figura 8: variación en el nivel del mar a escala global. Fuente: AEE <http://www.esa-ghg-cci.org/>

Color del océano

La absorción o dispersión de los rayos solares que provocan los componentes del agua de mares y océanos determinan el color de éstos. Las moléculas de agua absorben prácticamente todo el espectro de radiación salvo el azul, mientras que el fitoplancton presente en el agua, y que contiene clorofila, absorbe el espectro azul de la radiación y no tanto el verde lo que explica que en zonas con fuerte presencia de este vegetal el océano se vea de tonos verdosos y en aguas con menos vida el tono sea azul intenso.

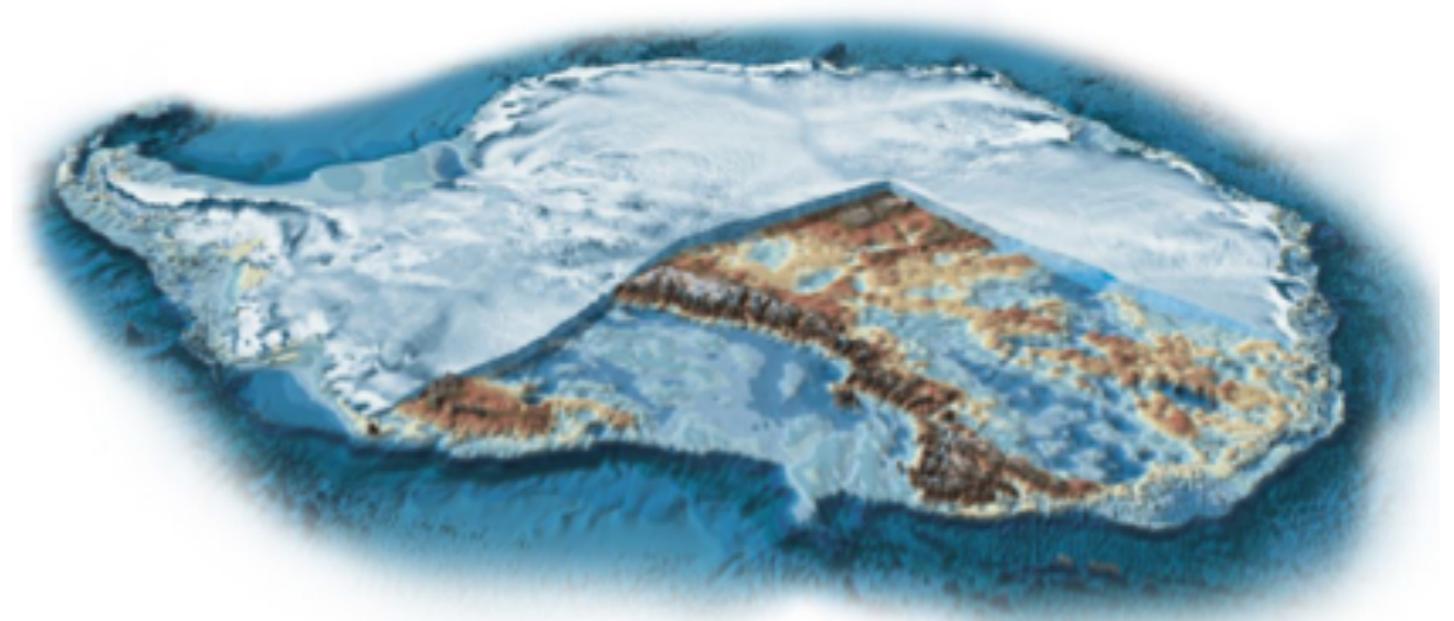
Figura 9: tonos verdes y azules intensos en el archipiélago de Ilhabela (Brasil). Fuente: NASA <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/gallery/640/>



Placas de hielo

Son grandes masas de hielo glaciar cuya superficie supera los 50.000 Km², de ahí que se conozcan también como glaciares continentales. Actualmente sólo existen dos sobre la Tierra, la Antártida y Groenlandia. El calentamiento global está provocando que estas placas de hielo se fundan, aumentando el nivel del mar y disminuyendo la salinidad del agua.

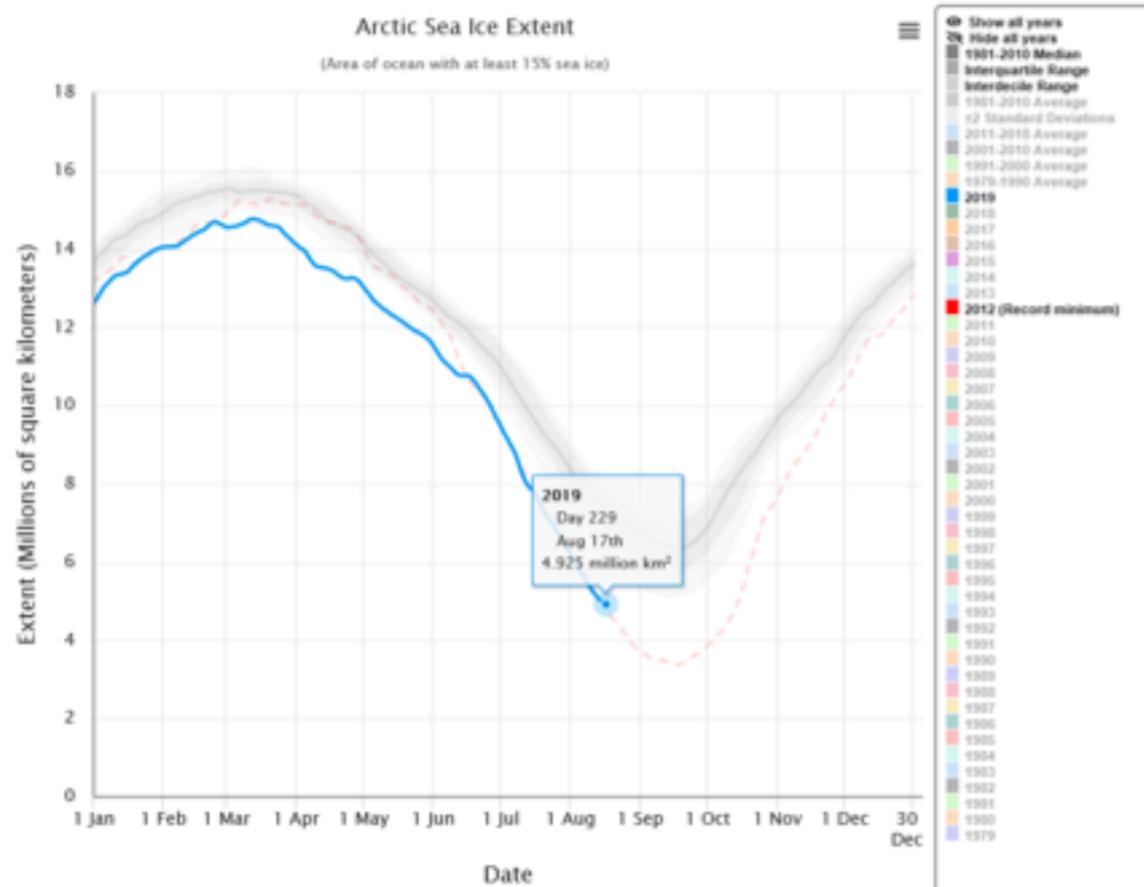
Figura 10: sección de la Antártida que muestra la tierra bajo la gruesa capa de hielo. Fuente: National Geographic <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/ice-sheet/>



Charctic Interactive Sea Ice Graph

[At home](#)
[Twitter](#)
[Share](#)
[LinkedIn](#)
[Email](#)

Arctic **Antarctic** Start month: Colors: Invert colors Vertical gridlines



Hielo marino

Es agua de mar congelada que flota sobre la superficie oceánica cubriendo millones de kilómetros cuadrados. En el Ártico, parte del hielo marino persiste anualmente mientras en la Antártida se funde y se forma nuevamente con cada invierno polar, se trata de hielo estacional. Se cree que el hielo marino Ártico juega un papel vital en la regulación climática.

Figura 11: extensión de hielo marino en los últimos 40 años, la tendencia en 2019 es hacia el mínimo histórico de 2012. Fuente: NSIDC <https://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>

NIVELES DE CALENTAMIENTO GLOBAL

Los niveles de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) han variado a lo largo de la historia del planeta. Sin embargo, en los últimos miles de años se han mantenido constantes y con ello también lo ha hecho la temperatura media de la Tierra. Pero, desde la Revolución Industrial, los niveles de emisiones de estos GEIs han aumentado considerablemente, el efecto invernadero se ha intensificado y la temperatura en el planeta está aumentando dando lugar a lo que se denomina calentamiento global. En el mundo científico, el término más utilizado es cambio climático ya que tanto los regímenes de viento como las corrientes oceánicas mueven el calor alrededor de la Tierra, enfriando algunas zonas y calentando otras; lo que provoca también cambios en la cantidad de lluvia y nieve que cae y, en consecuencia, provoca un cambio climático a escala planetaria más allá del aumento de la temperatura media.

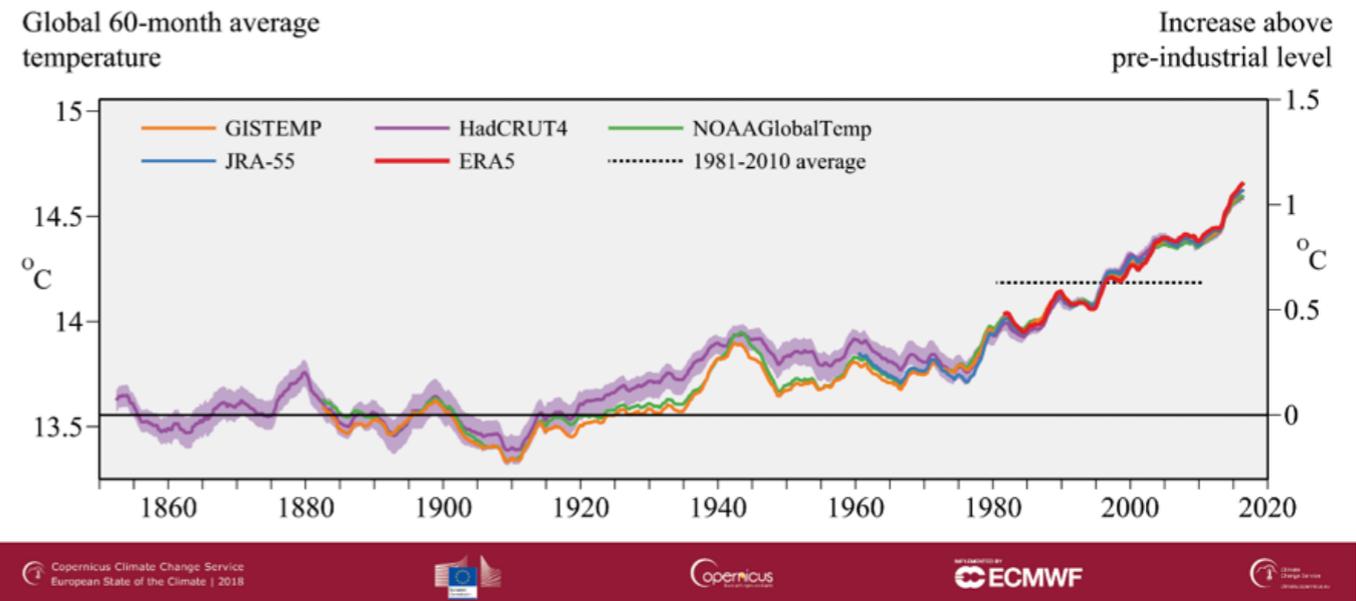
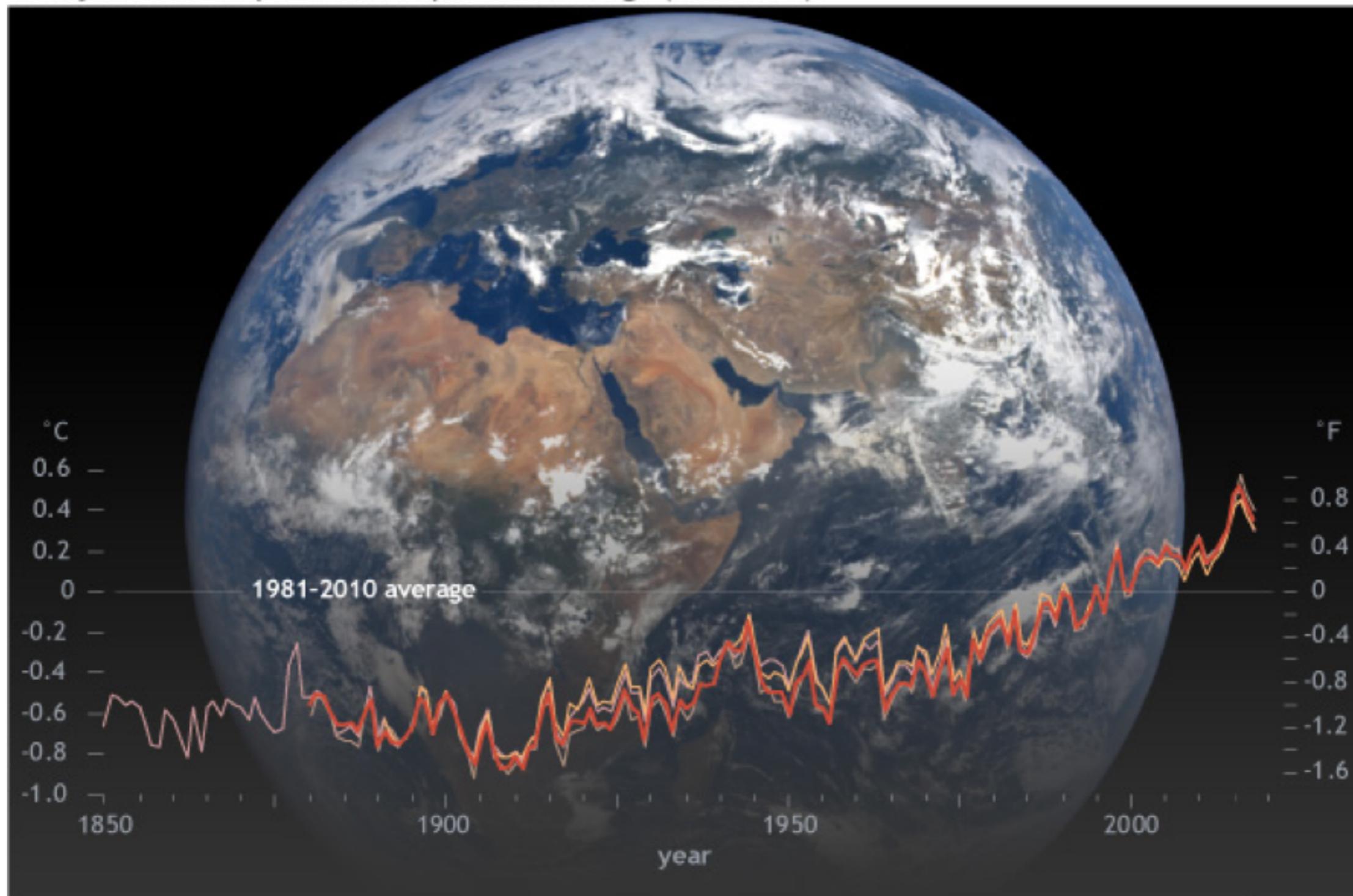


Figura 12. Media móvil de 60 meses de la temperatura global del aire a 2 metros de altura (eje izquierdo) y cambios estimados desde la era pre-industrial (eje derecho) para distintas fuentes de datos: ERA5 (Copernicus Climate Change Service (C3S), ECMWF); GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Centre), NOAA GlobalTemp (NOAA); y JRA-55 (JMA). Fuente: Copernicus Climate Change Service (C3S) /ECMWF.

Yearly surface temperature compared to average (1850-2018)



NOAA DISCOVER/EPIC
August 3, 2018

NOAA Climate.gov
Data: SOTC 2018

Figura 13. Evolución de la anomalía de temperatura (base 1981-2010) para distintas fuentes de datos: NOAA (rojo), NASA (tan), University of East Anglia (rosa), and the Japan Meteorological Agency (naranja). En el fondo una imagen de la tierra del 3 de agosto de 2018 (NOAA's DISCOVER satellite). Fuente: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/reporting-state-climate-2018>.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco. Cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que todas las anteriores, siendo la primera década del S. XXI la más cálida de todas y con los últimos cinco años (2014-2018) los más cálidos del registro. En 2018 (el cuarto más cálido desde que hay registros por detrás de 2016, 2015 y 2017) la temperatura media

global fue 0.3-0.4°C mayor a la media de 1981-2010 (NOAA, 2019) y 1.1°C mayor a la era preindustrial (1850-1990) (C3S, 2019). Este incremento de la temperatura ha originado el calentamiento de los océanos, la fusión del hielo y nieve, la elevación del nivel del mar y cambios en algunos extremos climáticos.

Ten Indicators of a Warming World

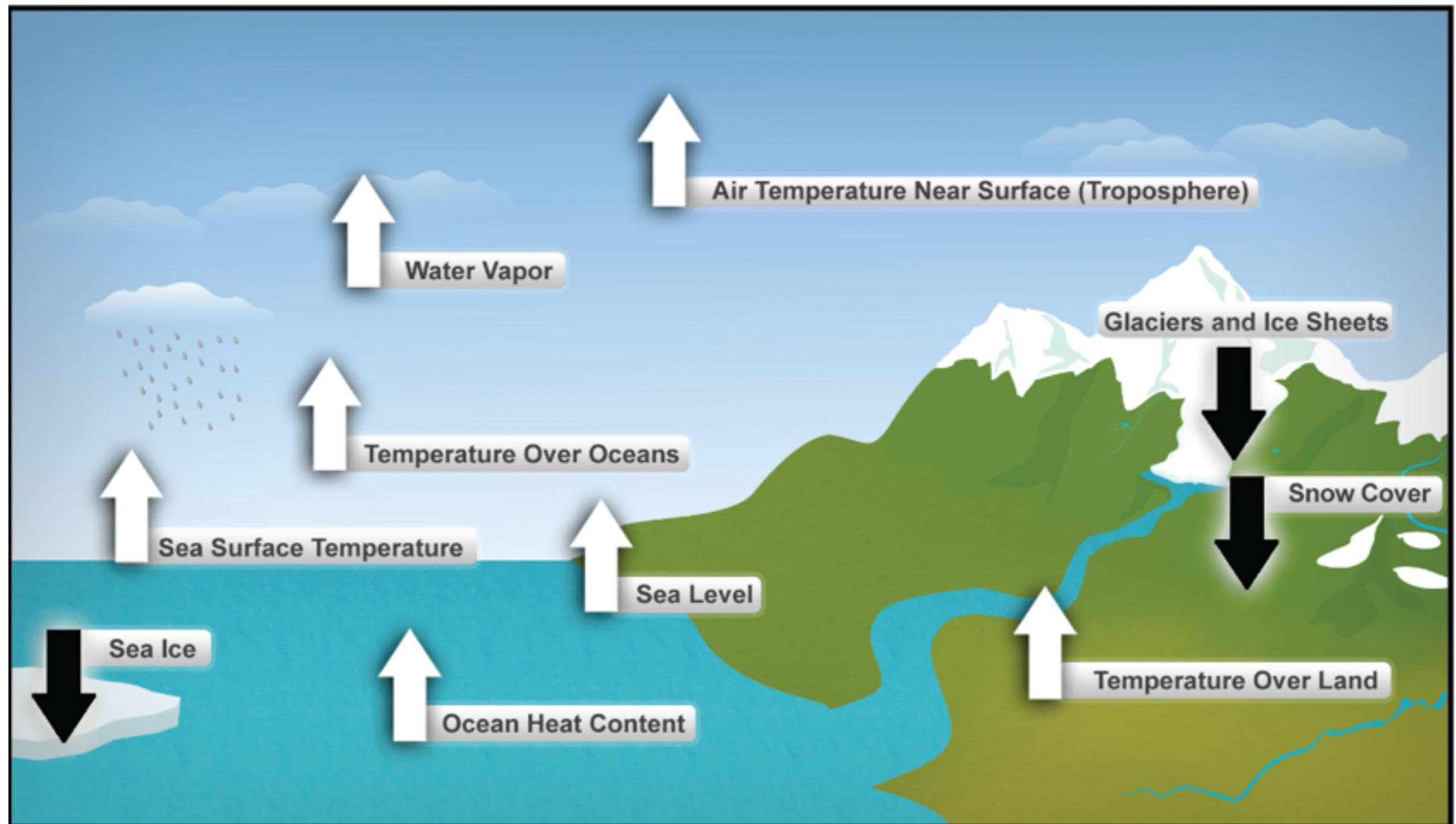


Figura 14. Principales impactos del cambio climático. Fuente: NOAA NCDC basado en datos actualizados de Kennedy et al. 2010

SATELLITE DATA: 1993-PRESENT

Data source: Satellite sea level observations.
Credit: NASA Goddard Space Flight Center

RATE OF CHANGE

↑ 3.3

millimeters per year

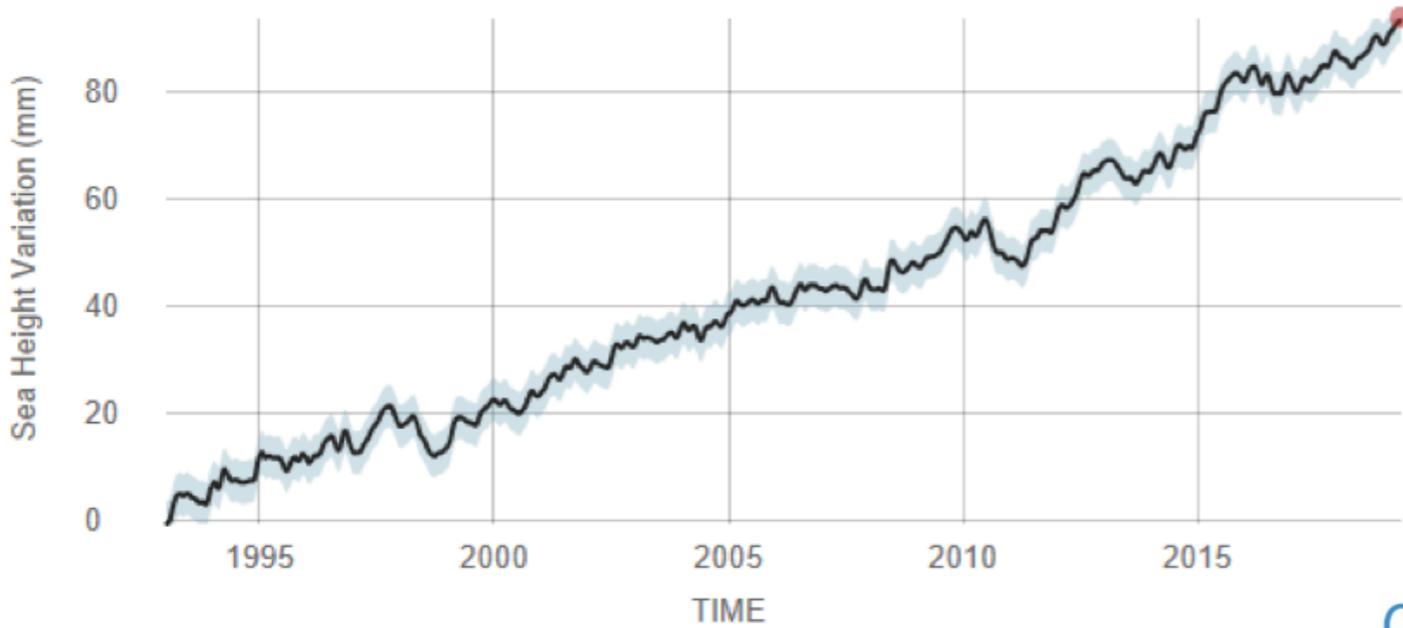


Figura 15. Incremento del nivel del mar desde 1993 (estimada a partir de datos satelitales). Fuente: climate.nasa.gov

OCEAN HEAT TRENDS

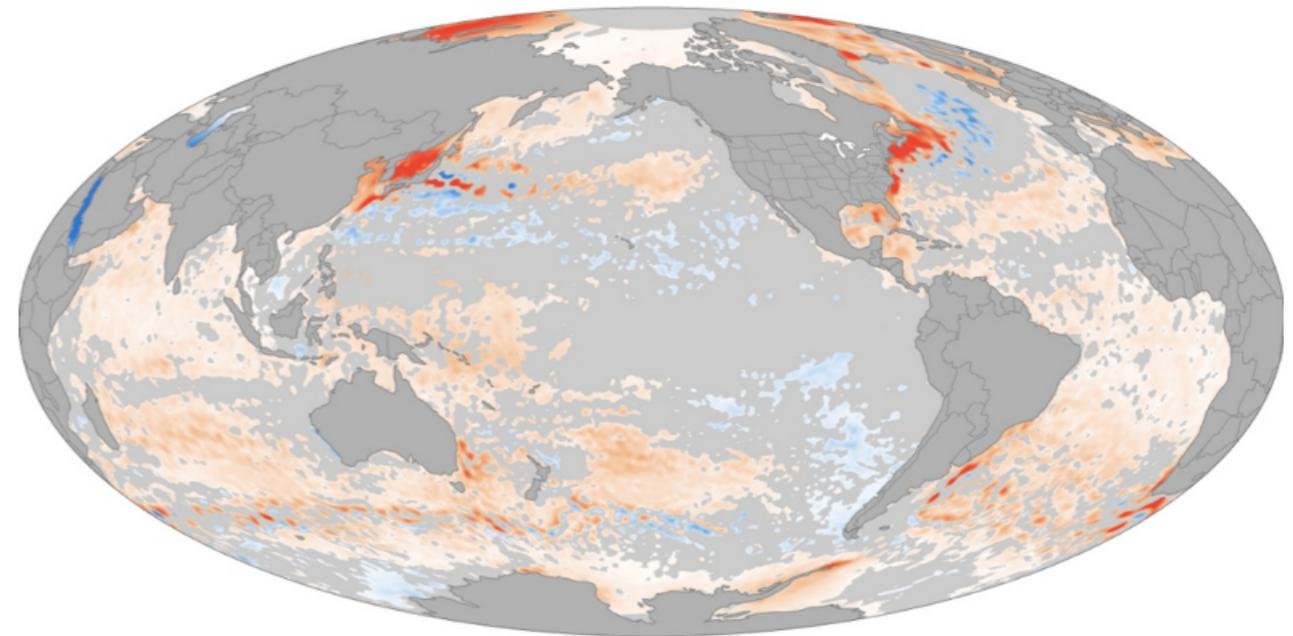


Figura 16: Anomalía del contenido en calor del océano en los primeros 700 m (base 1993-2018). Algunas áreas absorben rápidamente el exceso de calor de la atmósfera (valores rojos) aunque algunas áreas se han enfriado. Las áreas sin ningún cambio significativo están en gris. Fuente: NOAA Climate.gov.

1993-2018

Change in ocean heat content (W/m^2)



NOAA Climate.gov
Data: PMEL

AVERAGE SEPTEMBER EXTENT

Data source: Satellite observations. Credit: NSIDC/NASA

RATE OF CHANGE

↓ **12.8**
percent per decade

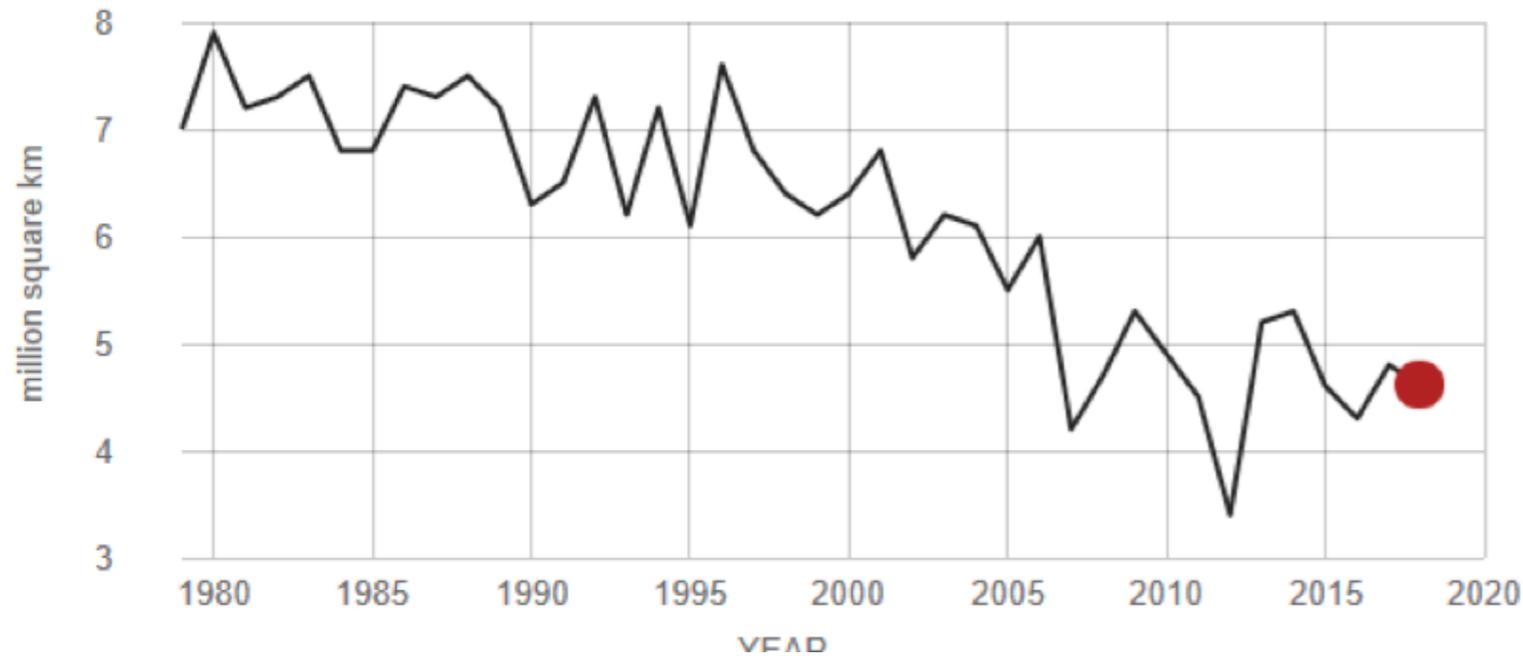


Figura 17. Extensión media del hielo ártico para los meses de septiembre (mínimo).
Fuente: climate.nasa.gov

Es altamente probable que la principal causa del calentamiento global observado desde mediados del S.XX se deba a factores humanos. Este calentamiento se debe principalmente al efecto combinado del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero, mayormente CO₂, y otros forzamientos antropogénicos. La concentración de estos gases ha aumentado desde la revolución industrial. Nunca, desde hace millones de años, la concentración atmosférica de CO₂ ha sido tan elevada.

En el ámbito científico se emplea el término forzamiento radiativo para definir el cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la Tierra (se mide en el borde superior de la troposfera - 12.000 m sobre el nivel del mar) y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m²). Los cambios internos en la composición de la atmósfera o cambios en el aporte externo de energía solar modifican este flujo de forma que un forzamiento radiativo positivo implica calentamiento de la superficie de la Tierra, mientras que uno negativo supone su enfriamiento.

PROXY (INDIRECT) MEASUREMENTS

Data source: Reconstruction from ice cores.
Credit: NOAA

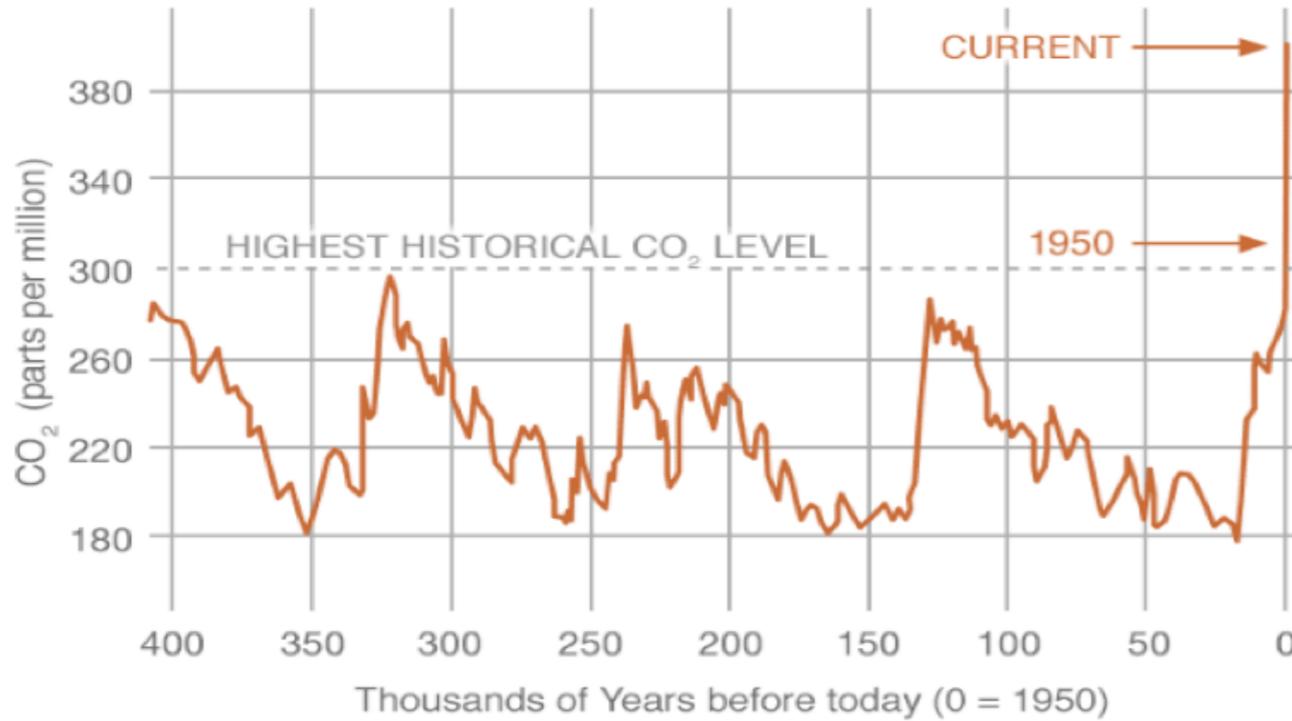


Figura 18. Evolución de la concentración de CO₂, construida a partir de medidas indirectas () y medidas in situ. Fuente: climate.nasa.gov

Monthly Carbon Dioxide Concentration

parts per million

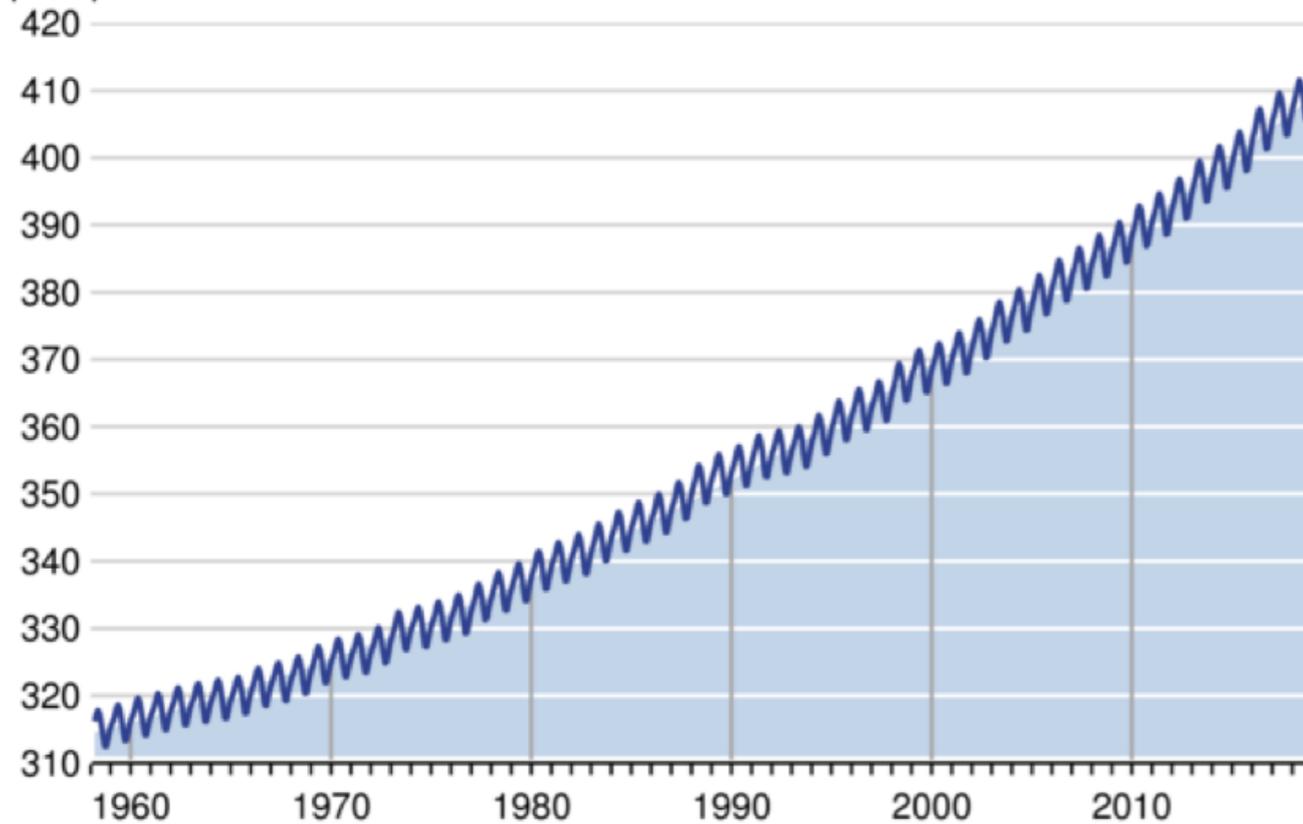


Figura 19. Concentración de CO₂ mensual en el observatorio de Mauna Loa (Hawaii). Fuente: Scripps CO₂ program (<http://scrippsco2.ucsd.edu/>)

Forzamiento radiativo del clima entre 1750 y 2011

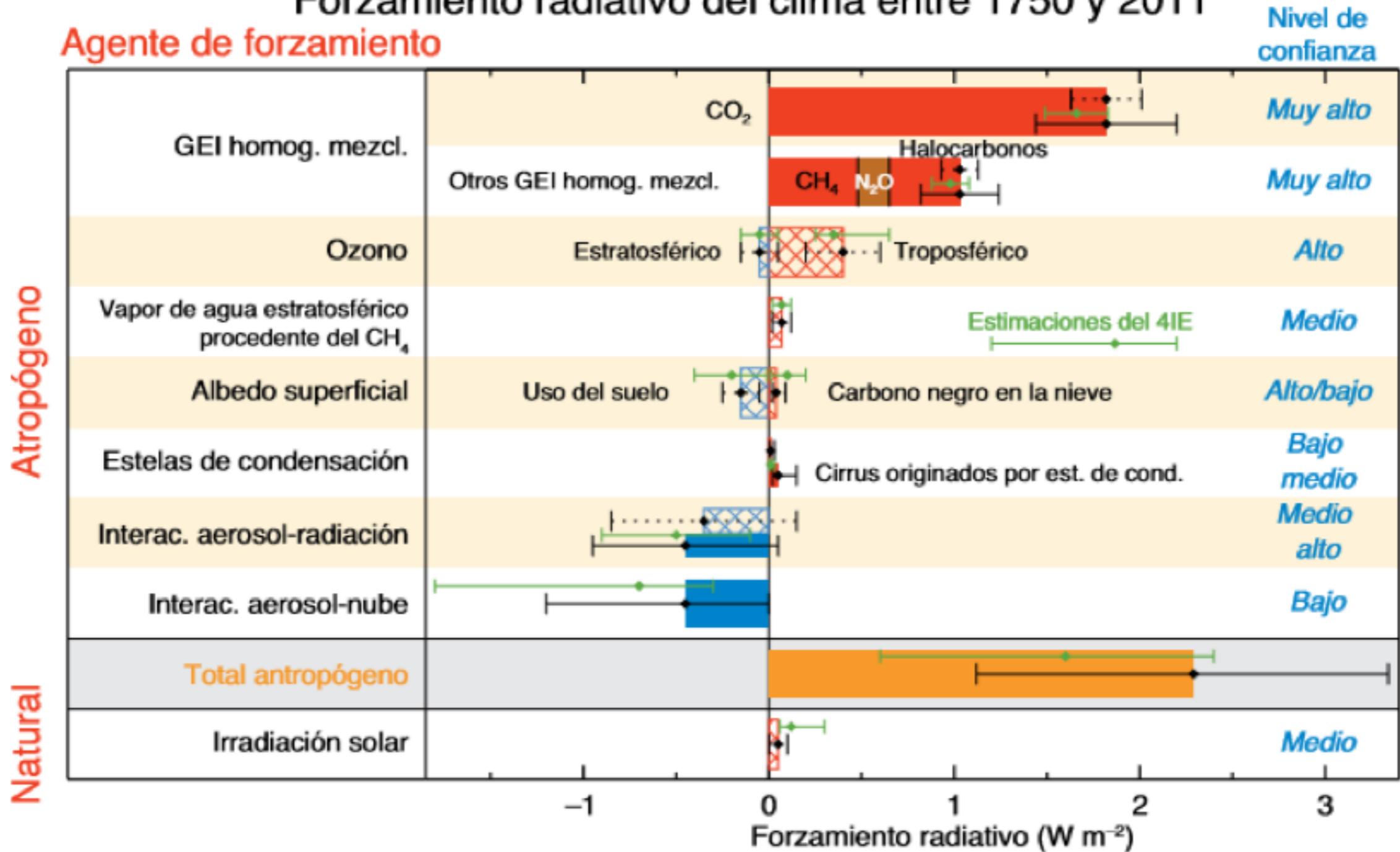


Figura 20: Forzamiento debido a los cambios de concentración entre 1750 y 2011 con intervalos de incertidumbre asociados (las barras coloreadas representan el forzamiento radiativo efectivo, las barras rayadas el forzamiento radiativo, y los rombos verdes y las incertidumbres asociadas representan el forzamiento radiativo estimado (Fuente: IPCC, V informe de evaluación, 2014)

ESCENARIOS: MAPAS, DIAGRAMAS Y DATOS

Las proyecciones de los cambios del sistema climático se obtienen a partir de un conjunto de modelos climáticos que simulan cambios basados en un conjunto de escenarios alternativos de evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles, así como usos del suelo y cubierta terrestre.

El Quinto informe de evaluación elaborado por IPCC define cuatro escenarios de emisión (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y

RCP 8.5), denominados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP). Estos escenarios, que sí consideran las políticas de mitigación a diferencia de escenarios anteriores, se caracterizan por un forzamiento radiativo total en el año 2100 que oscila entre 2.6 y 2.8 $W m^{-2}$.

A partir de estos escenarios, se obtienen las proyecciones a futuro para distintas variables meteorológicas.

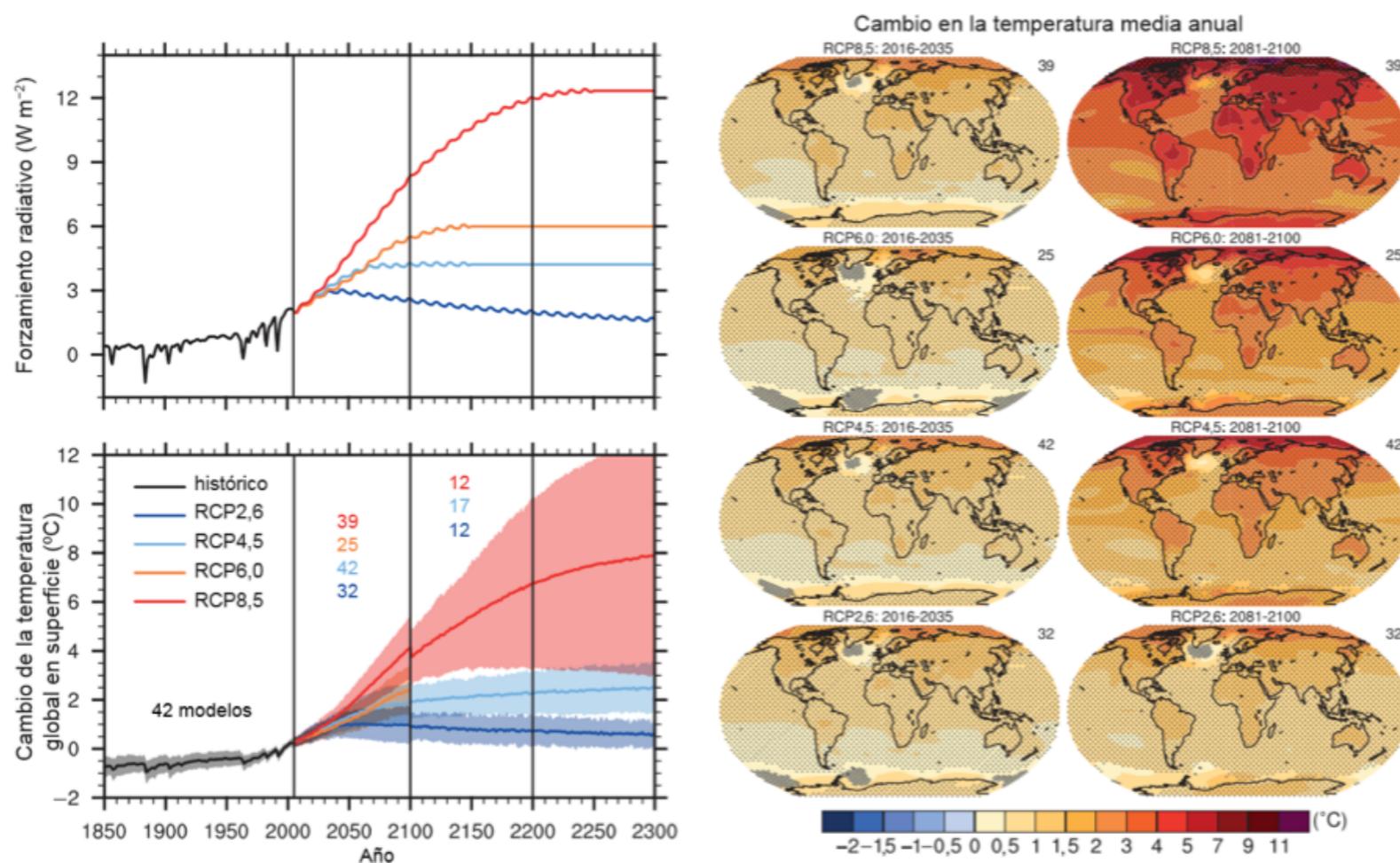


Figura 21. (Parte superior izquierda) Forzamiento radiativo medio global total para los cuatro escenarios de (Parte inferior izquierda) Series temporales de los valores medios anuales globales de las anomalías de la temperatura del aire en superficie (en relación con el período 1986-2005). Las proyecciones se muestran para cada RCP para la media multimodelos (líneas continuas) y $\pm 1,64$ desviaciones típicas (5% al 95%) para la distribución de modelos individuales (sombreado) de acuerdo con las medias anuales. Mapas: promedio del ensamble multimodelos del cambio medio anual de la temperatura del aire en superficie (comparado con el período de base 1986-2005) para 2016-2035 y 2081-2100, para las RCP2,6; 4,5; 6,0 y 8,5. Las tramas sombreadas son regiones en las que la media multimodelos es inferior a una desviación típica de variabilidad interna. Las tramas punteadas son regiones en las que la media multimodelos es superior a 2 desviaciones típicas de variabilidad interna y donde, por lo menos, el 90% de los modelos concuerdan con el signo del cambio. El número de modelos de la CMIP5 utilizados se indica en la esquina superior derecha de cada mapa. (Fuente: IPCC, 2014)

Las proyecciones indican los siguientes cambios en el sistema climático global:

Temperatura: todas las trayectorias de concentración representativas indican que la temperatura media global seguirá aumentando a lo largo del S. XXI. Este calentamiento no será regionalmente uniforme y se espera que sea mayor sobre tierra que sobre los océanos, siendo la región Ártica la que experimente un mayor calentamiento.

Precipitación: es prácticamente seguro que el aumento de la temperatura media global en superficie provoque un aumento de la precipitación global a largo plazo. Existe un nivel de confianza alto en que, conforme aumenten las temperaturas globales, se agudizará el contraste de la precipitación media anual entre las regiones secas y las húmedas y el contraste entre la estación húmeda y la seca en la mayor parte del mundo.

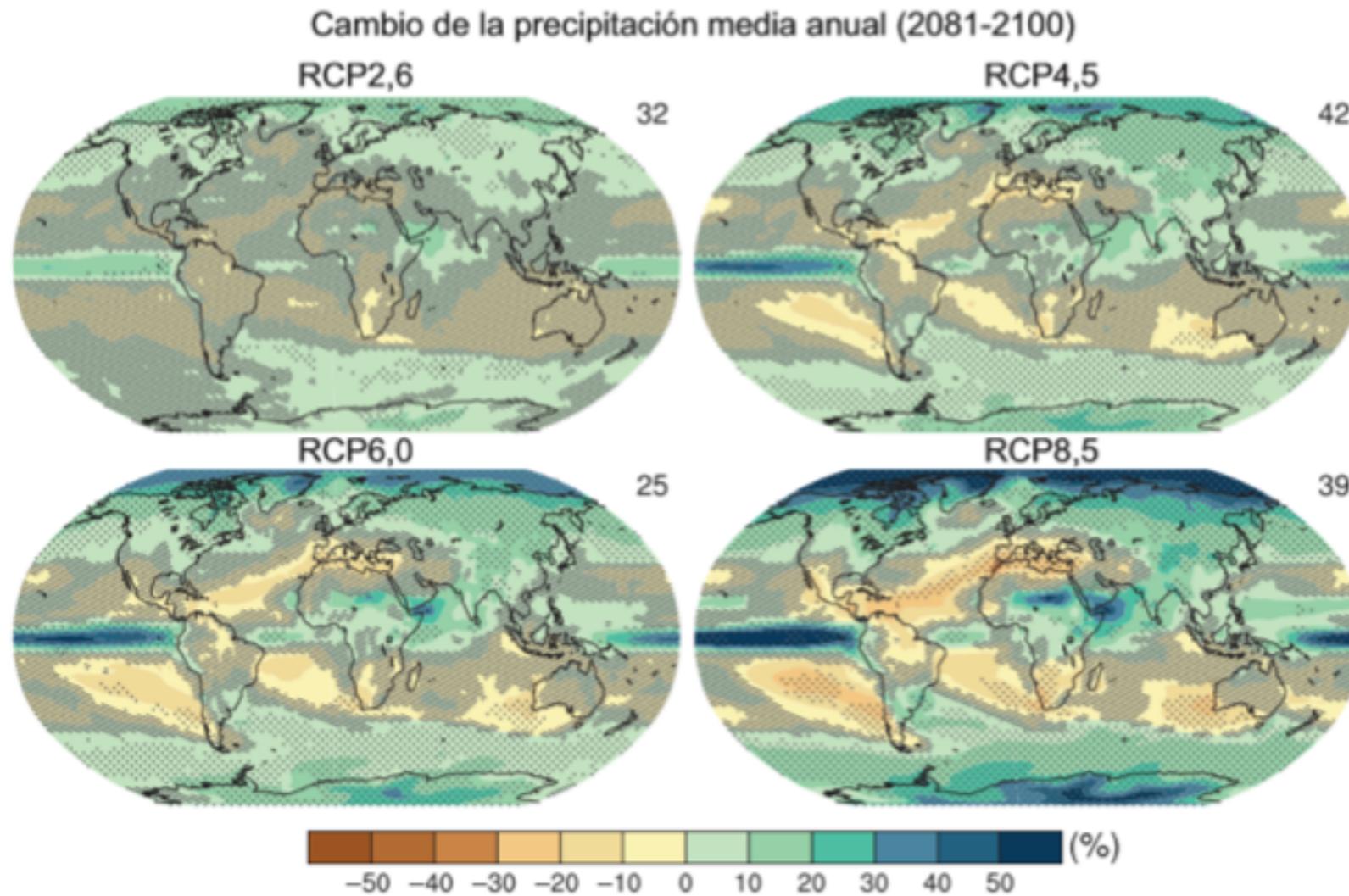


Figura 22: Mapas del promedio del cambio porcentual de la precipitación media para los escenarios RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 y RCP8,5 en 2081-2100. Los cambios se muestran en relación con 1986-2005. En la esquina superior derecha de cada mapa se indica el número de modelos de la CMIP5 utilizados para calcular la media multimodelos. Las tramas sombreadas indican las regiones donde la media multimodelos es inferior a 1 desviación típica de variabilidad interna. Las tramas punteadas indican las regiones donde la media multimodelos es superior a 2 desviaciones típicas de variabilidad interna. (Fuente: IPCC, 2014)

Eventos extremos: las condiciones ambientales provocadas por el cambio climático provocarían probablemente un aumento de la frecuencia o la intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, como olas de calor, lluvias torrenciales o sequías.

Océano: todos los escenarios indican un calentamiento del océano. Este proceso de calentamiento seguirá produciéndose durante siglos, incluso si las emisiones GEI decrecen o se mantienen constantes, debido a las largas escalas temporales de la transferencia de calor entre la superficie y el océano profundo. Esto, junto con la pérdida de masas glaciares y hielos, contribuirán a la elevación del nivel del mar.

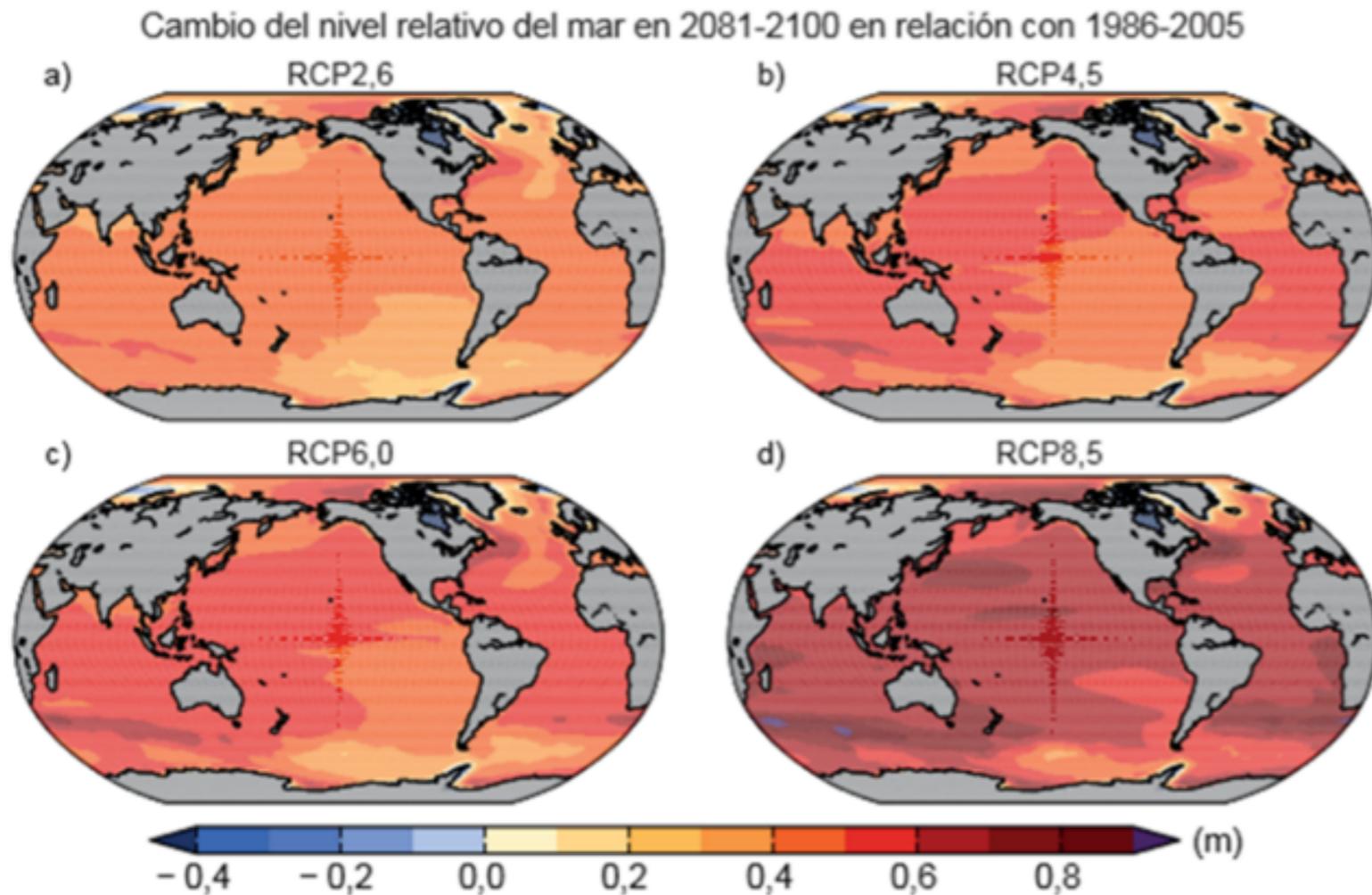


Figura 23: Cambio (metros) del nivel medio relativo neto regional del mar del ensamble evaluado mediante 21 modelos de la CMIP5 para los escenarios RCP a) 2,6; b) 4,5; c) 6,0 y d) 8,5 entre 1986-2005 y 2081-2100. Cada mapa incluye los efectos de la carga atmosférica, además del hielo continental, el ajuste isostático glacial y las fuentes de agua continentales. (Fuente: IPCC, 2014).

Carbono y otras magnitudes biogeoquímicas: en todos los escenarios la concentración de CO₂ para 2100 es mayor a la actual debió al aumento de las emisiones acumuladas durante el S. XXI. Parte de estos gases seguirán incorporándose al océano, lo que conllevará un aumento de la acidificación oceánica.

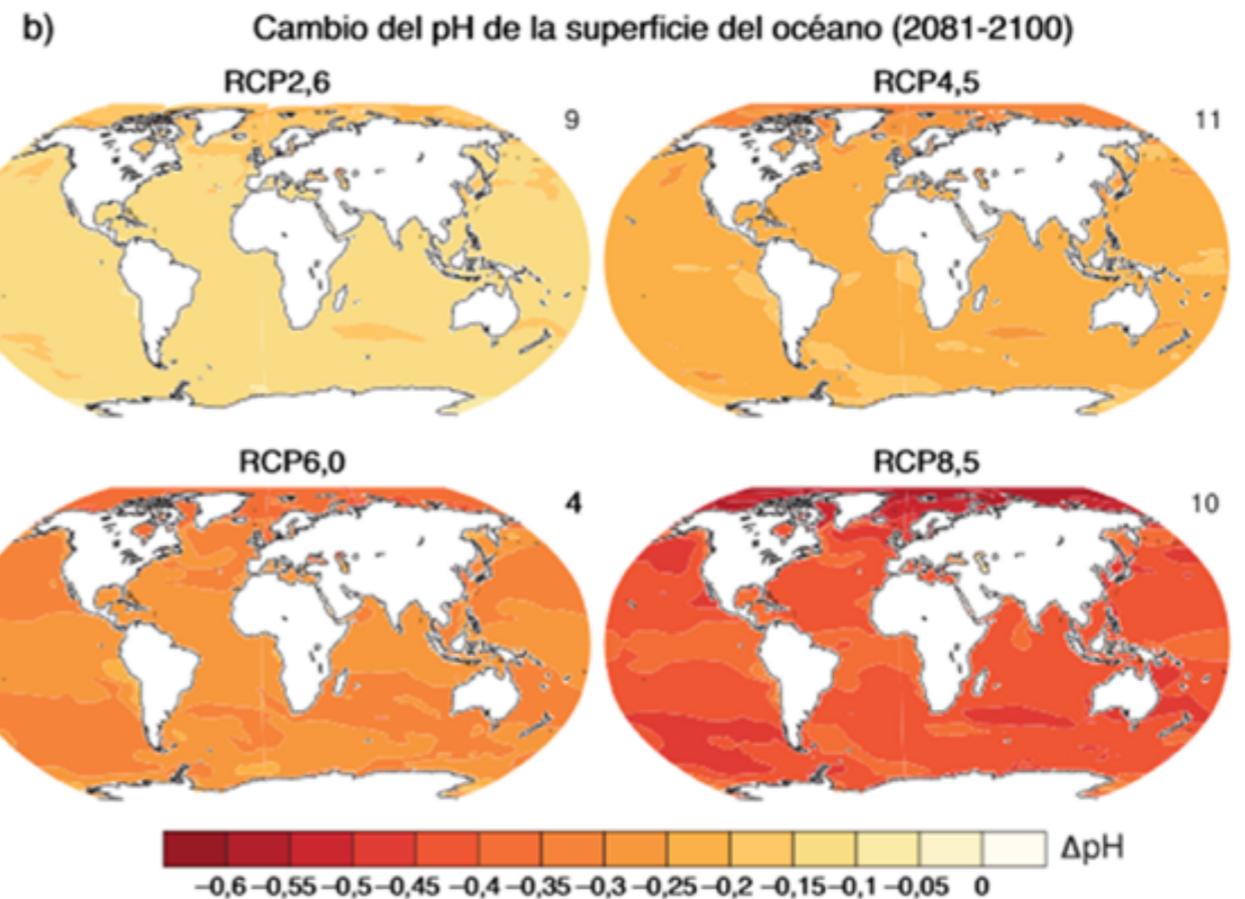
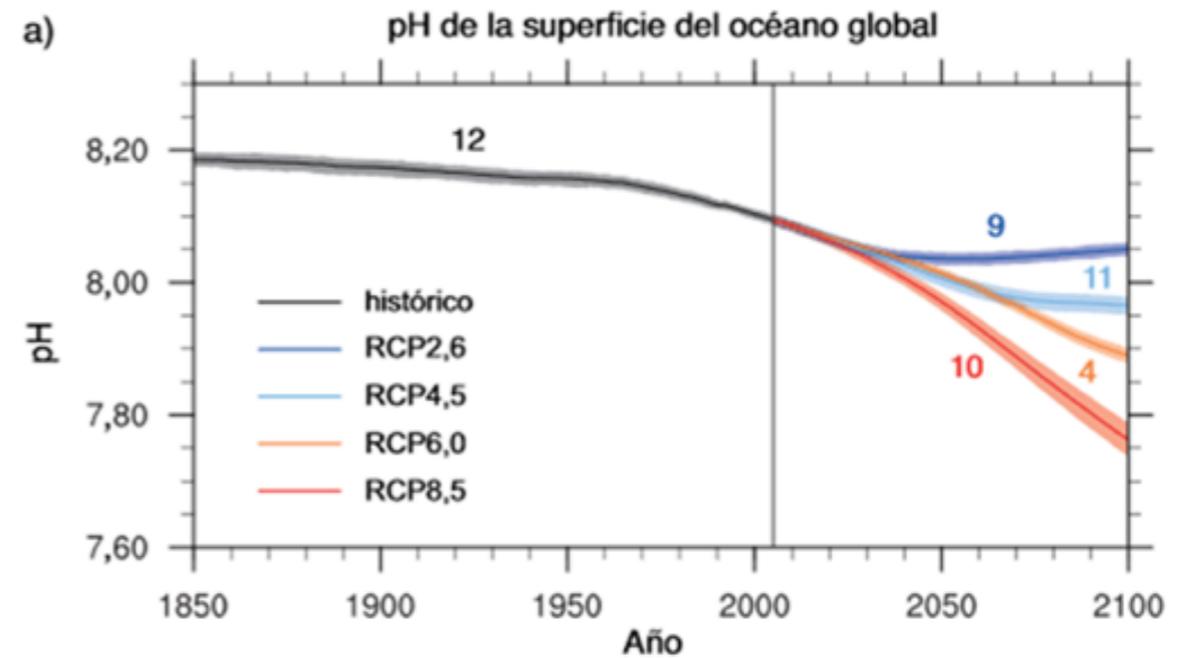


Figura 24. a) Series temporales (promedios de los modelos y rangos entre máximos y mínimos), y b) mapas del pH en la superficie oceánica de los múltiples modelos para los escenarios RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 y RCP8,5 entre 2081 y 2100. Los mapas de b) muestran el cambio global del pH en la superficie del océano en 2081-2100 en relación con 1986-2005. El número de modelos de la CMIP5 para calcular la media multimodelos se indica en la esquina superior derecha de cada mapa. (Fuente: IPCC, 2014).

ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

A la hora de confrontar el cambio climático hay dos estrategias fundamentales:

Mitigación: reducir las emisiones de gases de invernadero (transporte público, consumo de combustibles fósiles...) y estabilizar los niveles de aumento de temperatura mediante la captura de carbono presente en la atmósfera (reforestación, usos adecuados del suelo, etc.).



Figura 25: los cambios en los usos del suelo son clave en la captura y fijación del carbono. Fuente: Pixabay

Adaptación: prepararse para vivir en un clima, presente y futuro, cambiante, reducir la vulnerabilidad a los dañinos efectos del cambio climático (inundaciones, sequías, falta de alimento, etc.) y beneficiarse de las oportunidades asociadas a dicho cambio (nuevos cultivos, rotaciones, reducción de superficies impermeables, etc.)



Figura 26: parques urbanos, una solución adaptativa para hacer frente al cambio climático. Fuente: Pixabay



Naturklima

Aldaketa Klimatikoaren | Fundación de Cambio | Climate Change
Gipuzkoako Fundazioa | Climático de Gipuzkoa | Foundation of Gipuzkoa