



cca Centro de
Ciencias Ambientales
Facultad de Ciencias - Universidad de Chile



CALENTAMIENTO GLOBAL Y PROTOCOLO DE KIOTO. ¿Fracaso internacional?

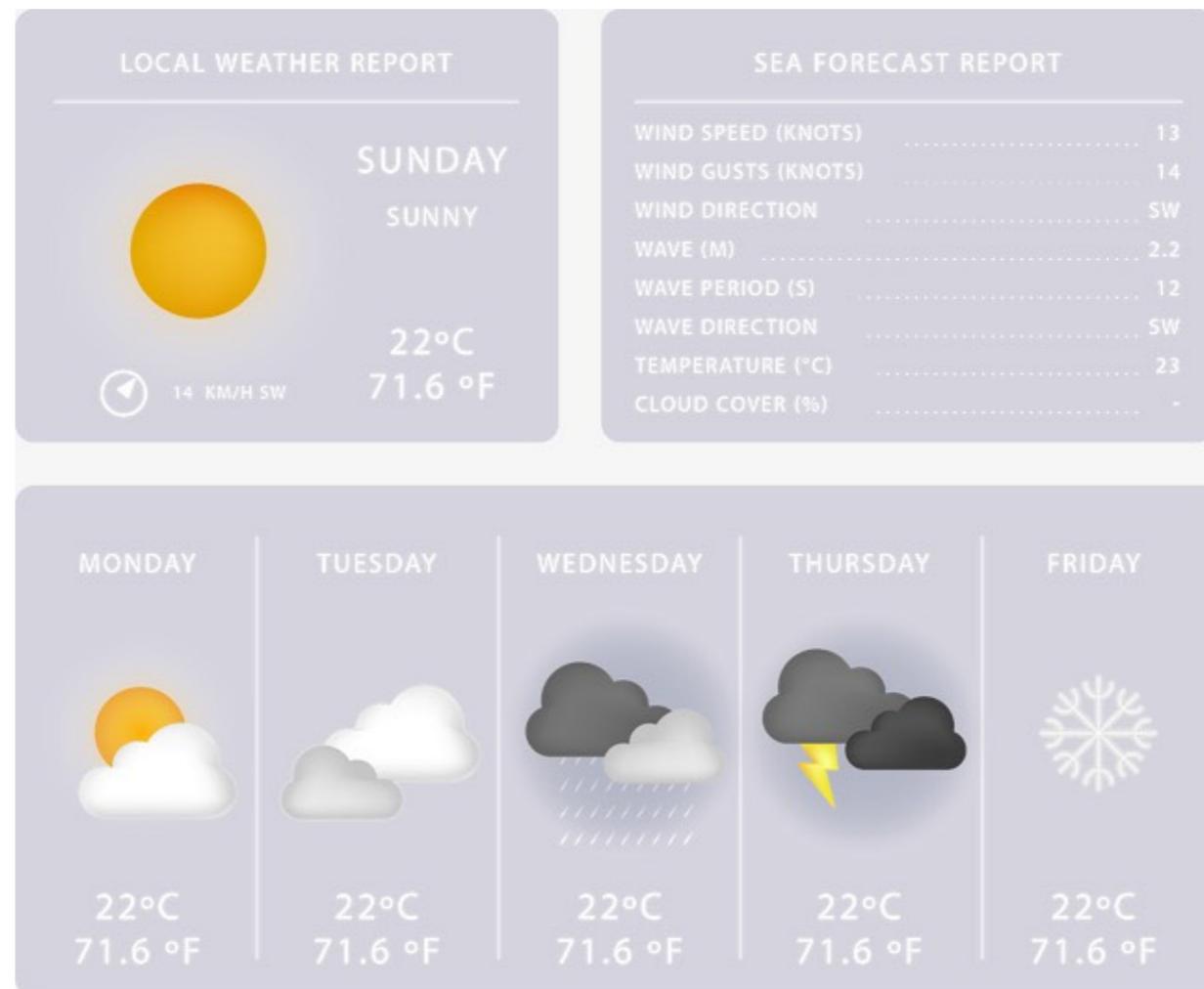
Dr. MANUEL A. LEIVA GUZMAN
manleiva@uchile.cl

Conceptos básicos



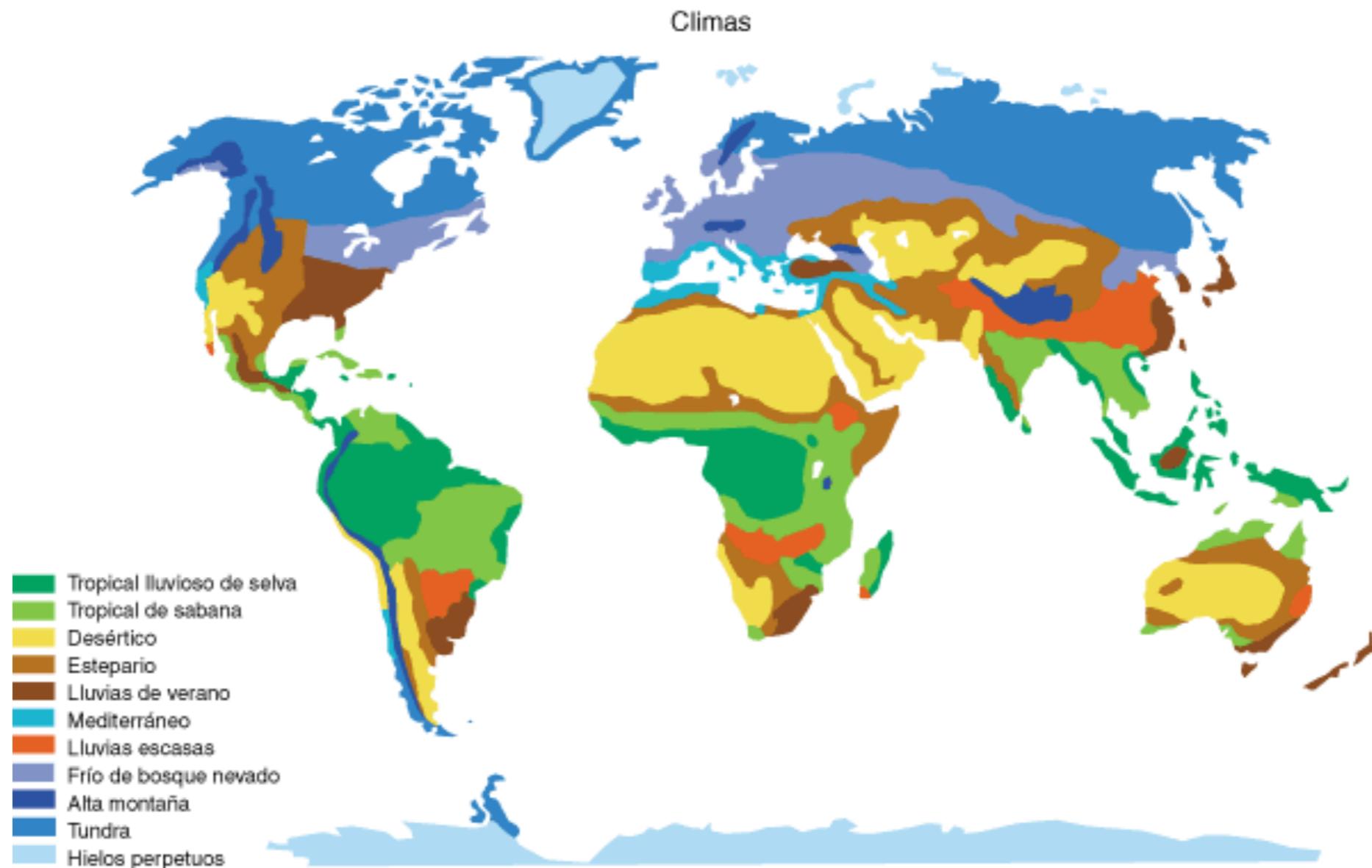
¿Qué entendemos por tiempo y por clima?

El tiempo ... se refiere a las *condiciones de la atmósfera* (T, HR, P, Pp, etc) *que existen en un momento y un lugar determinados.*



¿Qué entendemos por tiempo y por clima?

El Clima... se refiere a el *conjunto de valores normales para una determinada region*. El promedio a lo largo de los años, de T, HR, P, Pp, etc



El motor del clima



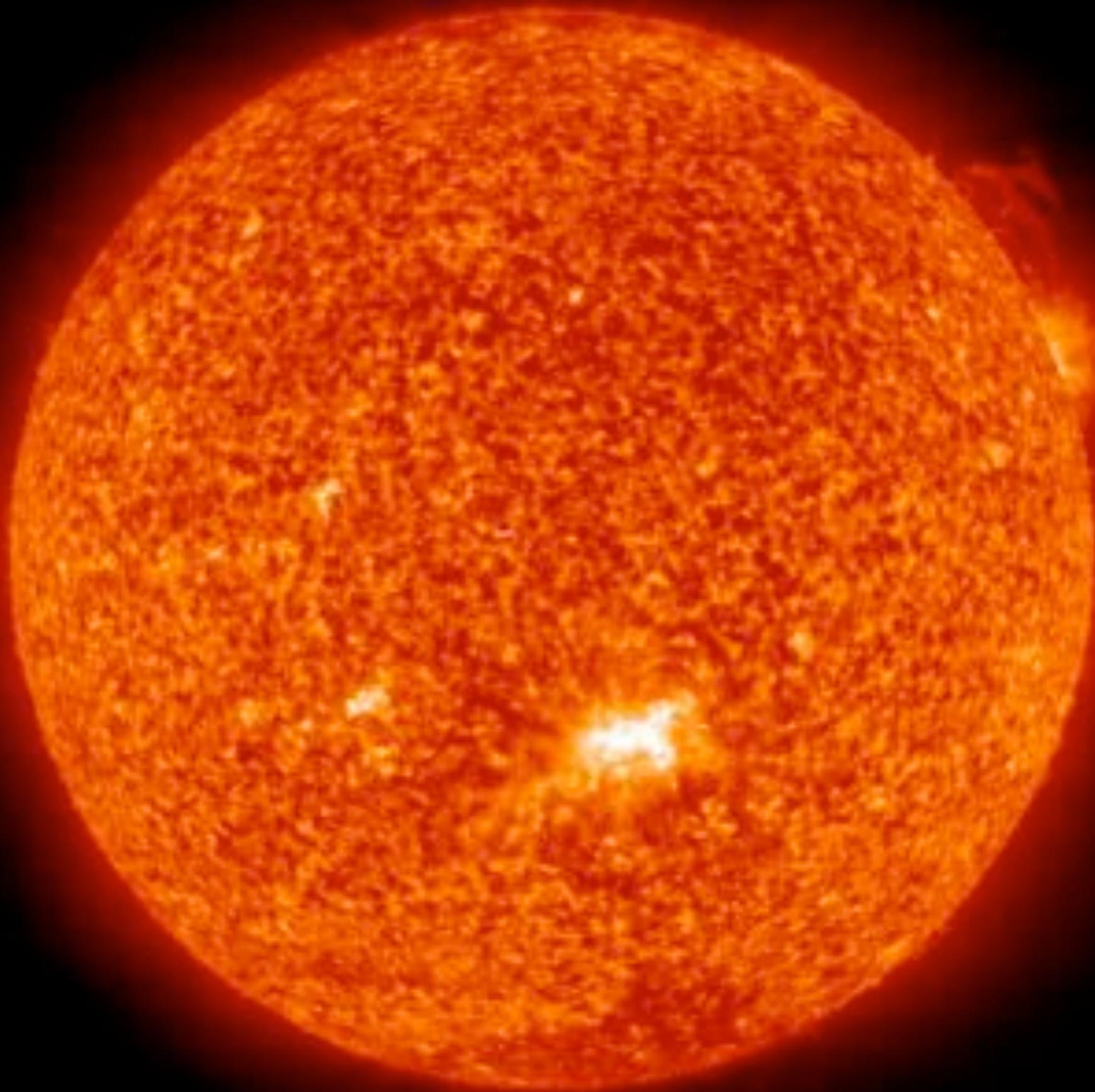
El motor del clima



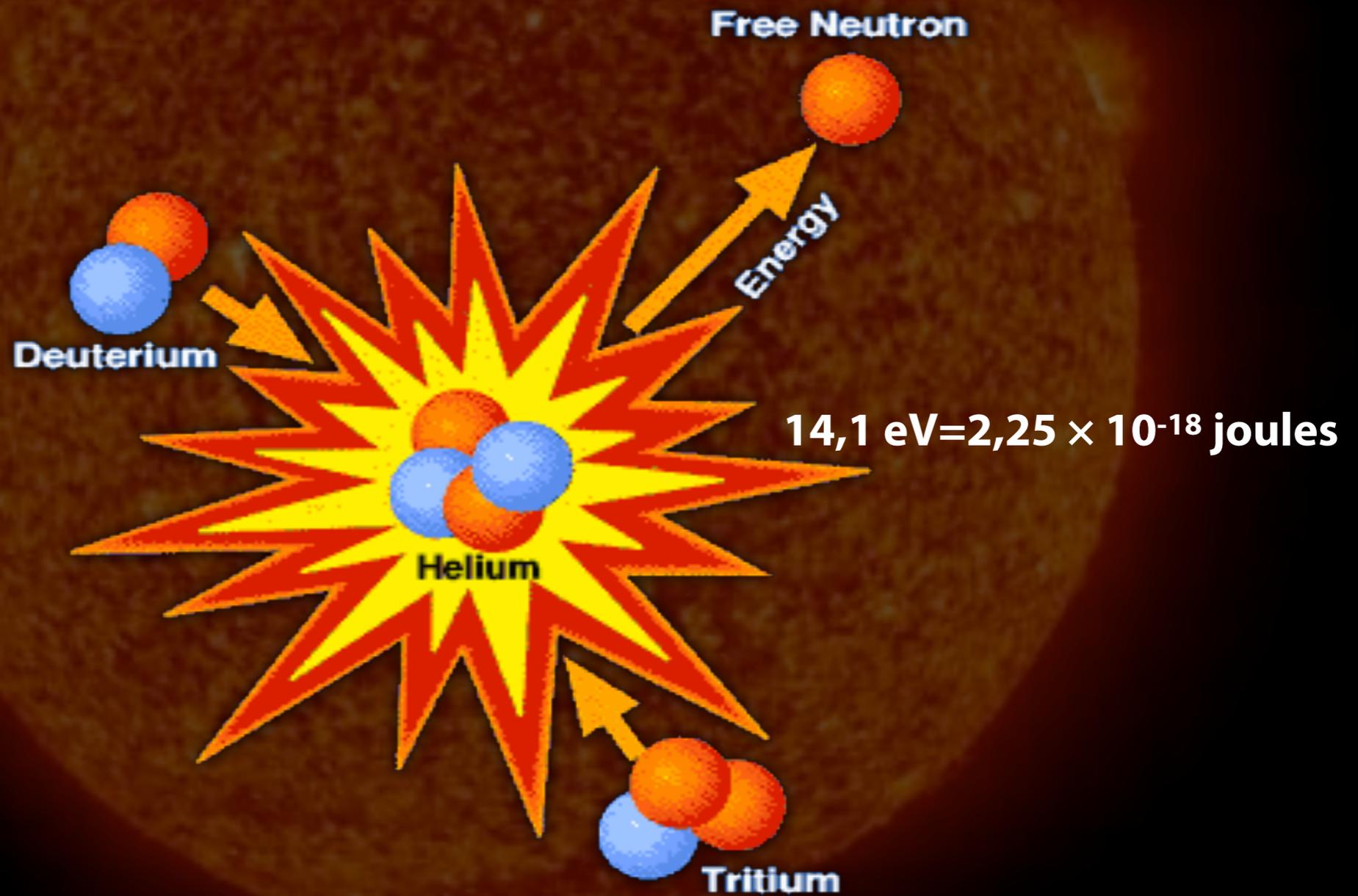
La Tierra es esencialmente un sistema cerrado. La energía proviene de una fuente externa y retorna radiación de longitud de onda larga.

Los sistemas más pequeños dentro de la Tierra, como la atmósfera, biosfera, hidrosfera, y geosfera, son los sistemas abiertos.

El motor del clima

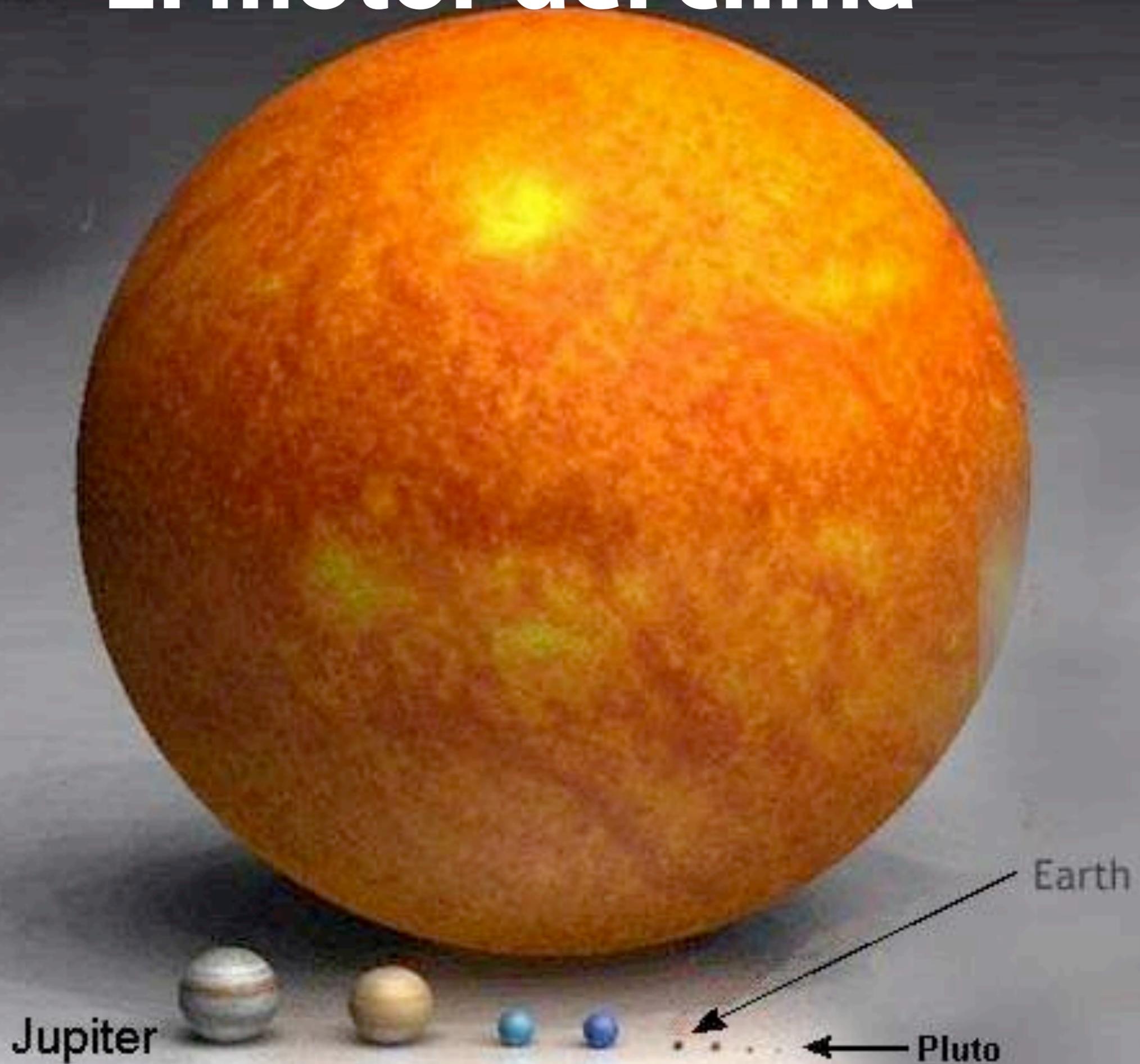


El motor del clima



El motor del clima

Sun



Jupiter

Earth

Pluto

El motor del clima



The diagram shows the Sun on the left, emitting a beam of light and a stream of particles towards the Earth on the right. A horizontal line separates the light path from the particle path. The background is dark with a blue vertical bar on the left edge.

Sunlight

Takes 8 mins to reach the Earth

light

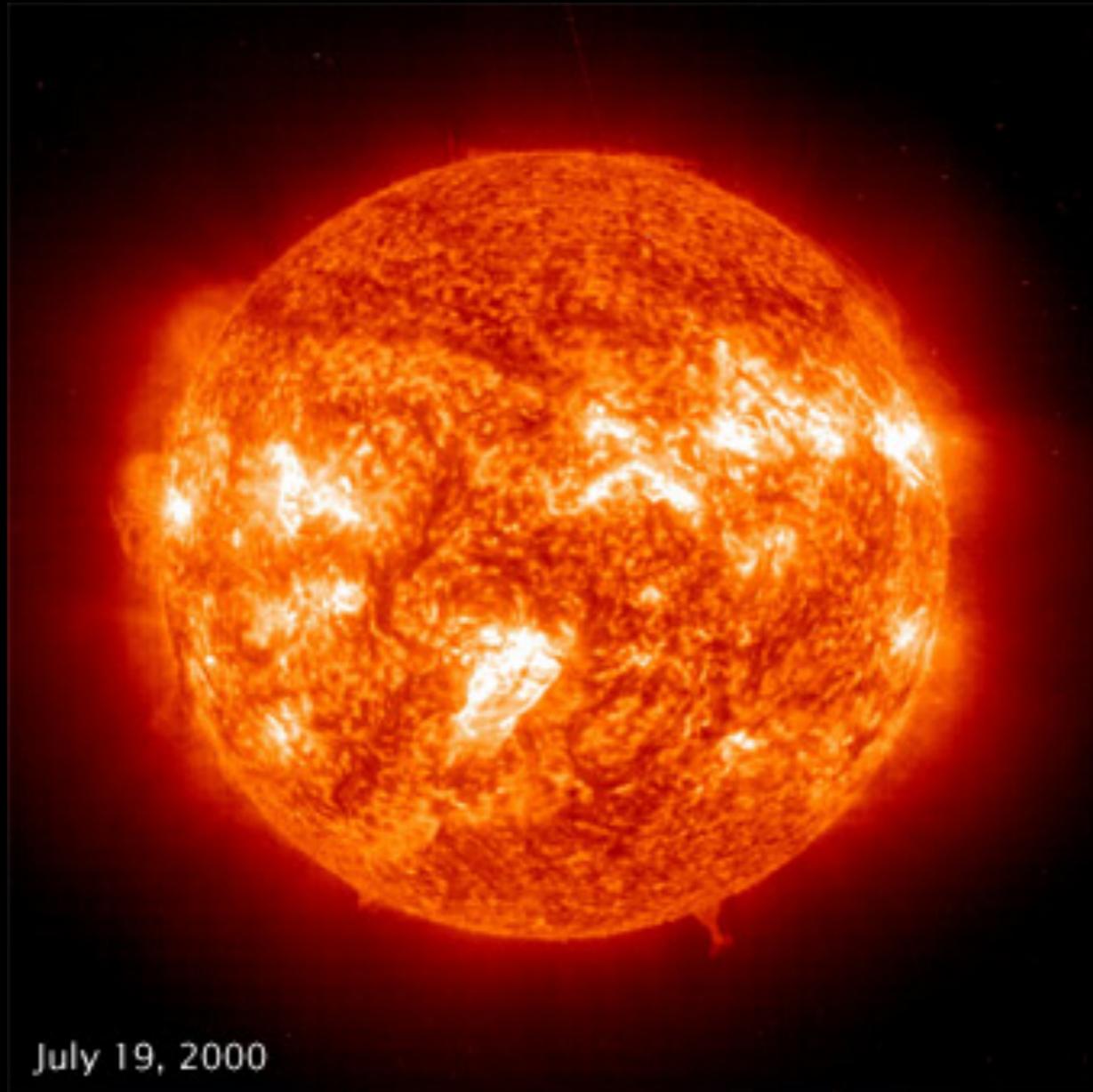
particles

Particles (the solar wind)

Take 4 days to reach the Earth

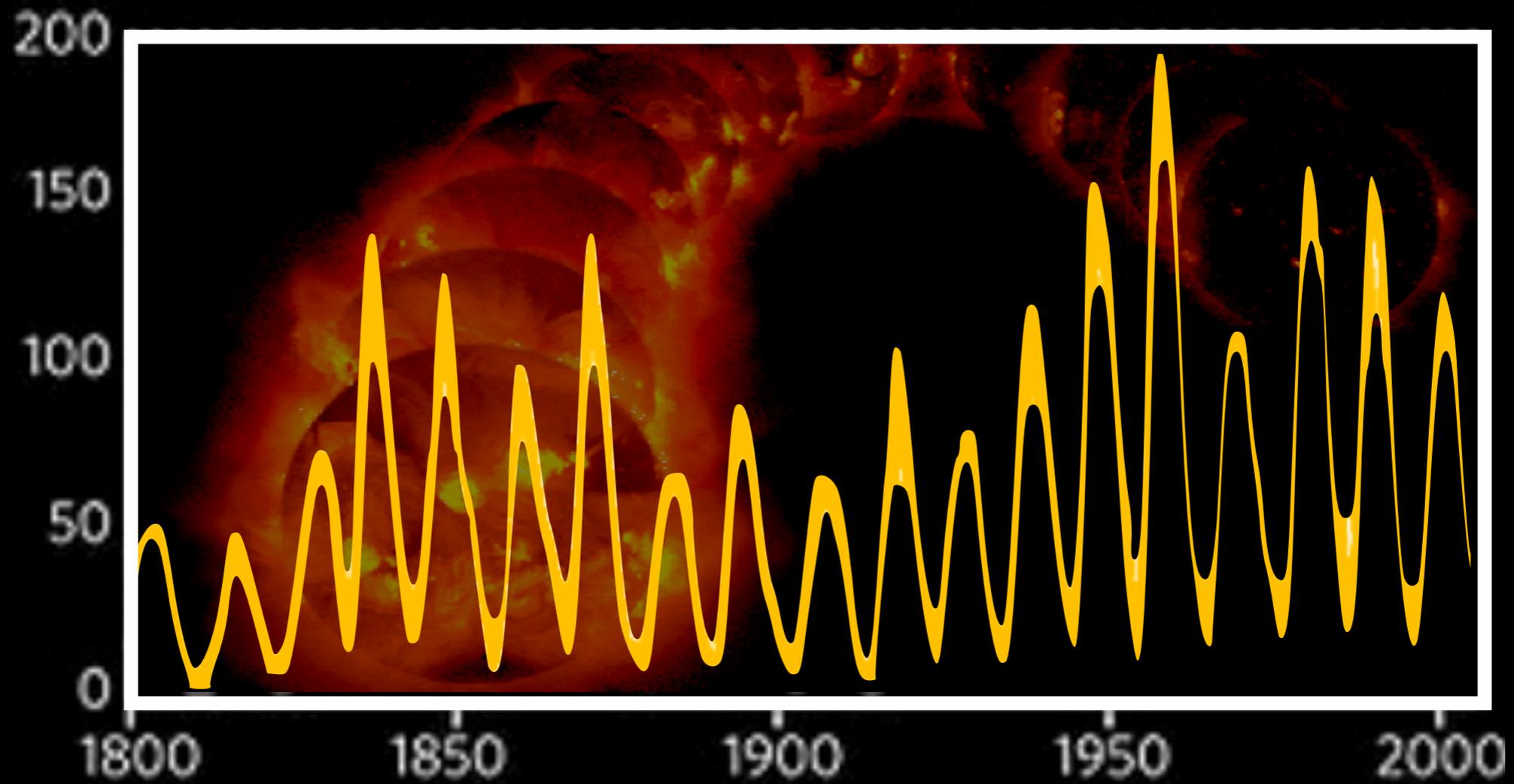
El motor del clima

Actividad solar



El motor del clima

Ciclos de manchas solares



Luminosidad solar

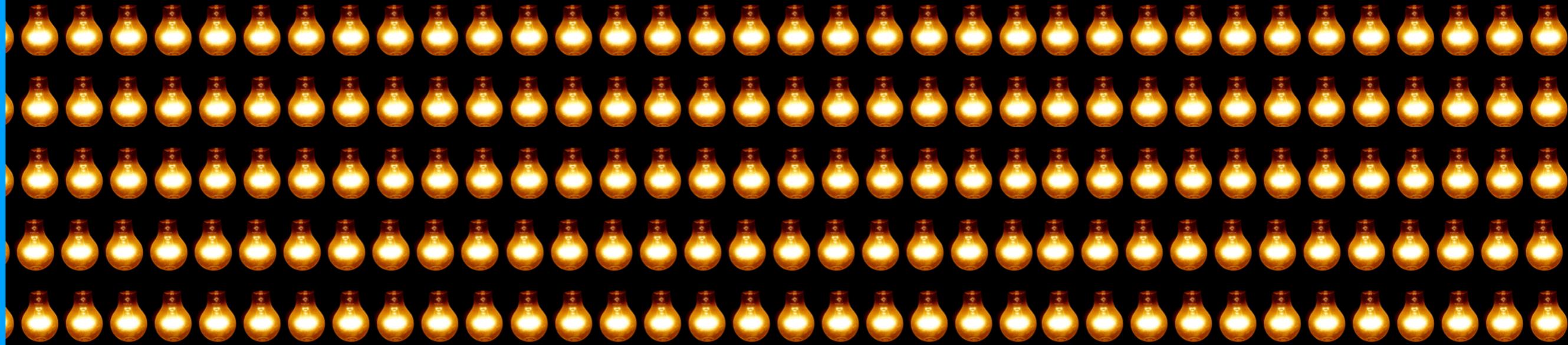
$$L_{\text{solar}} = I_{\text{solar}} \times A_{\text{solar}}$$

$$= I_{\text{solar}} \times 4\pi R_{\text{solar}}^2$$

$$= (6.33 \times 10^7 \text{ Wm}^{-2}) \times 4\pi (6.960 \times 10^8 \text{ m})^2$$

$$= 3.157 \times 10^{26} \text{ W}$$

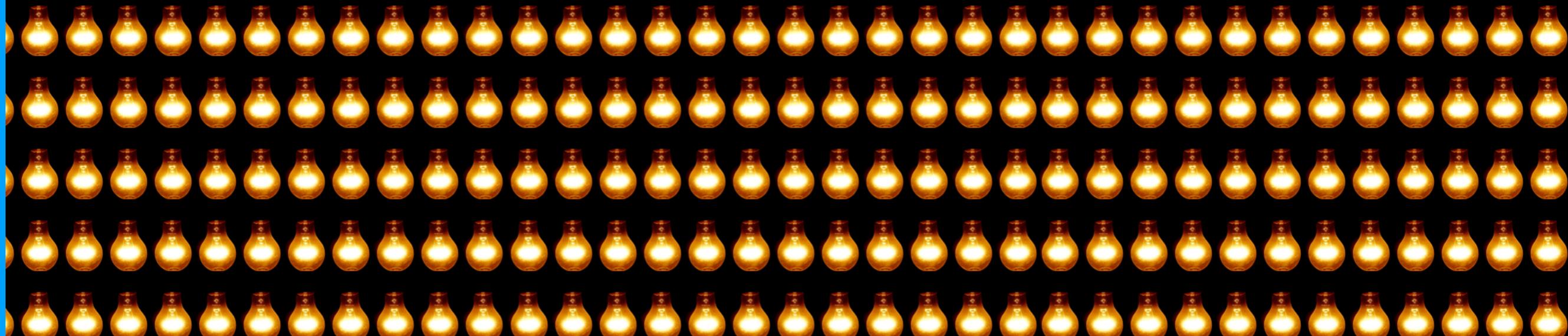
Luminosidad solar



3 157 000 000 000 000 000 000 000 000 ampolletas

100W

5 000 000 000 000 años



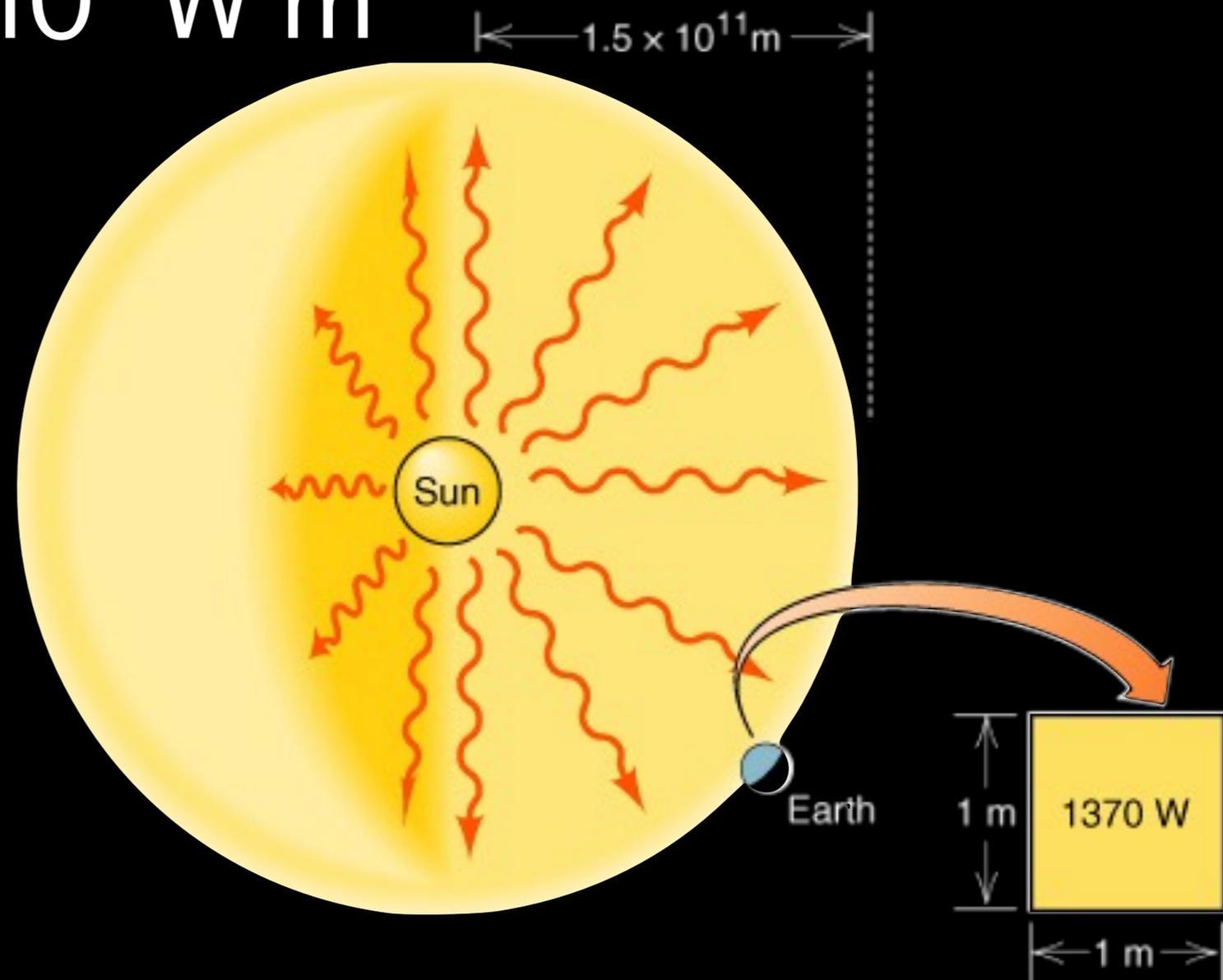
Constante Solar

$$I_o^{sol}(T) = \sigma T^4$$

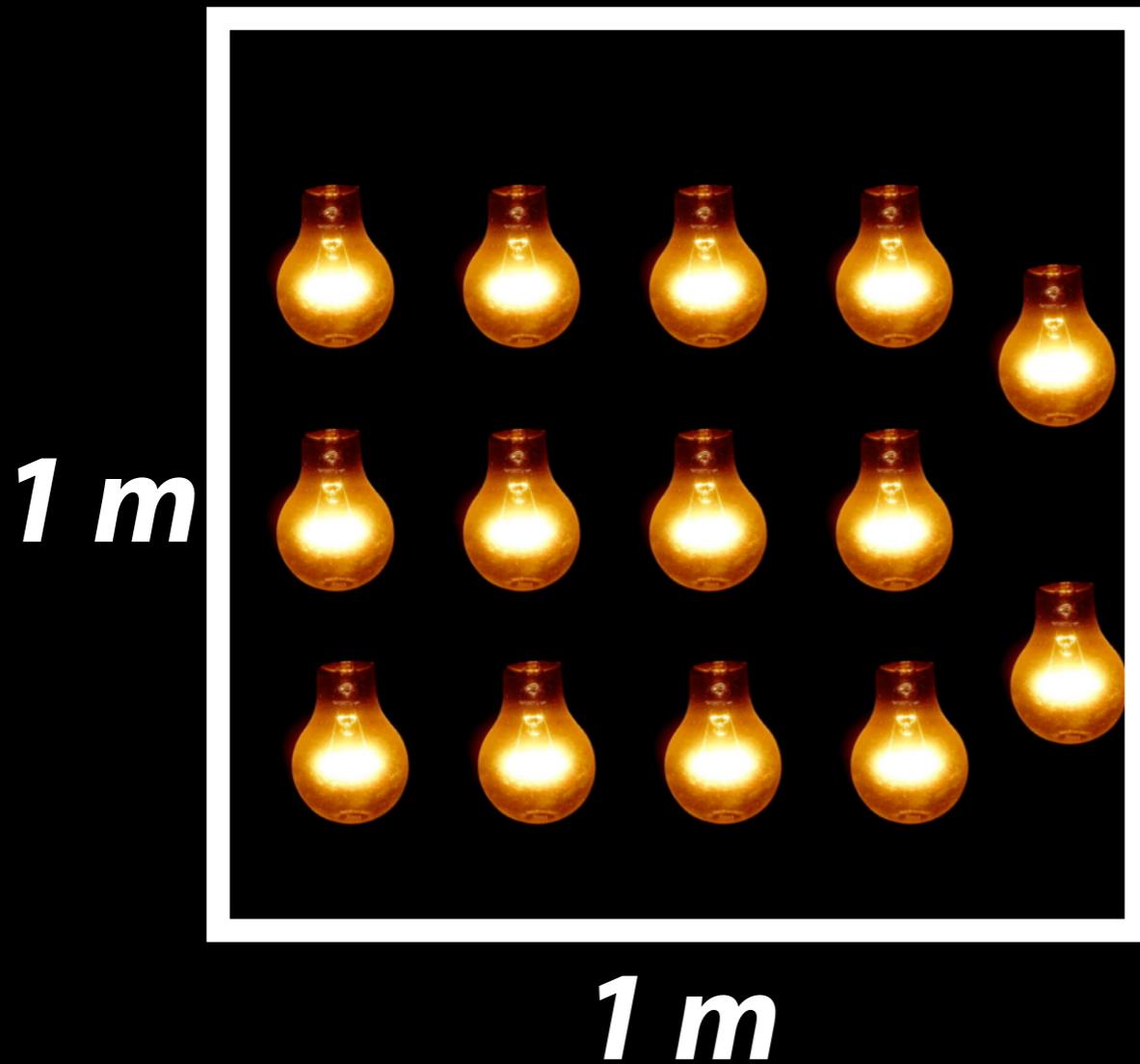
$$I_o^{sol}(5780K) = 6,3 \times 10^7 \text{ W m}^{-2}$$

$$I_o^{tierra} = \frac{I_o^{sol} r_{sol}^2}{r_{tierra-sol}^2}$$

$$I_o^{tierra} = 1367 \text{ W m}^{-2}$$

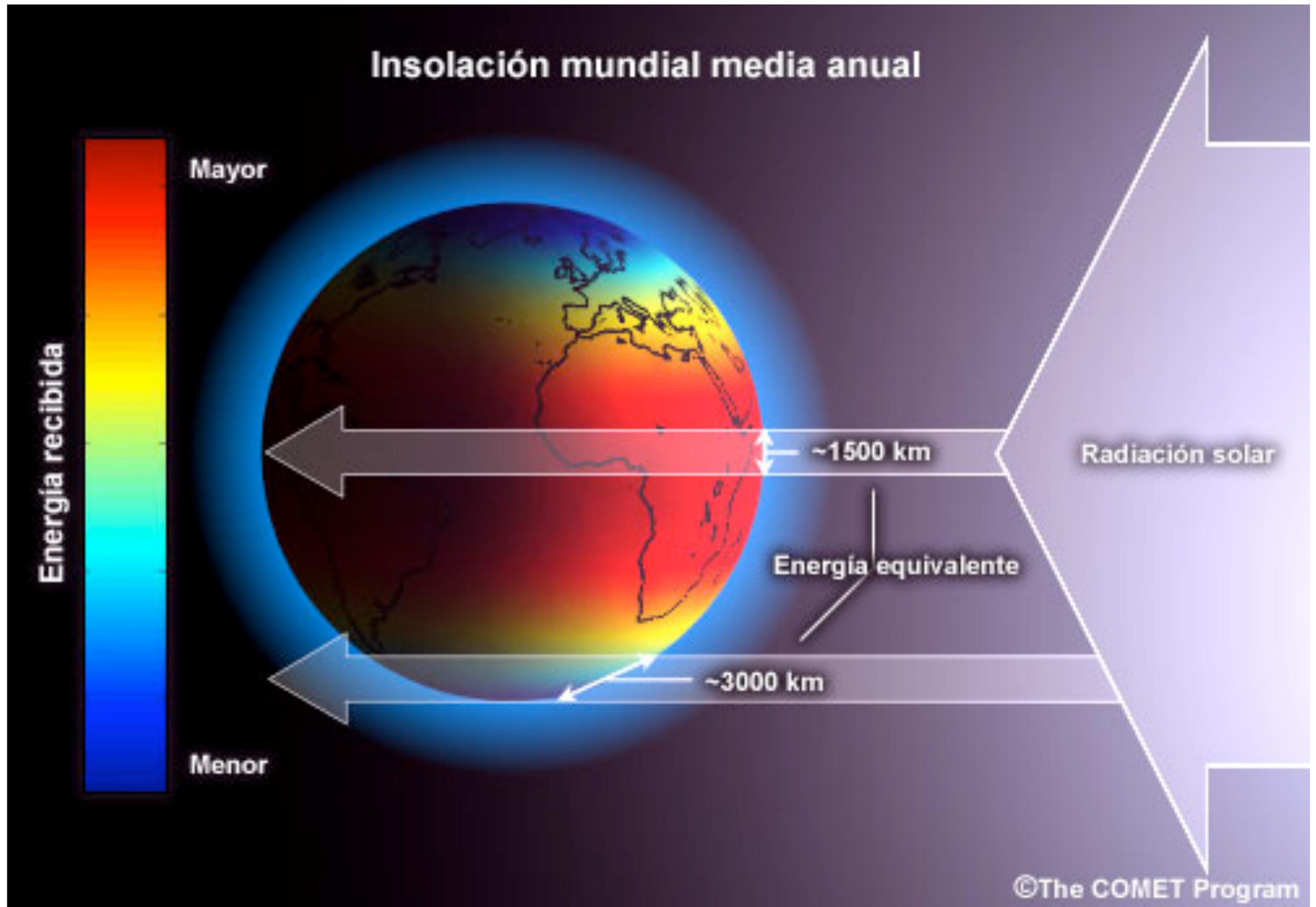


Constante Solar



1367 W m^{-2}

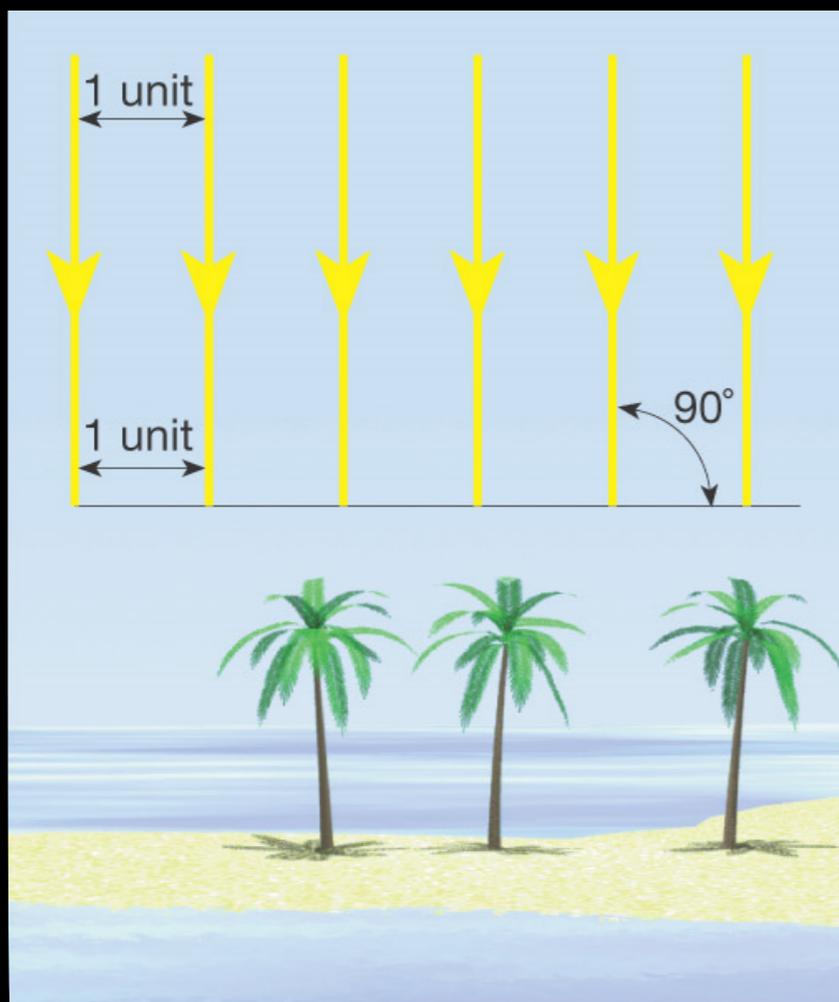
Constante Solar



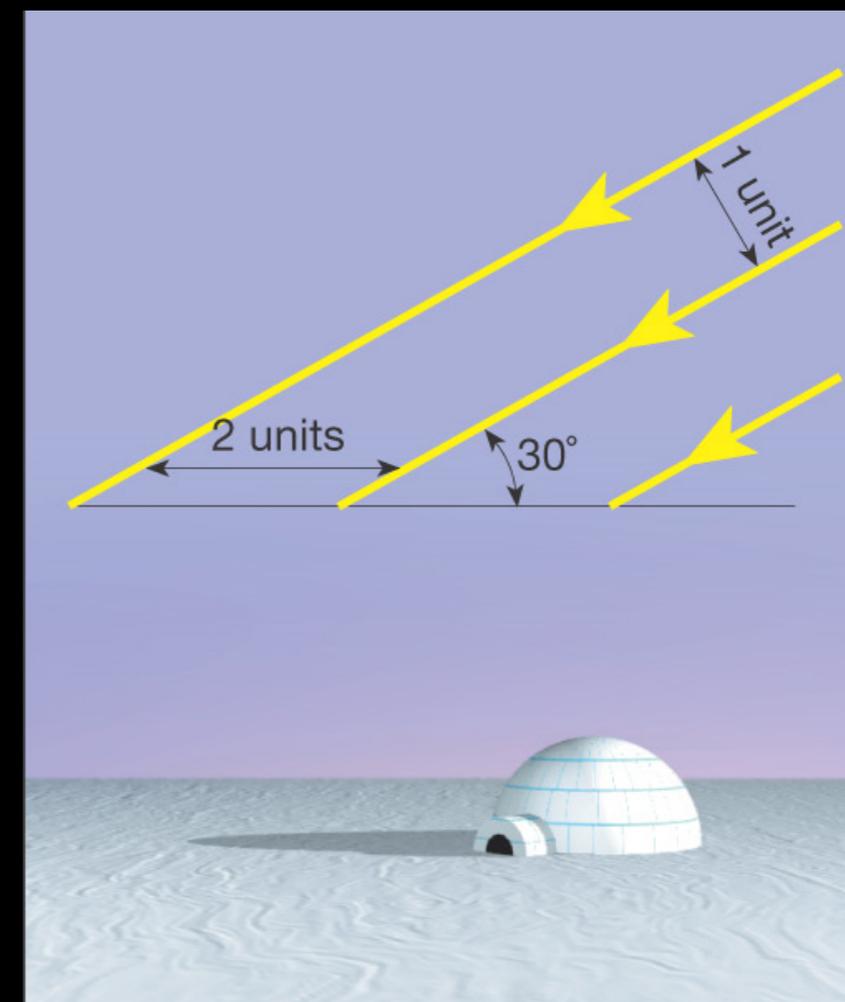
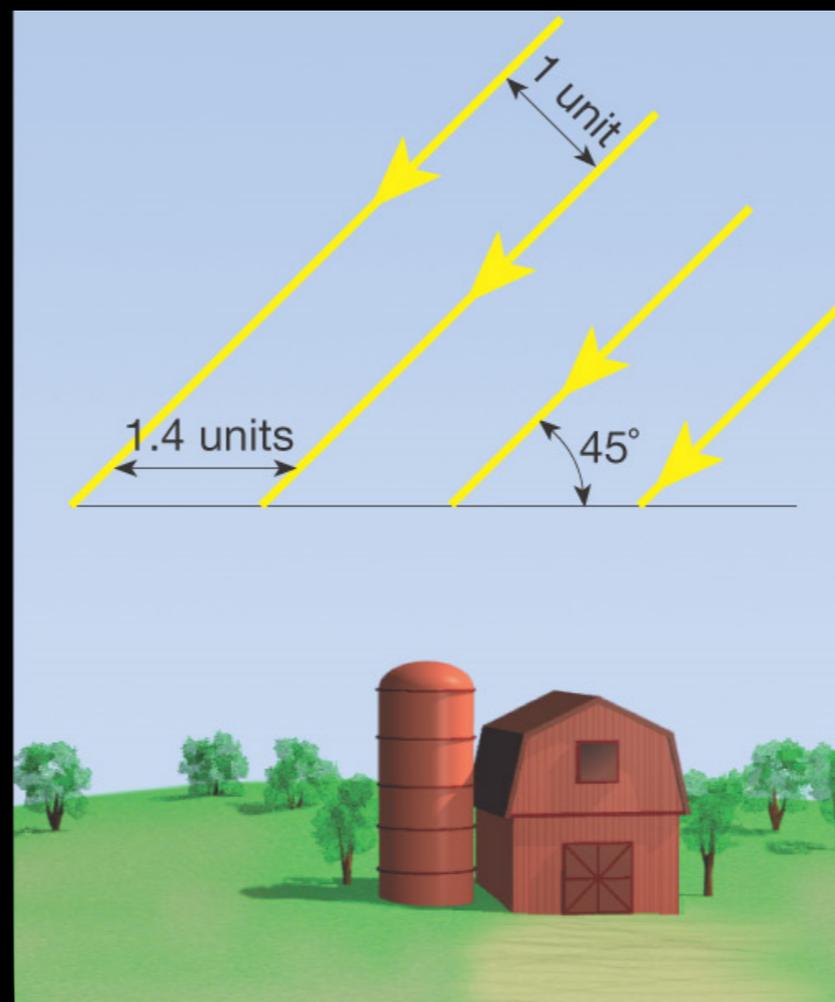
Constante Solar



Constante Solar

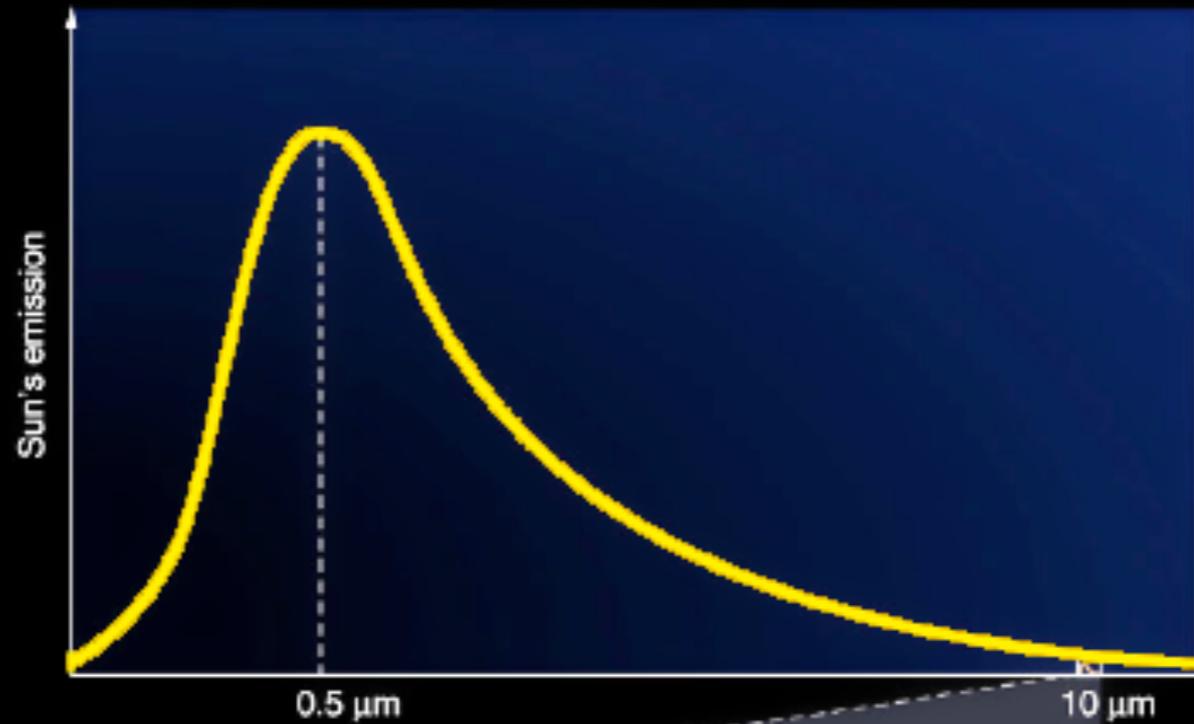


Tropicos

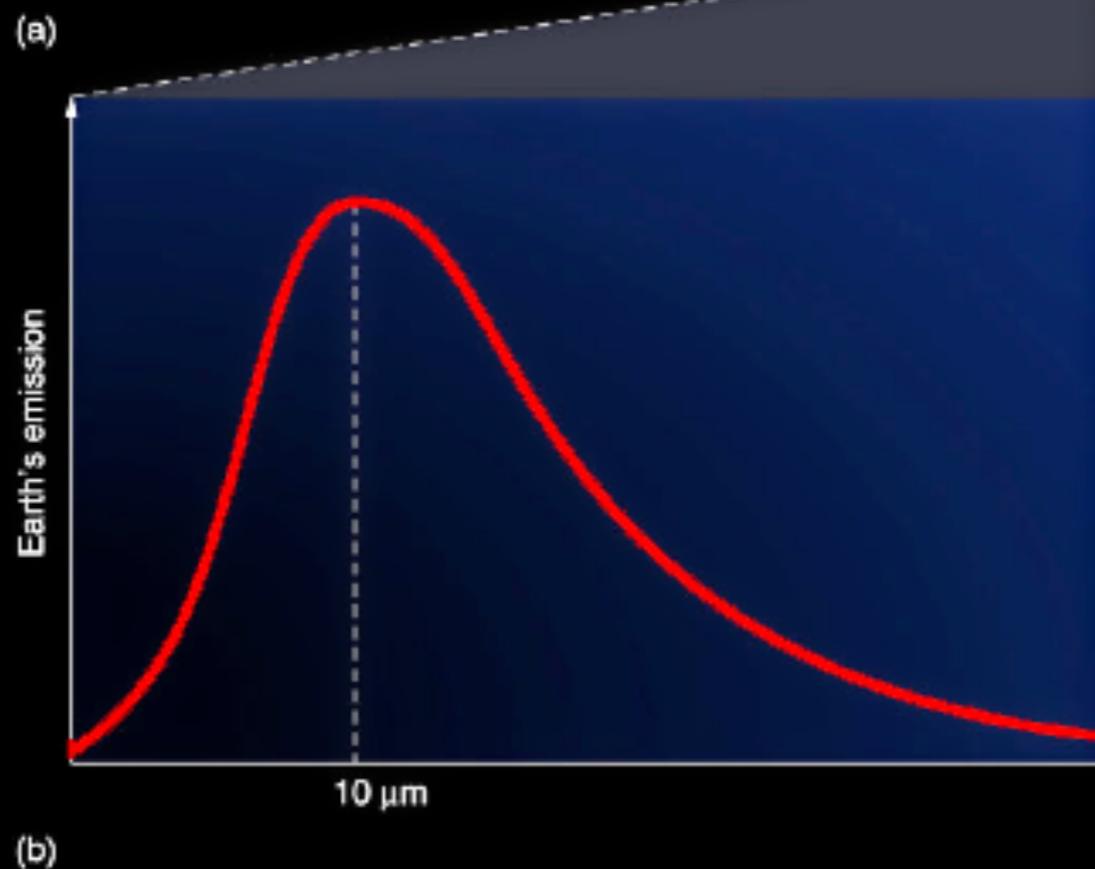


Polos

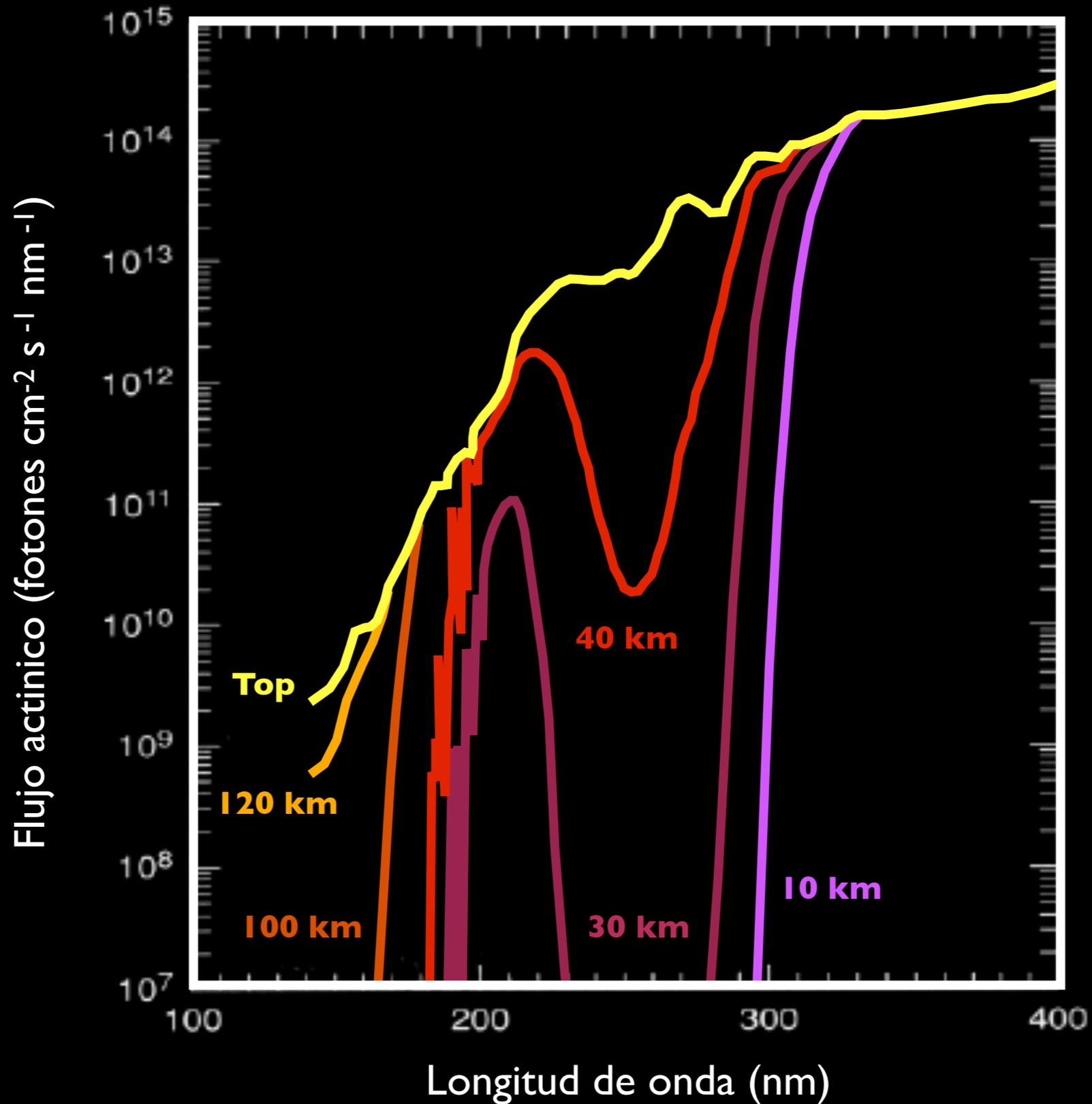
Balance de energía

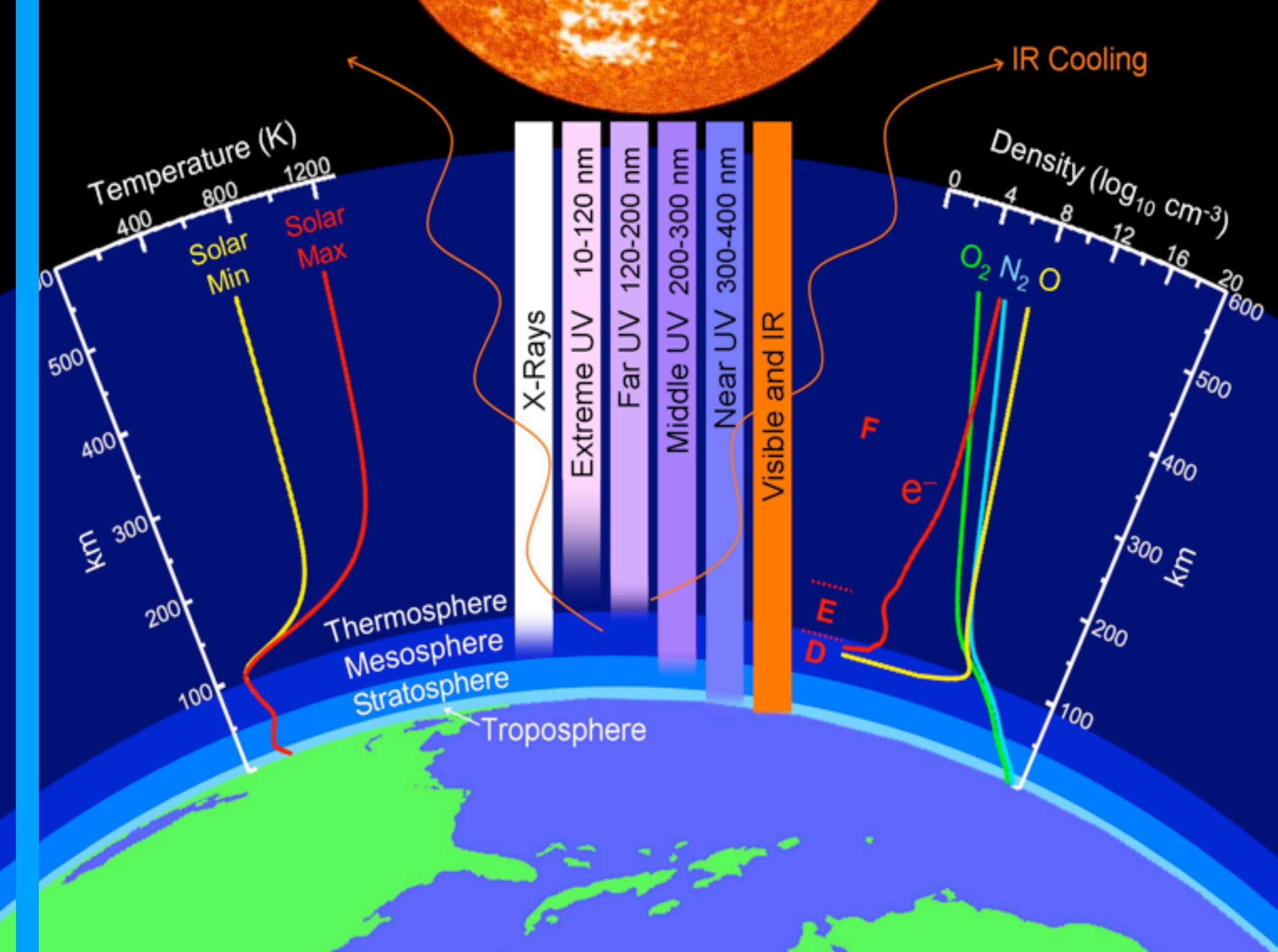


$$E_{sol} \approx 10^5 E_{tierra}$$

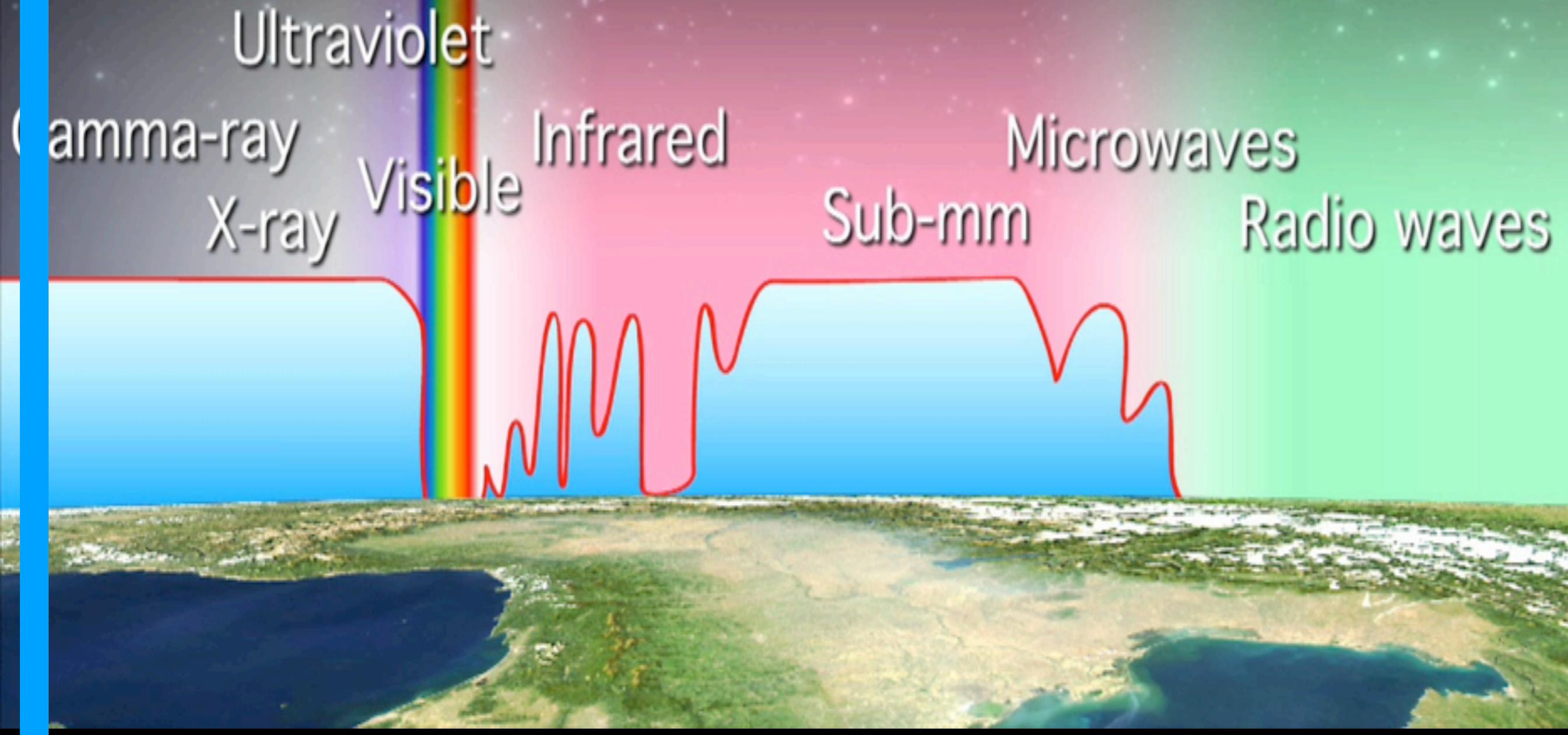


Radiación de Cuerpo Negro: Espectro Solar

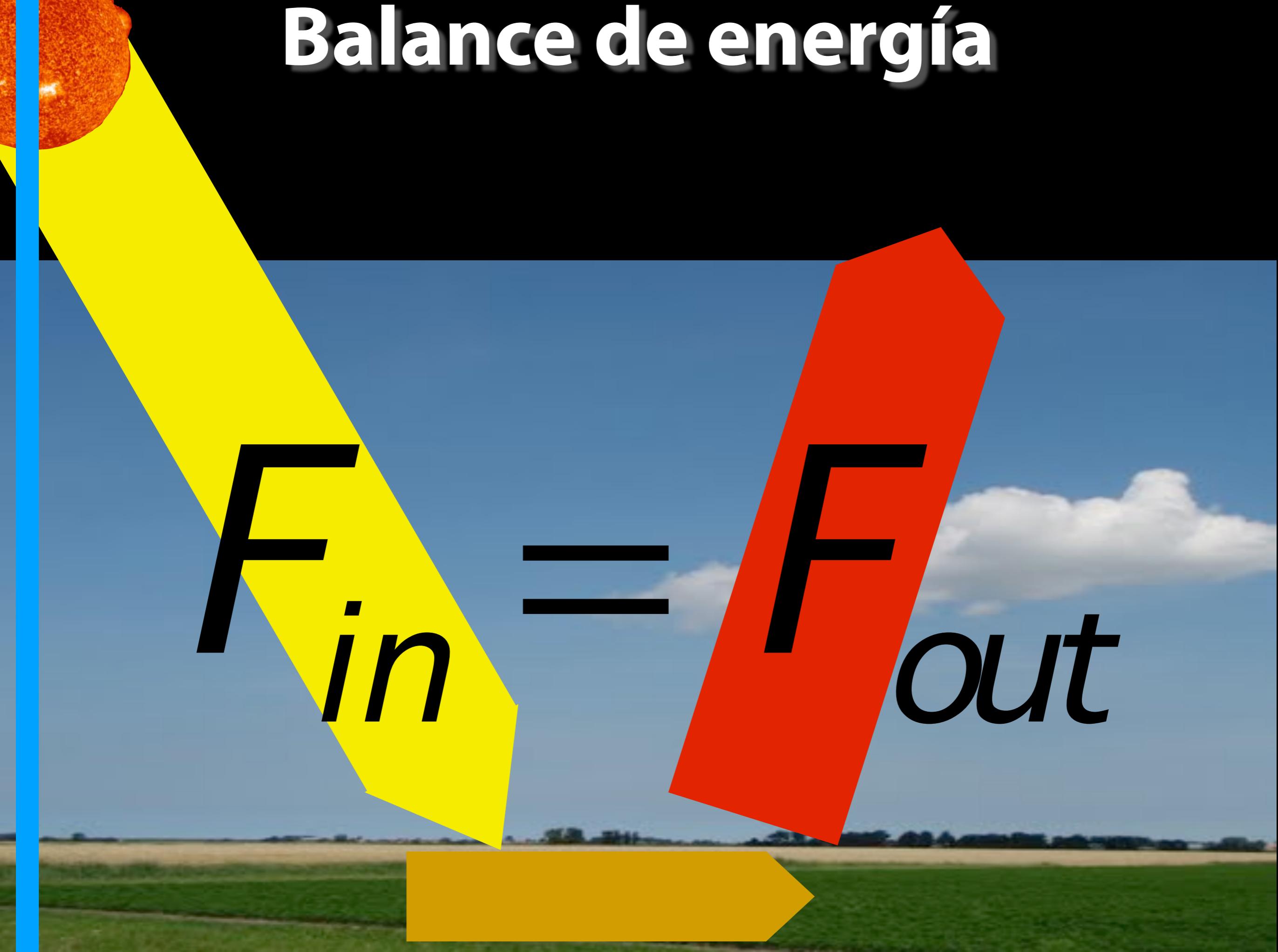




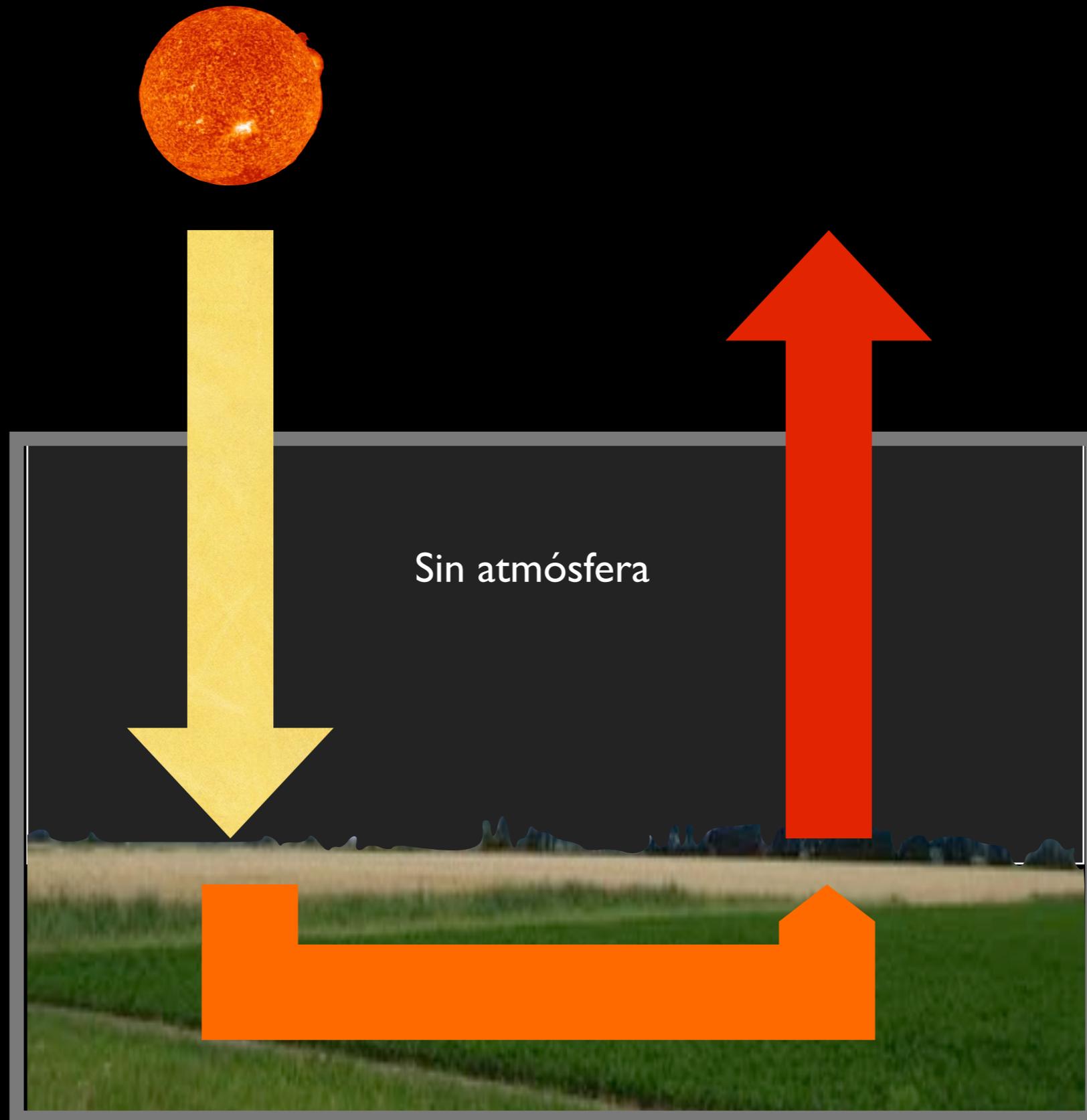
Espectro de Absorción de la Atmósfera



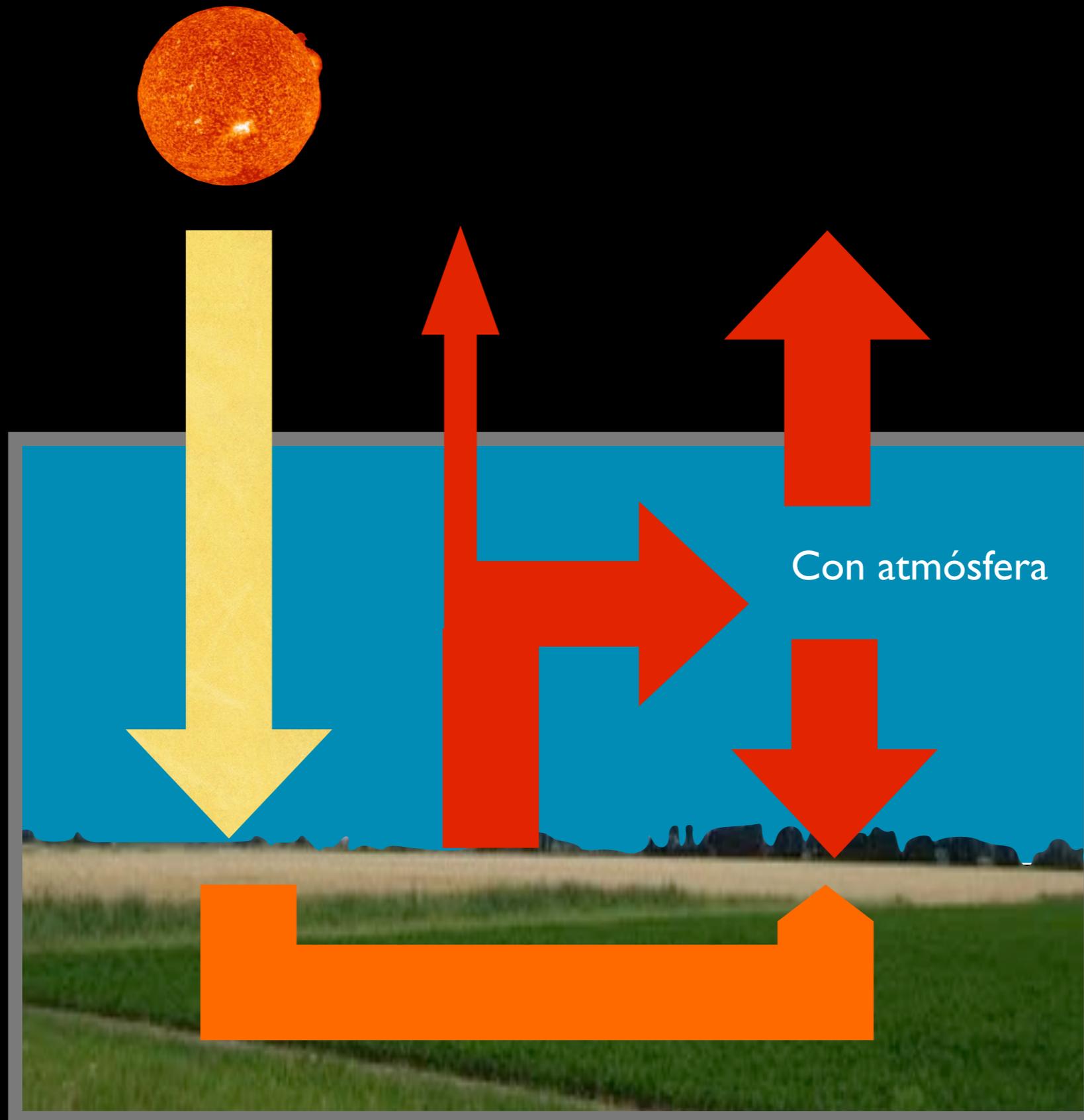
Balance de energía

A diagram illustrating energy balance. A yellow arrow labeled F_{in} points downwards from the top left. A red arrow labeled F points downwards from the top right. A yellow arrow points horizontally from the bottom left towards the right. The equation $F_{in} = F$ is centered in the middle. The background shows a green field under a blue sky with clouds.
$$F_{in} = F$$

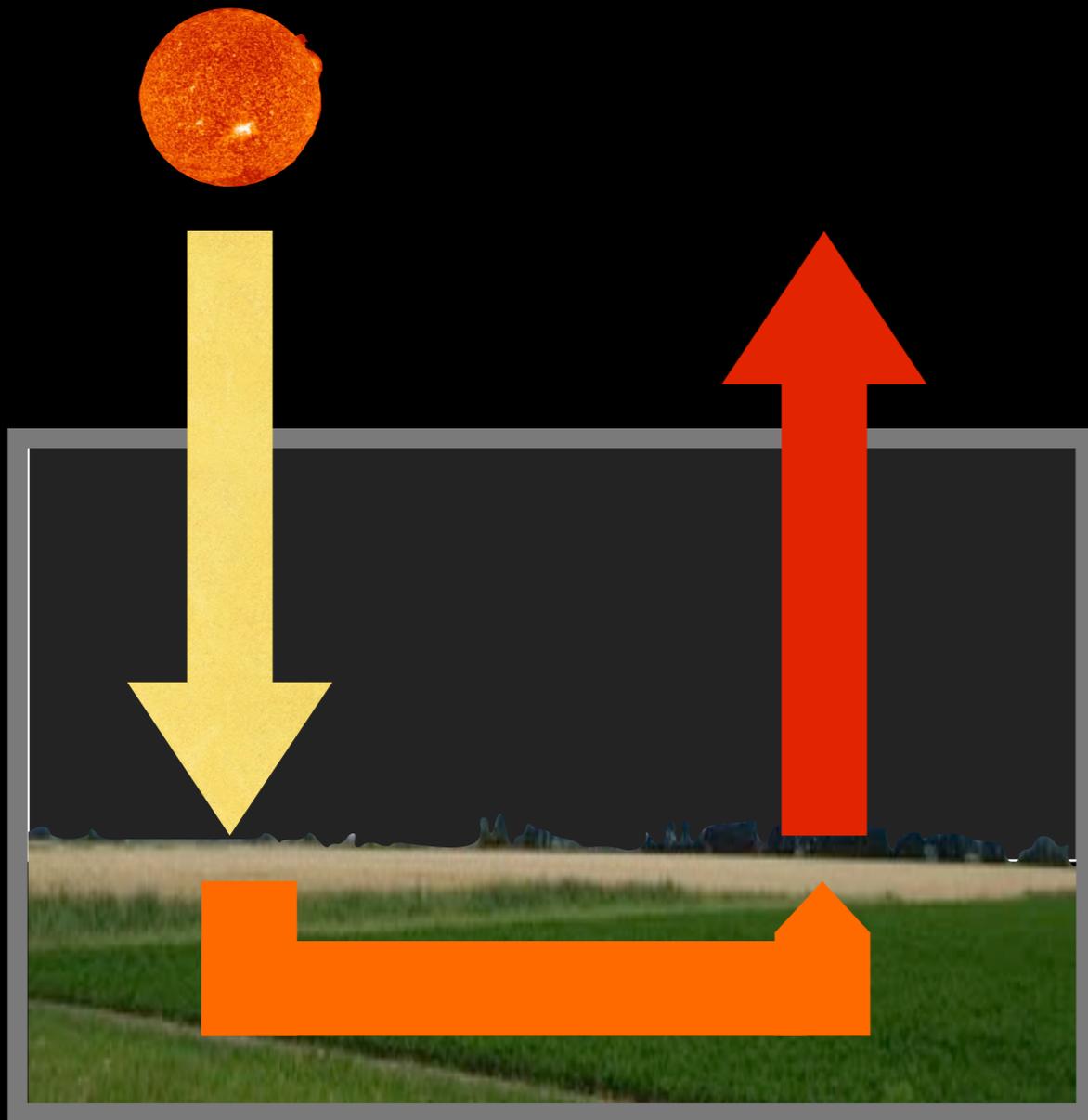
Balance de energía



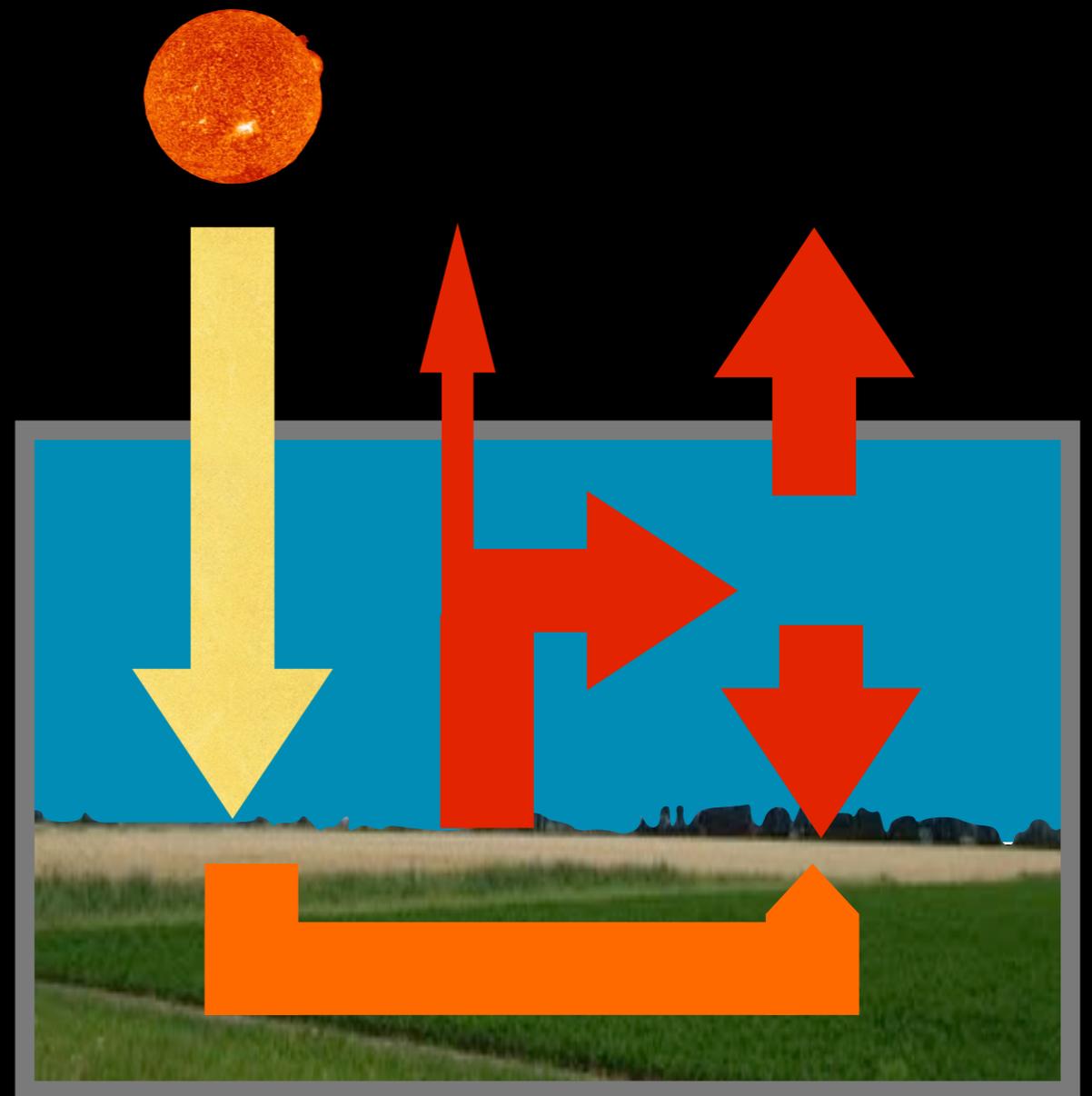
Balance de energía



Balance de energía

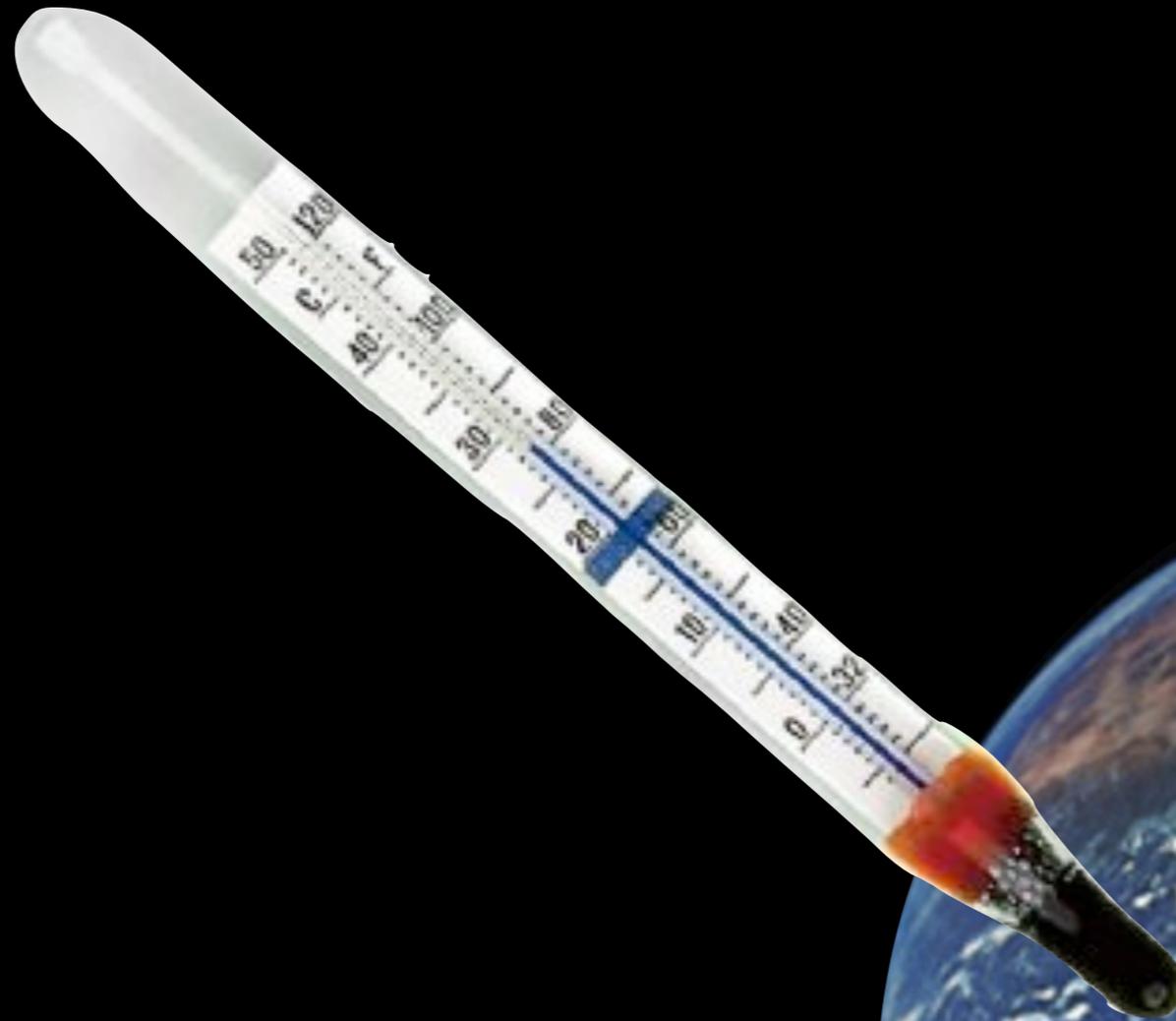


Sin atmósfera



Con atmósfera

Balance de energía



¿Temperatura promedio de la tierra?

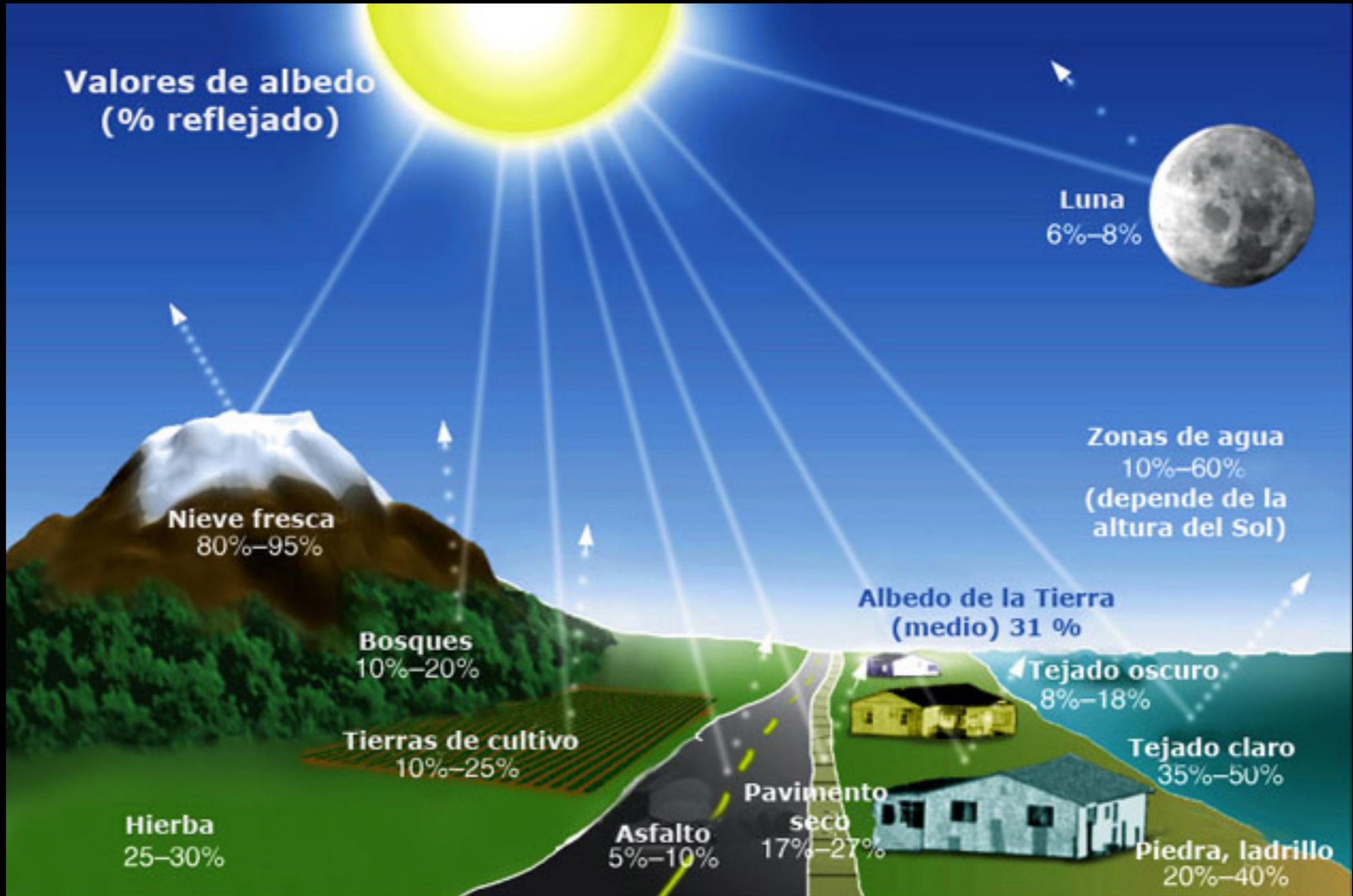
¿Temperatura promedio de la
tierra?

15°C

A thermometer is positioned diagonally across the center of the image, with its bulb resting on a globe of the Earth. The globe shows swirling cloud patterns over a dark blue ocean. The thermometer's scale is visible, with markings in degrees Celsius. The large white text '15°C' is superimposed over the thermometer and the globe.

Balance de energía

Albedo





Evidencia del cambio climatico



evidencia

El reciente reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) confirma con muy alto grado de certeza:

Que el Cambio Climático es un hecho inequívoco y que este fenómeno del calentamiento global es causado principalmente por las actividades de contaminación atmosférica del hombre.

IPCC

INTERGOVERNMENTAL
PANEL ON
CLIMATE CHANGE



WMO

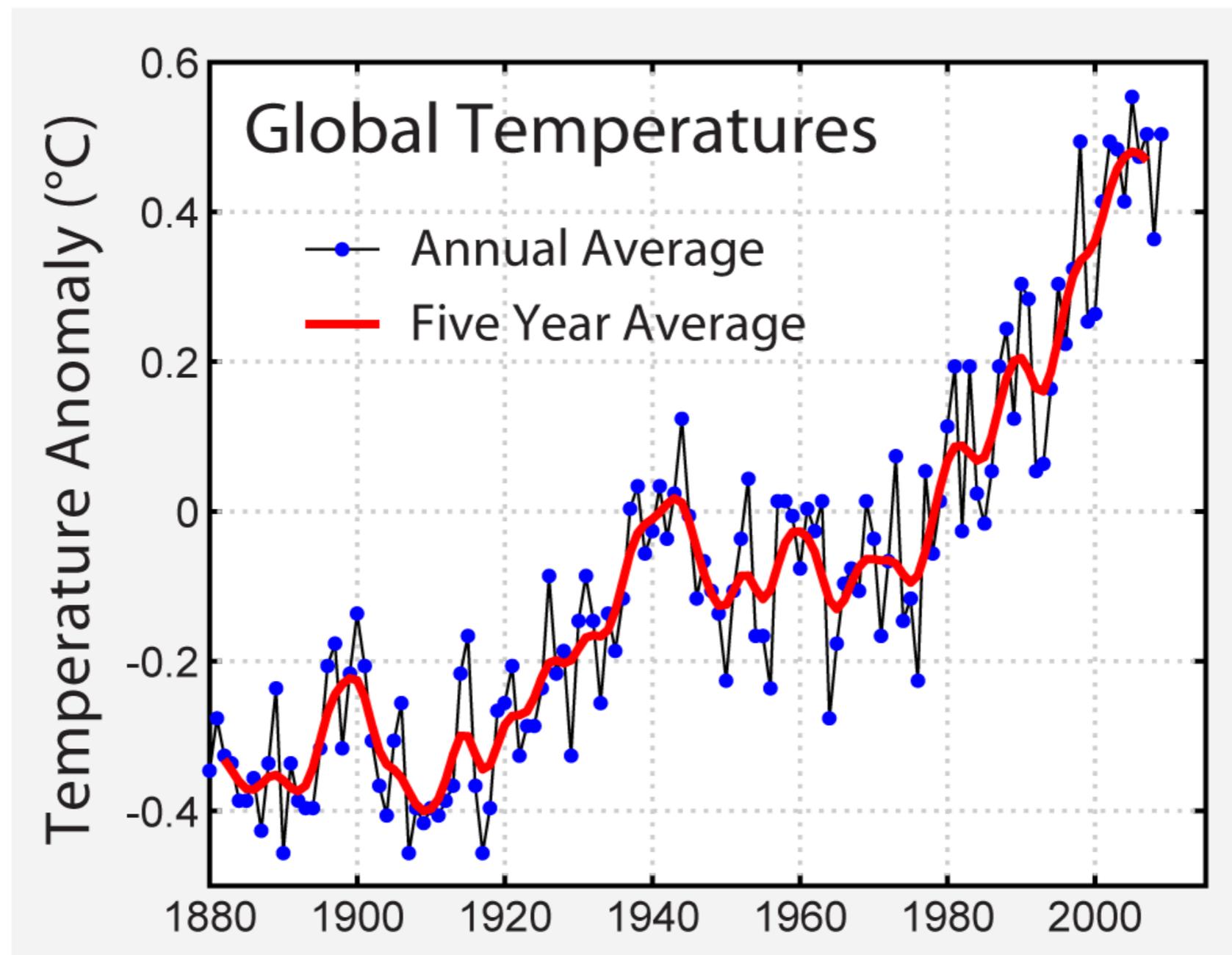


UNEP

Manifestaciones del Cambio Climático

El **Cambio Climático se manifiesta** tanto en forma de **tendencias**:

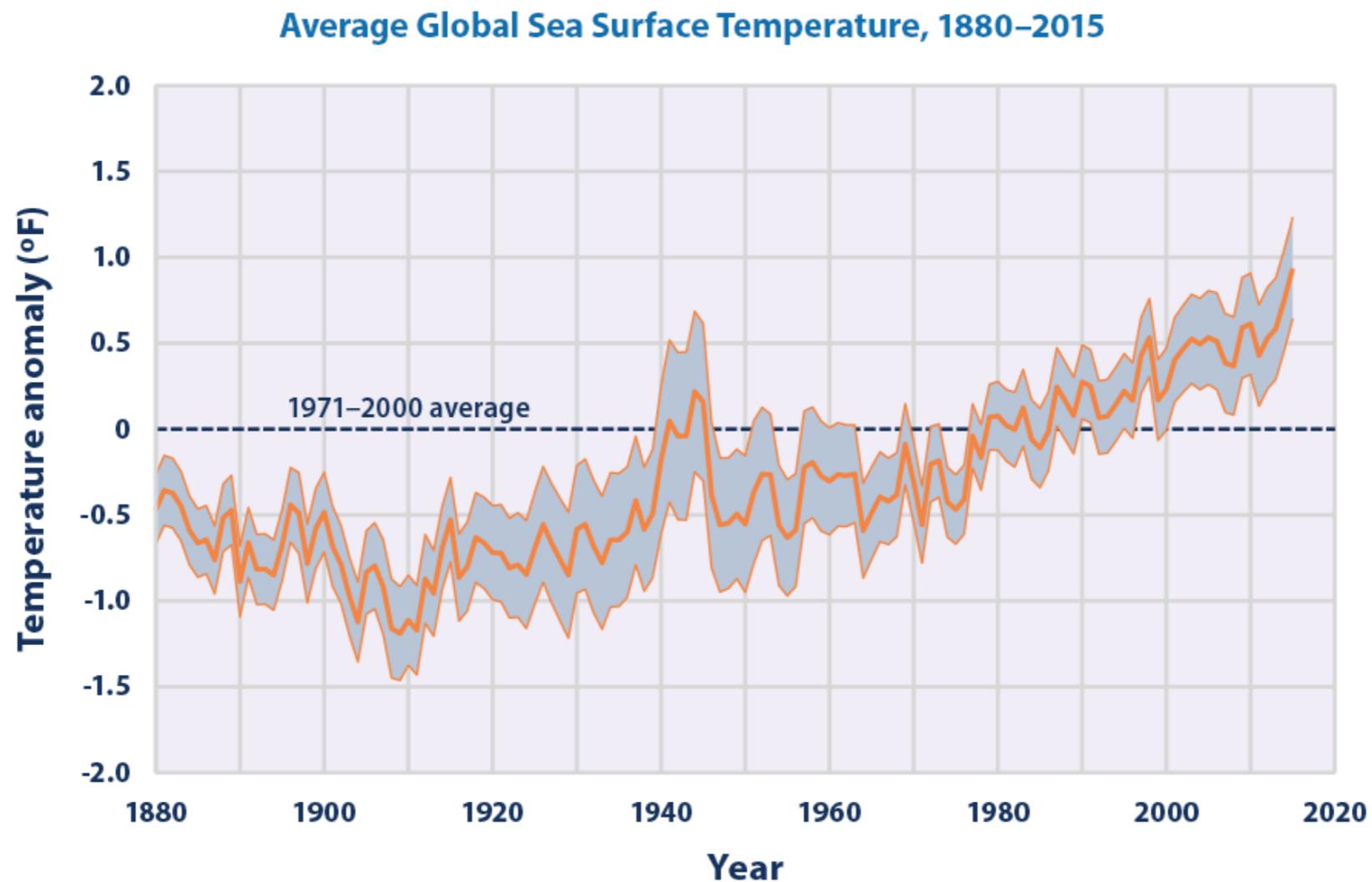
- *Temperatura del aire*



Manifestaciones del Cambio Climático

El *Cambio Climático se manifiesta tanto en forma de tendencias:*

- *Temperatura del mar*



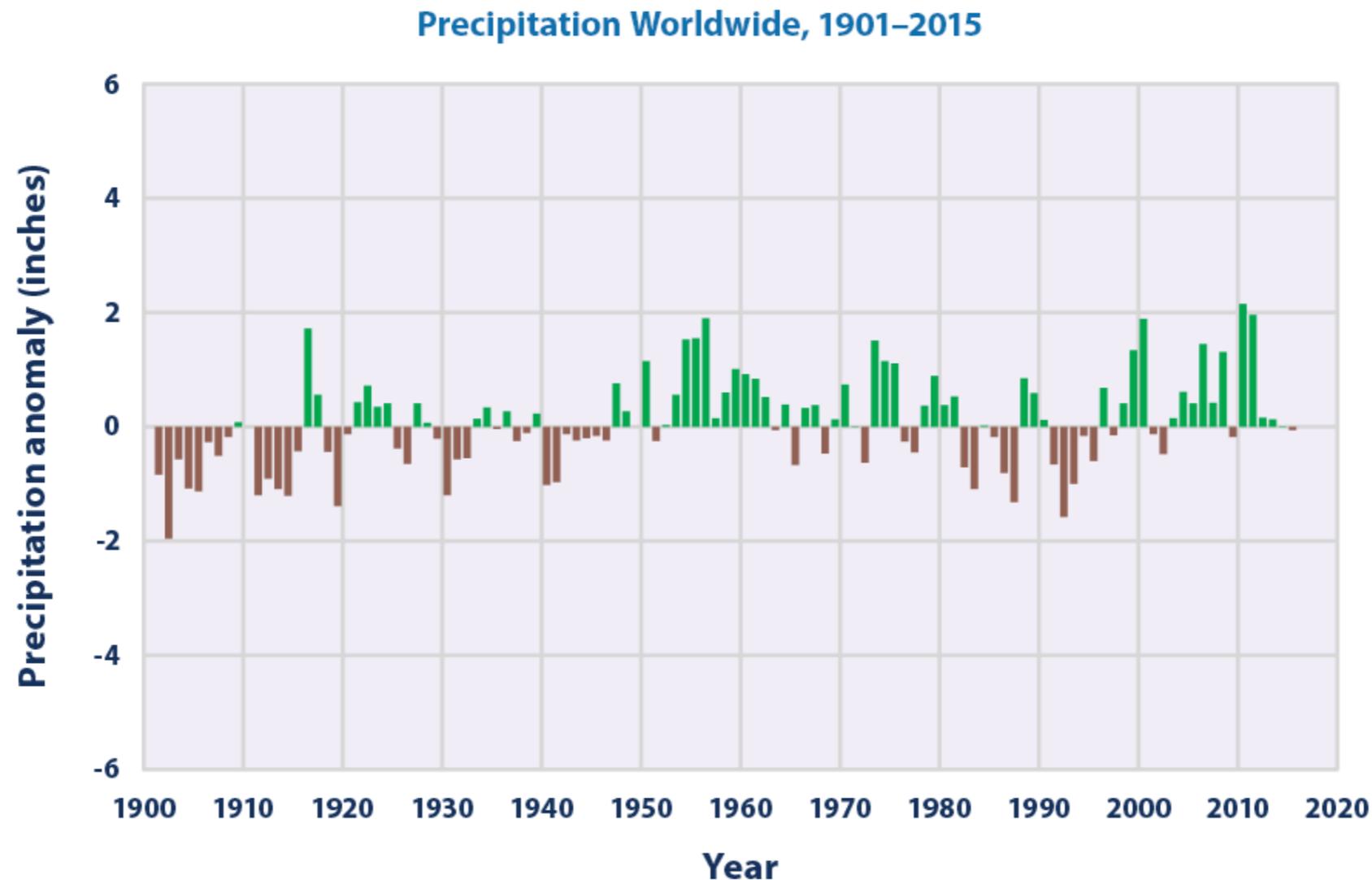
Data source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2016. Extended reconstructed sea surface temperature (ERSST.v4). National Centers for Environmental Information. Accessed March 2016.
www.ncdc.noaa.gov/data-access/marineocean-data/extended-reconstructed-sea-surface-temperature-ersst.

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

Manifestaciones del Cambio Climático

El Cambio Climático se manifiesta tanto en forma de tendencias:

- *Precipitaciones*



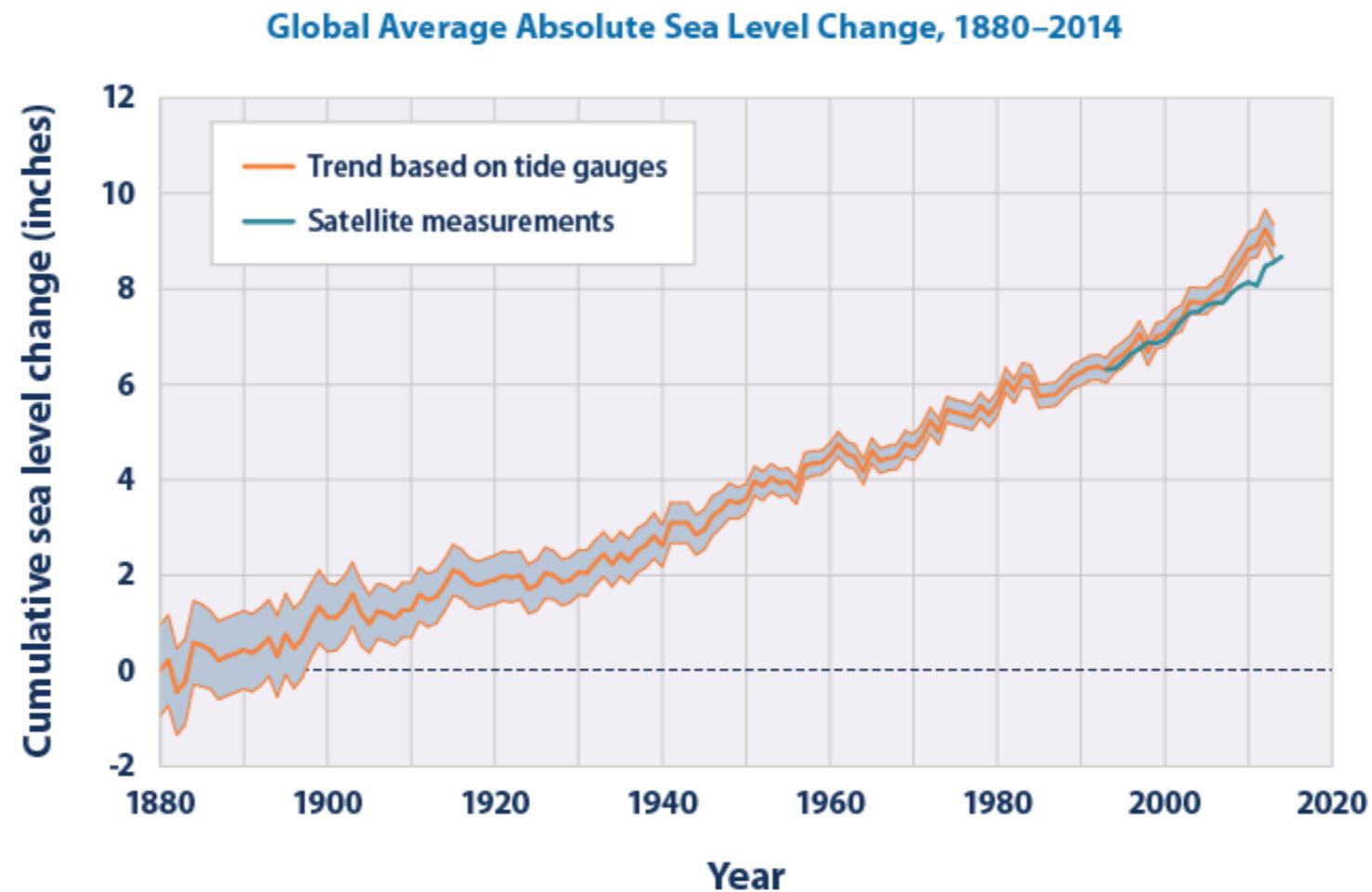
Data source: Blunden, J., and D.S. Arndt (eds.). 2016. State of the climate in 2015. B. Am. Meteorol. Soc. 97(8):S1–S275.

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

Manifestaciones del Cambio Climático

El *Cambio Climático se manifiesta tanto en forma de tendencias:*

- *Nivel del mar.*



Data sources:

- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). 2015 update to data originally published in: Church, J.A., and N.J. White. 2011. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surv. Geophys.* 32:585–602. www.cmar.csiro.au/sealevel/sl_data_cmar.html.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2015. Laboratory for Satellite Altimetry: Sea level rise. Accessed June 2015. http://ibis.grdl.noaa.gov/SAT/SeaLevelRise/LSA_SLR_timeseries_global.php.

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



Manifestaciones del Cambio Climático

El *Cambio Climático se manifiesta tanto en forma de tendencias:*

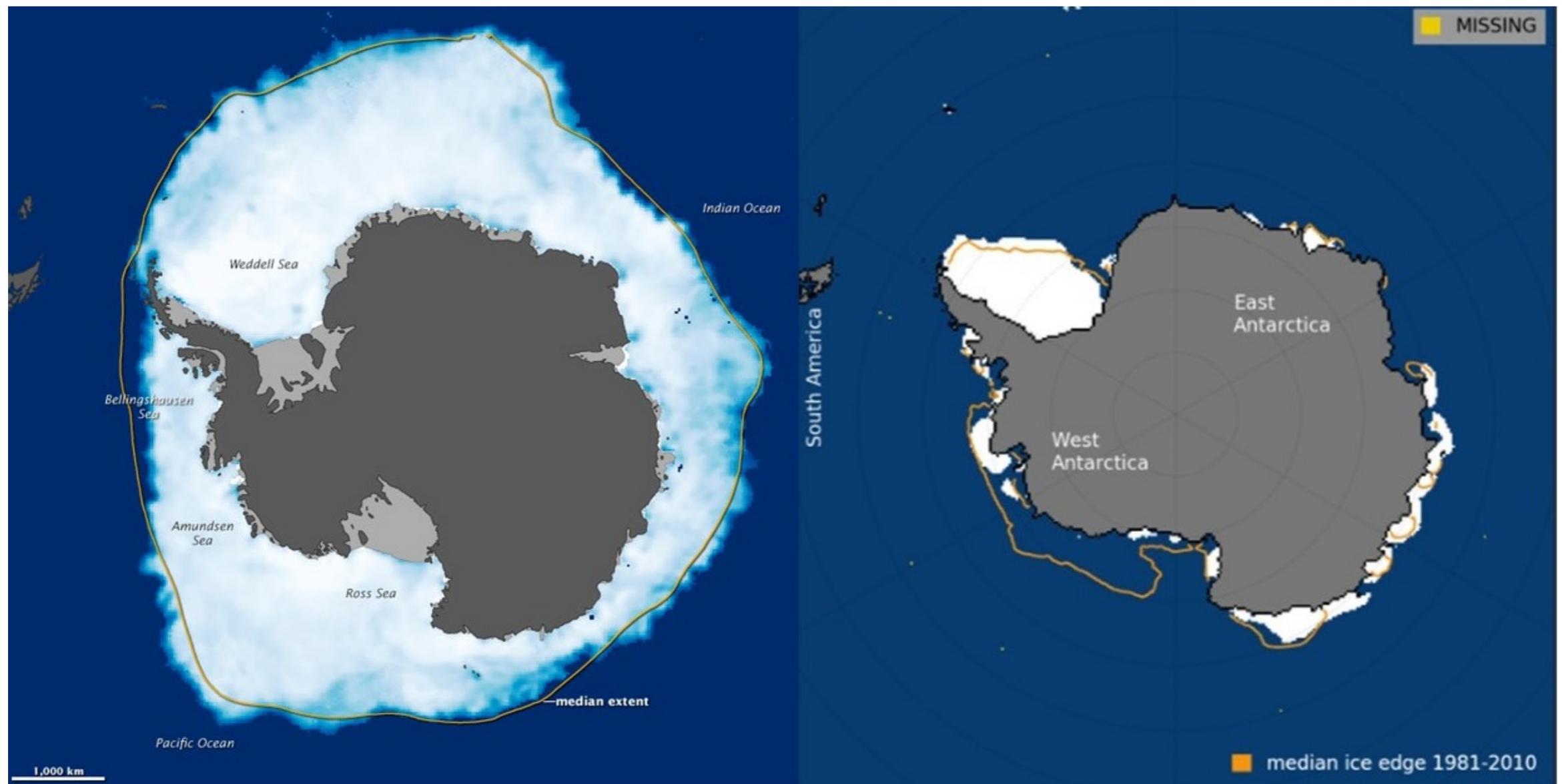
- *Capas de hielo*



Manifestaciones del Cambio Climático

El **Cambio Climático se manifiesta tanto en forma de tendencias:**

- *Capas de hielo*



Manifestaciones del Cambio Climático

como en forma de eventos extremos:



ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Un ajuste mundial

Desarrollar mecanismos internacionales para resguardar, proteger y evitar desastres naturales provocados por el cambio climático, son algunas de las prioridades de la adaptación mundial atmosférica.

¿EN QUÉ CONSISTE?

En la viabilidad de proteger, conducir y mejorar las causas en la emisión de gases que afectan directamente a los seres humanos.

4.1 millones quedaron sin hogar y en necesidad de asistencia

"The Human cost of weather related disasters"

25 millones de dólares inversión de grandes potencias a países afectados por el cambio climático

194 países han ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

606 mil personas fallecidas por las condiciones climáticas entre 1995-2015

China e India países más afectados por desastres debido al clima con más de 3 millones de víctimas en 20 años

PORCENTAJE DE DESASTRES entre 1995 y 2015

43 % inundaciones

28 % tormentas

1 % actividad volcánica

4 % incendios

5 % sequías

5 % deslizamientos

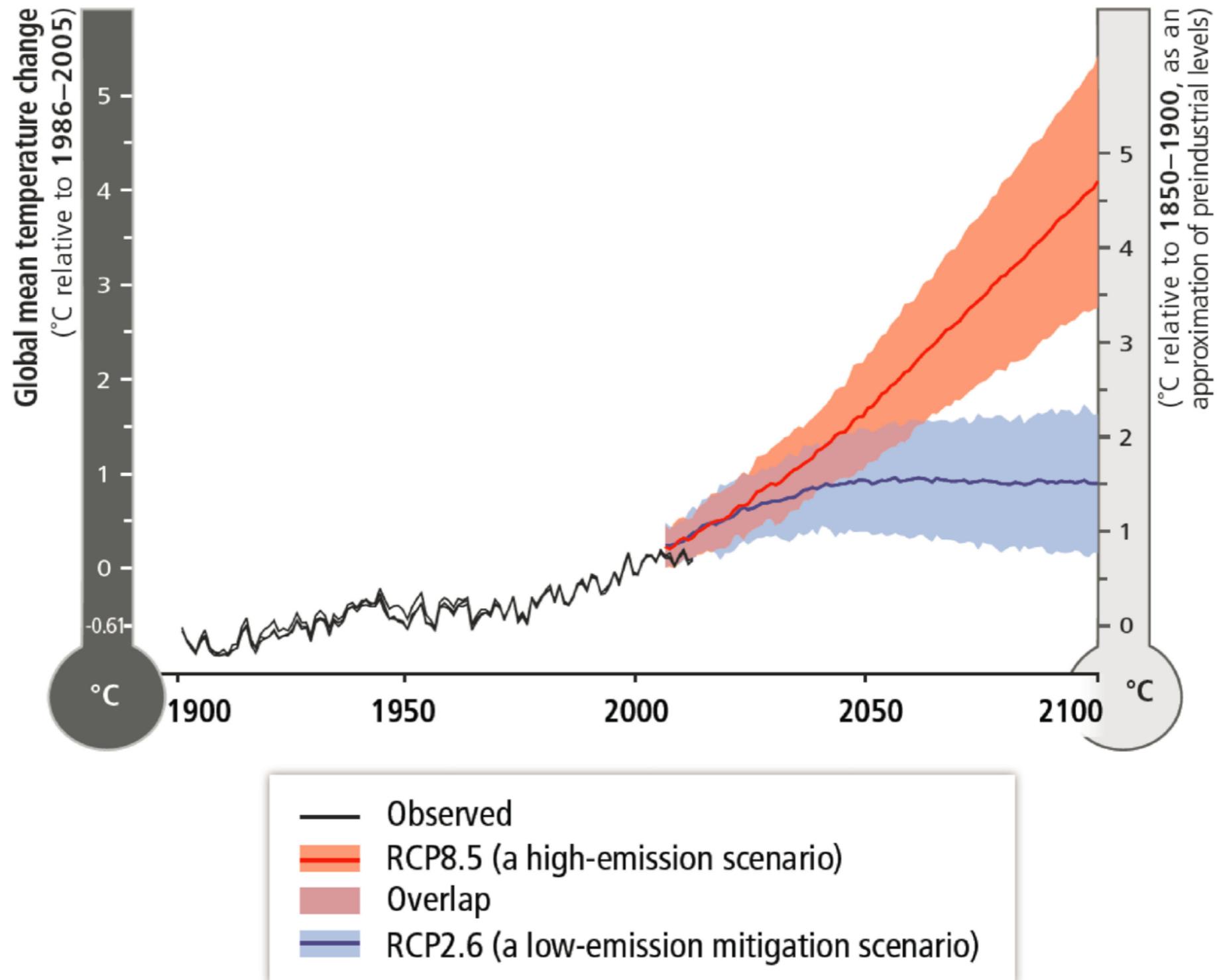
8 % sismos y terremotos

6 % temperatura extrema

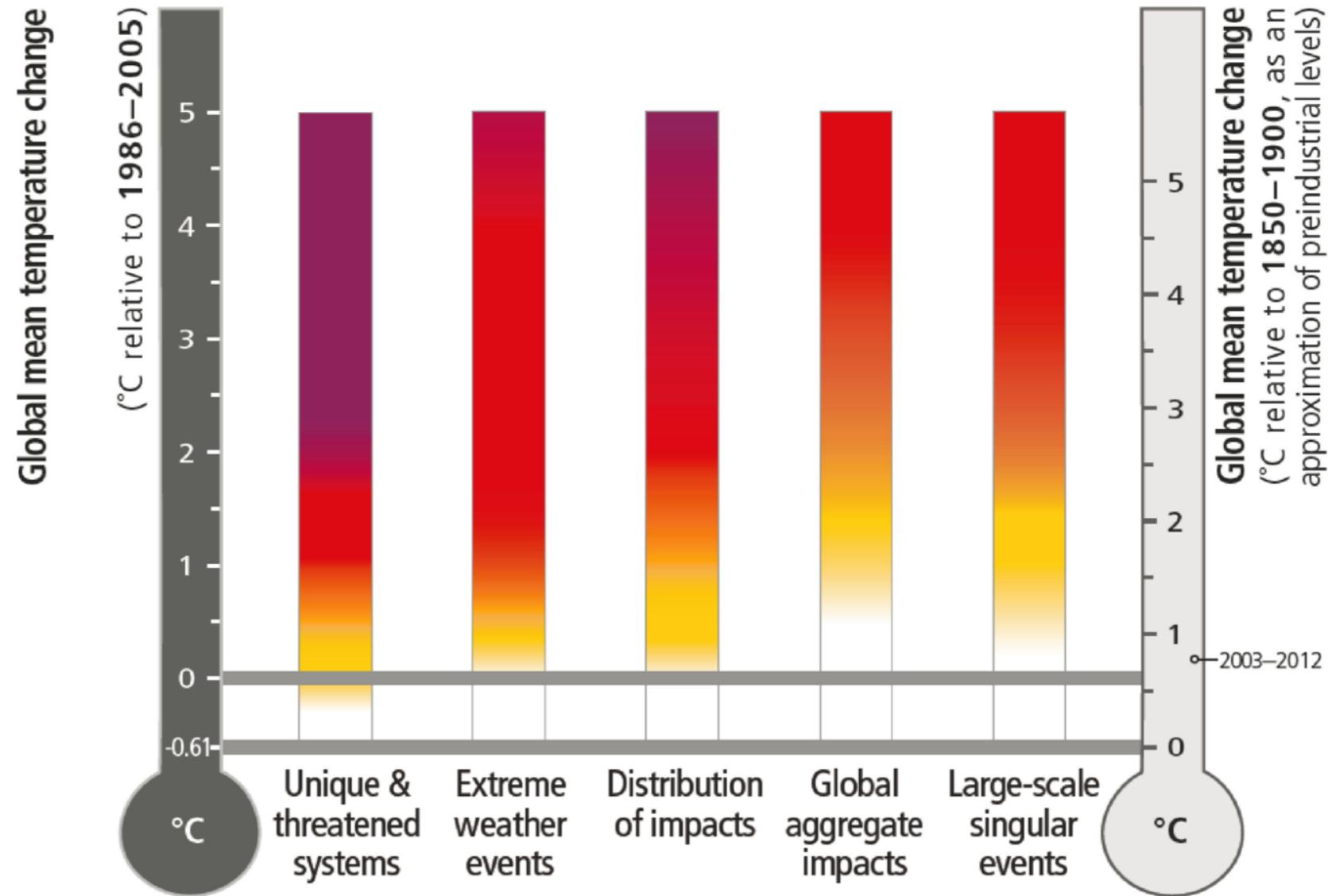
SABÍAS QUE...

Existen dos factores a tomar en cuenta para prevenir riesgos: crecimiento de la población y construcción no controlada en llanuras propensas a inundaciones y zonas costeras proclives a tormentas.

Manifestaciones del Cambio Climático



Manifestaciones del Cambio Climático

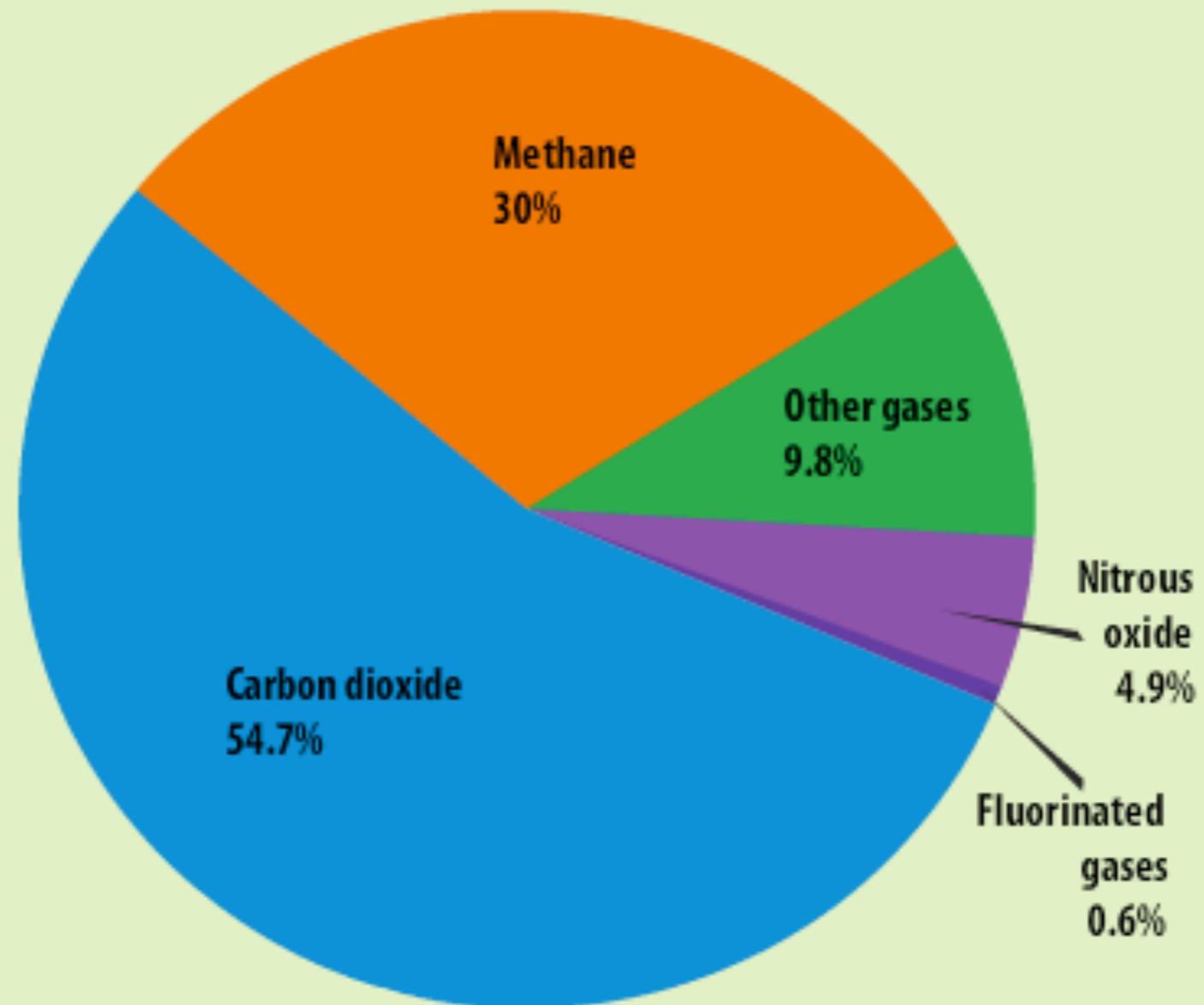


Level of additional risk due to climate change

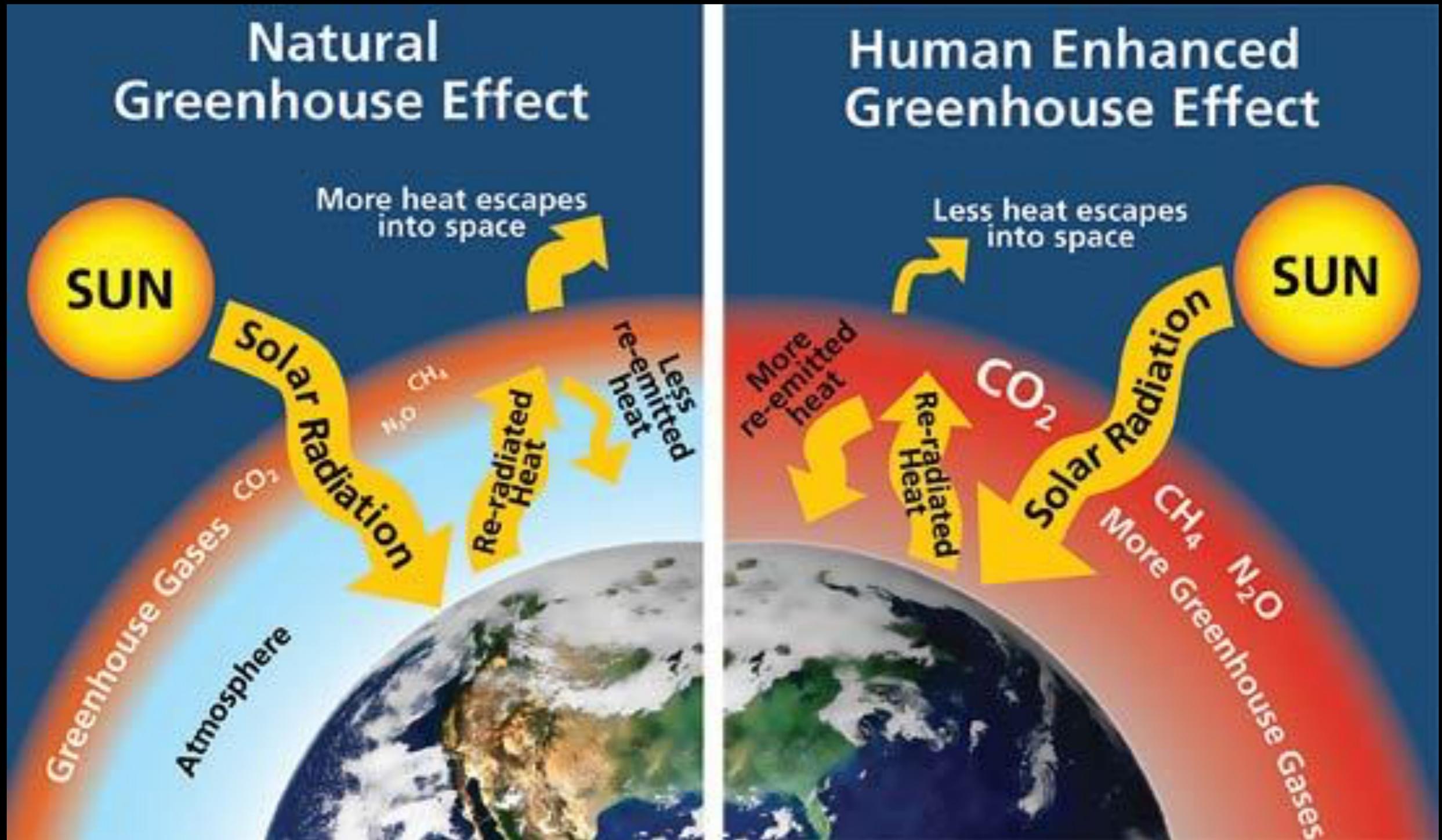
Undetectable Moderate High Very high

Atmósfera y gases de efecto invernadero

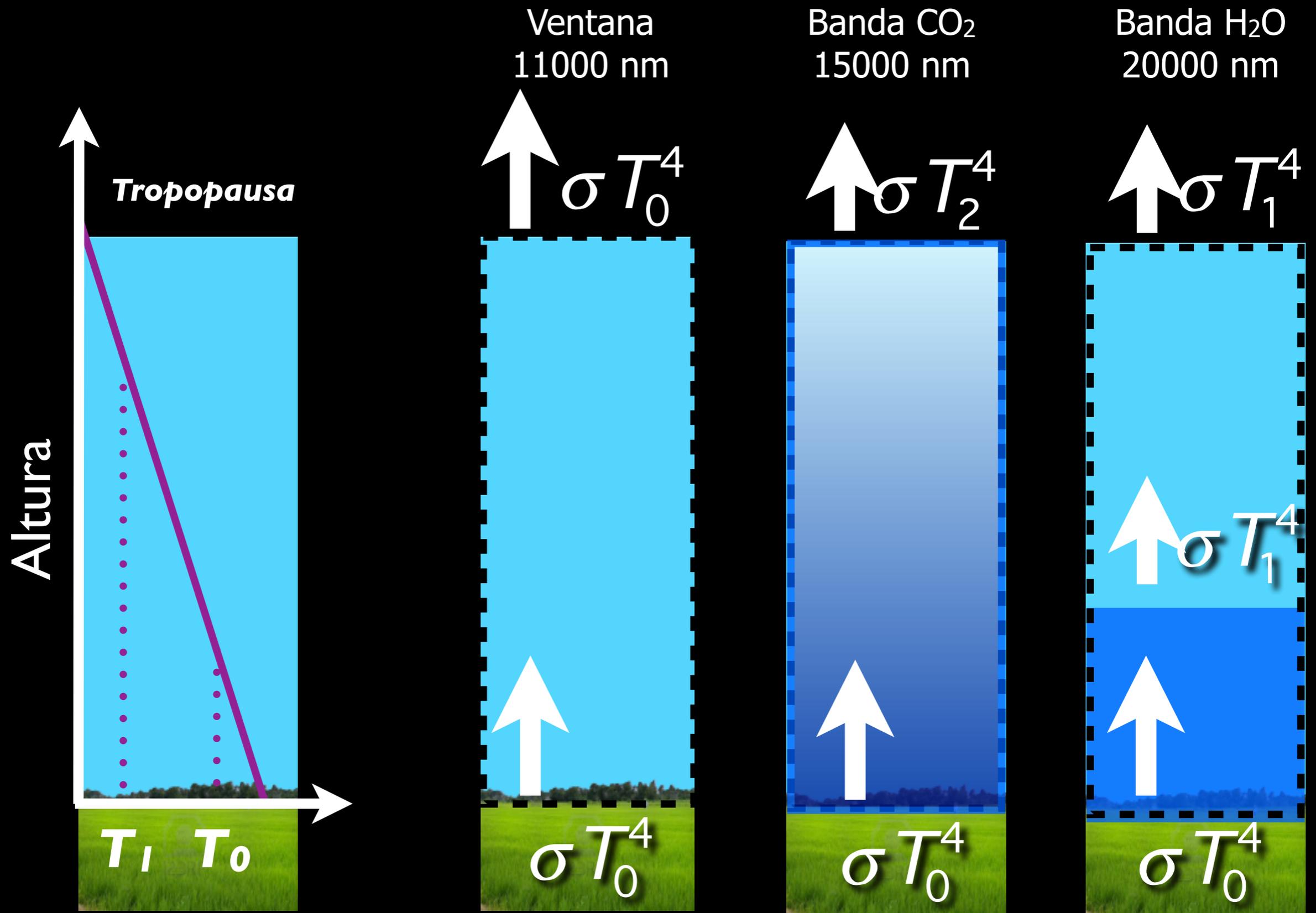
Major Greenhouse Gases from People's Activities



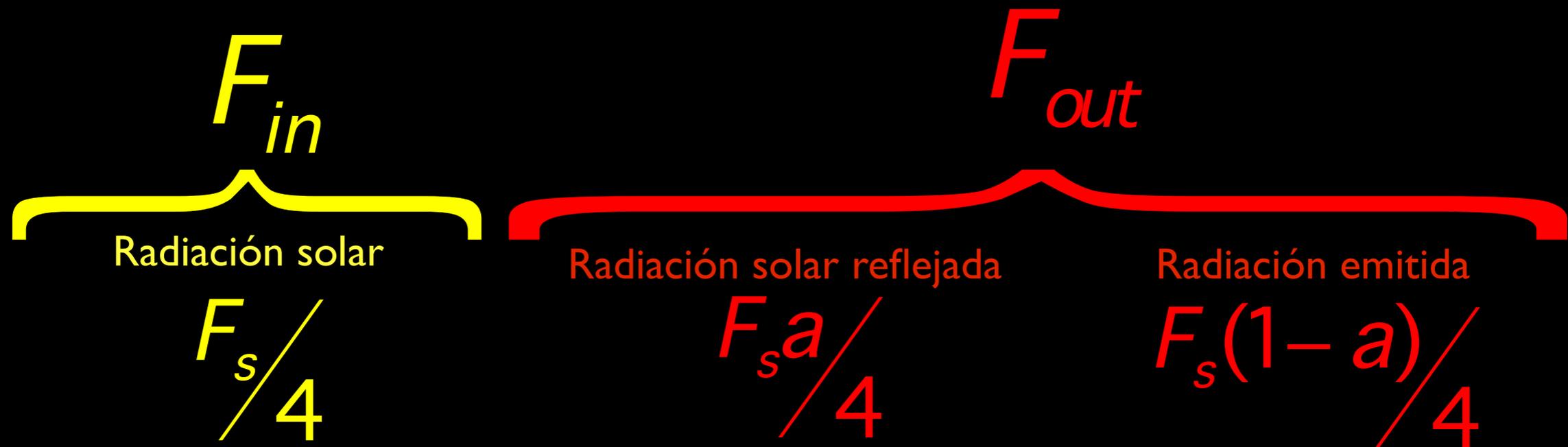
Gases de efecto invernadero



Atmósfera y gases de efecto invernadero



Atmósfera y gases de efecto invernadero



Tope de la atmósfera

Gases de efecto invernadero específicos, nubes, aerosoles. Temperatura específica

ATMOSFERA EN EQUILIBRIO

Atmósfera y gases de efecto invernadero

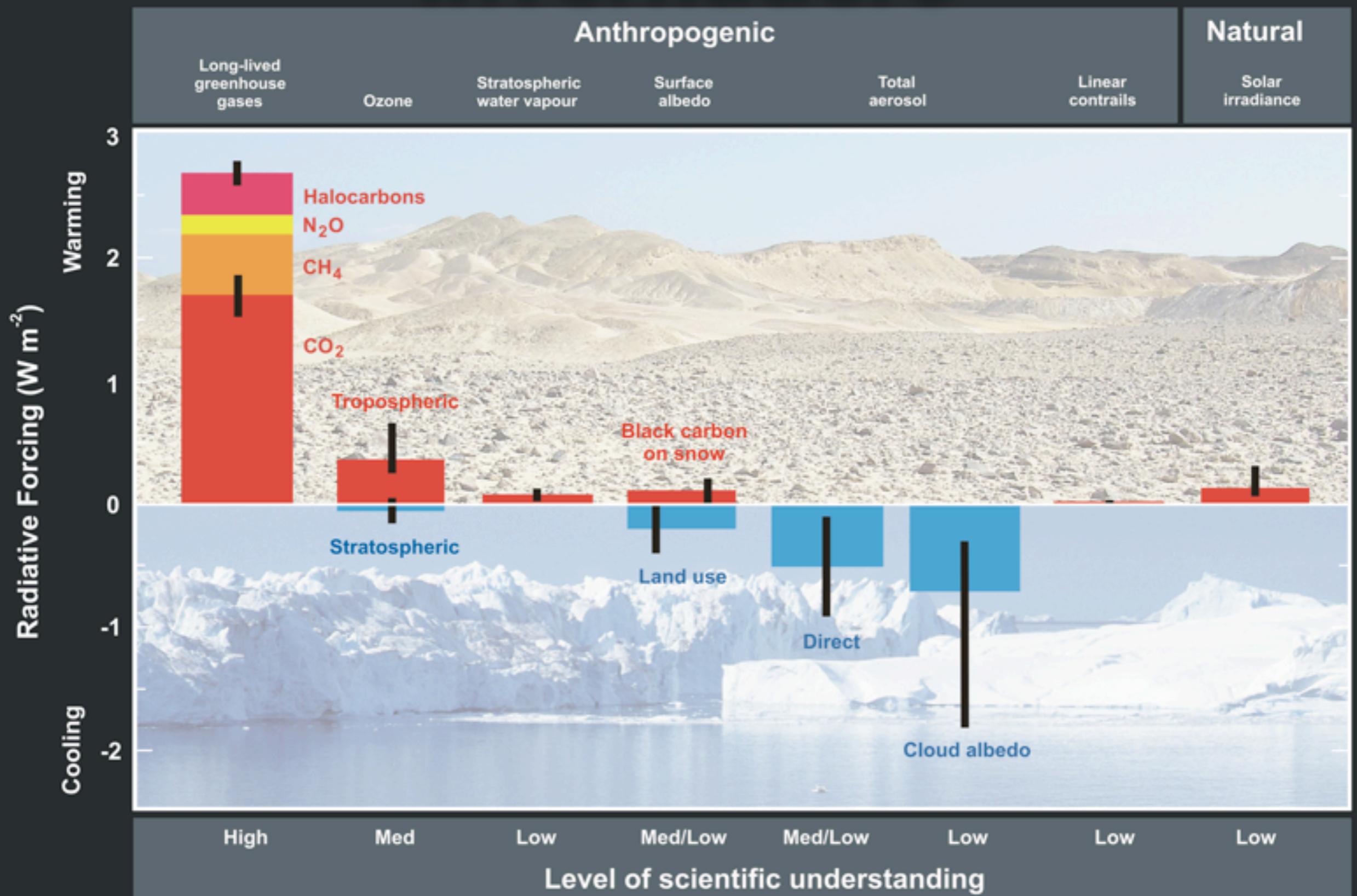


Tope de la atmósfera

Gases de efecto invernadero específicos, nubes, aerosoles. Temperatura anterior + la añadida por especies químicas

ATMOSFERA PERTURBADA

Atmósfera y gases de efecto invernadero



Potencial de calentamiento global

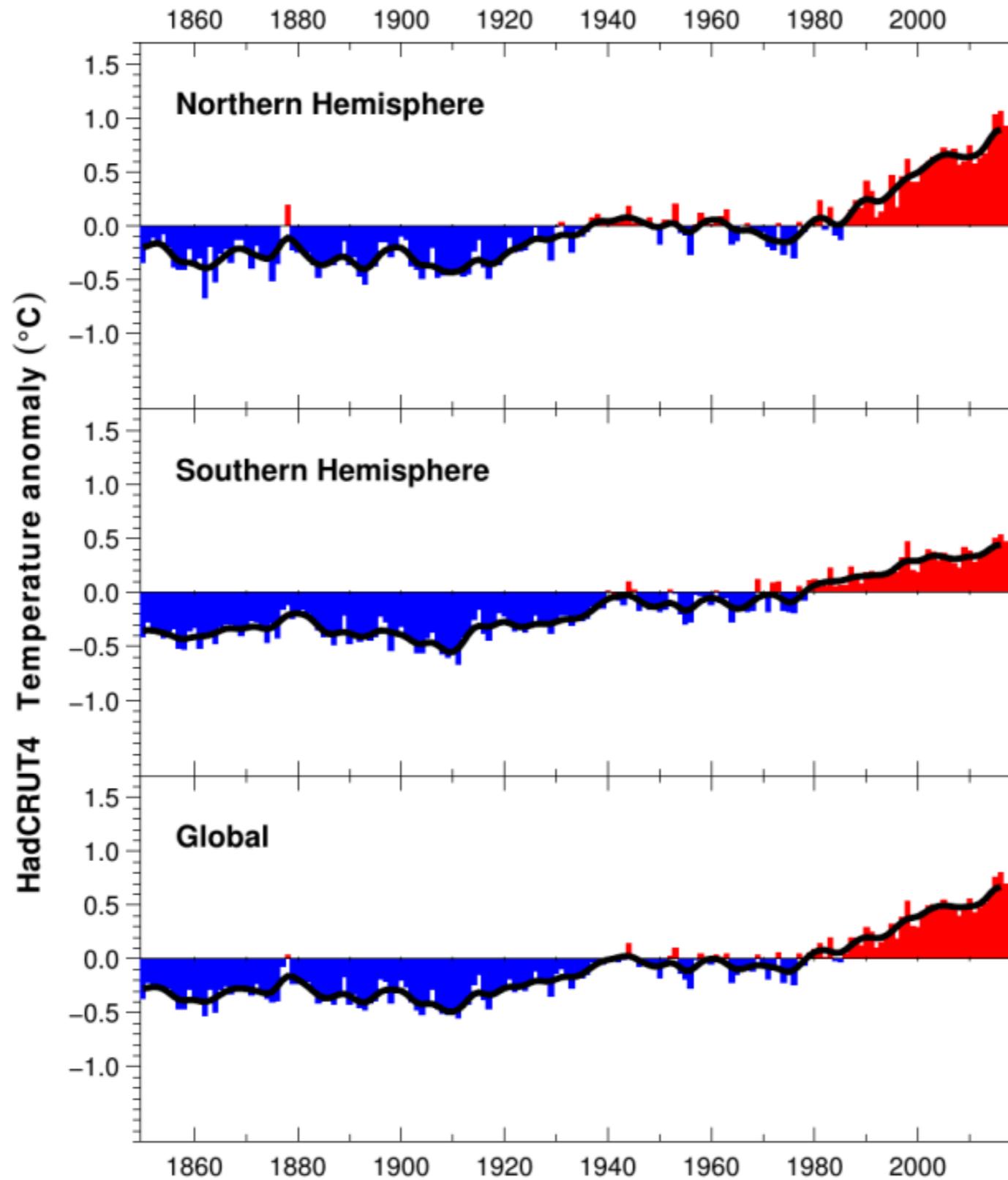
$$GWP = \frac{\int_{t_0}^{t_0+\Delta t} \Delta F_{1\text{kg de } x} dt}{\int_{t_0}^{t_0+\Delta t} \Delta F_{1\text{kg de CO}_2} dt}$$

Potencial de calentamiento global

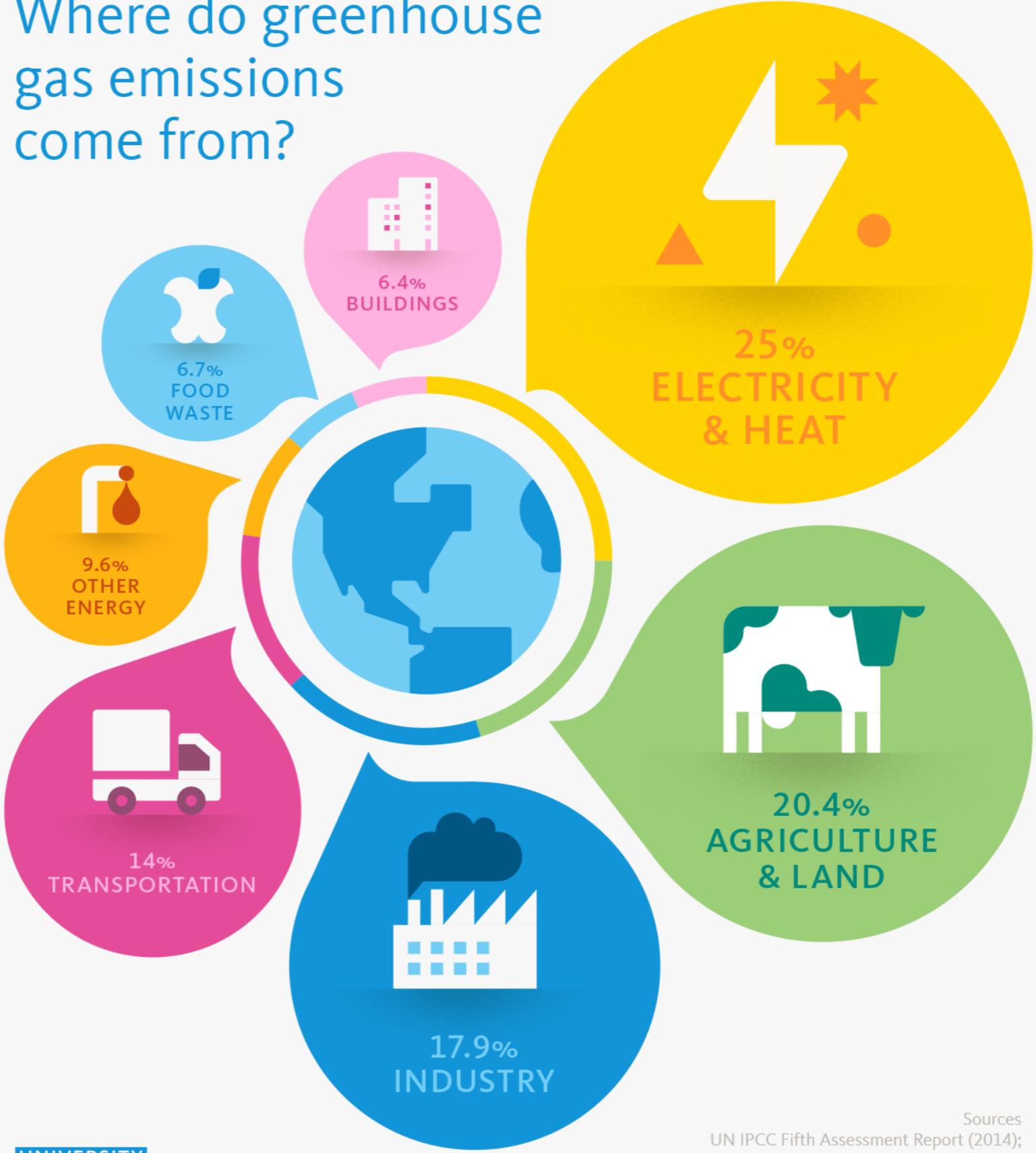
Ejemplo de gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana

Tipo	Duración (años)	Potencial de calentamiento mundial (comparado con el CO ₂)		
		20 años	100 años	500 años
Metano	12 ±3	56	21	6,5
Óxido nitroso	120	280	310	170
Hexafluoruro de azufre	3.200	16.300	23.900	34.900
Tetrafluoruro de carbono	50.000	4.400	6.500	10.000

evidencia

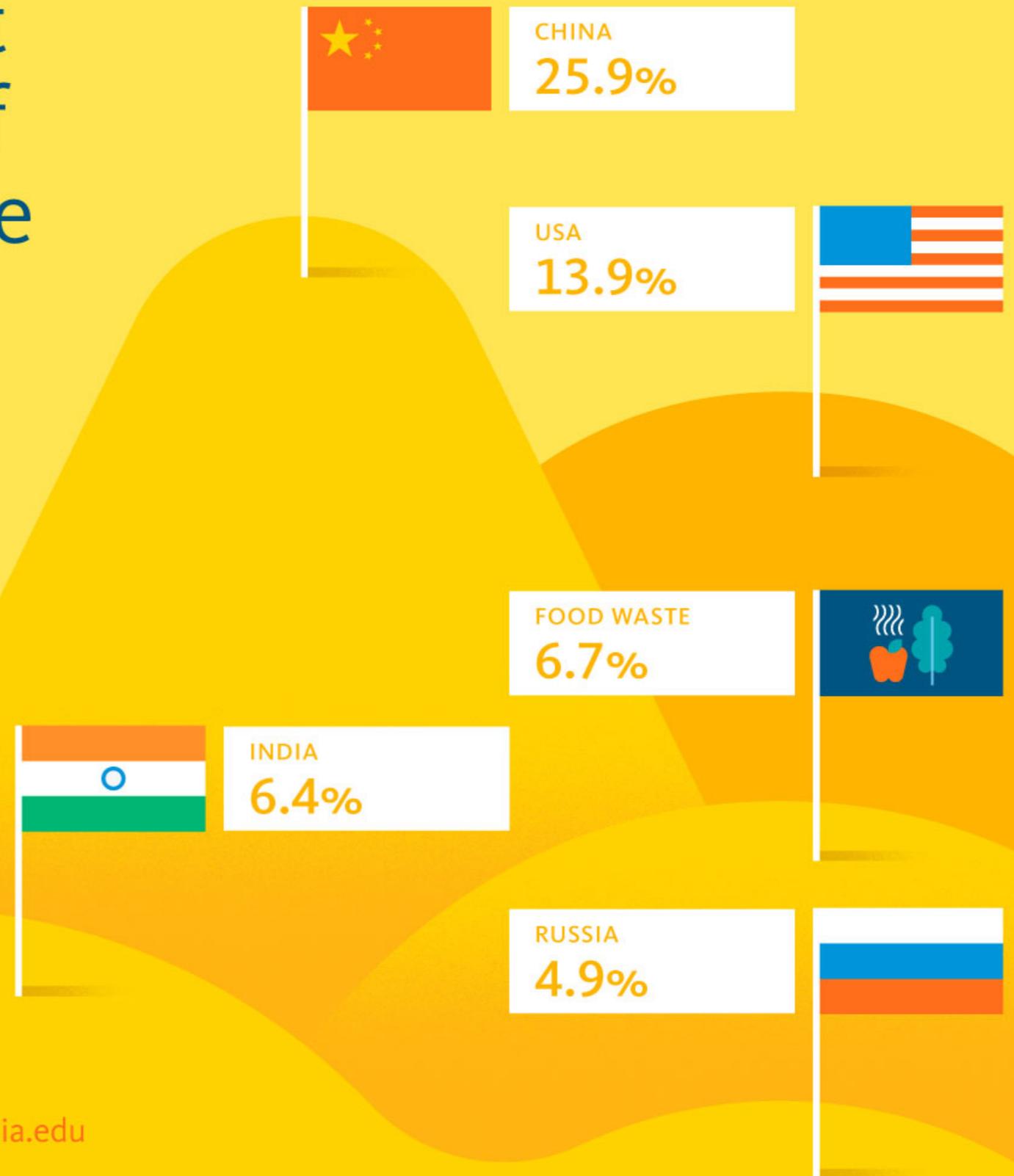


Where do greenhouse gas emissions come from?



The largest emitters of greenhouse gases

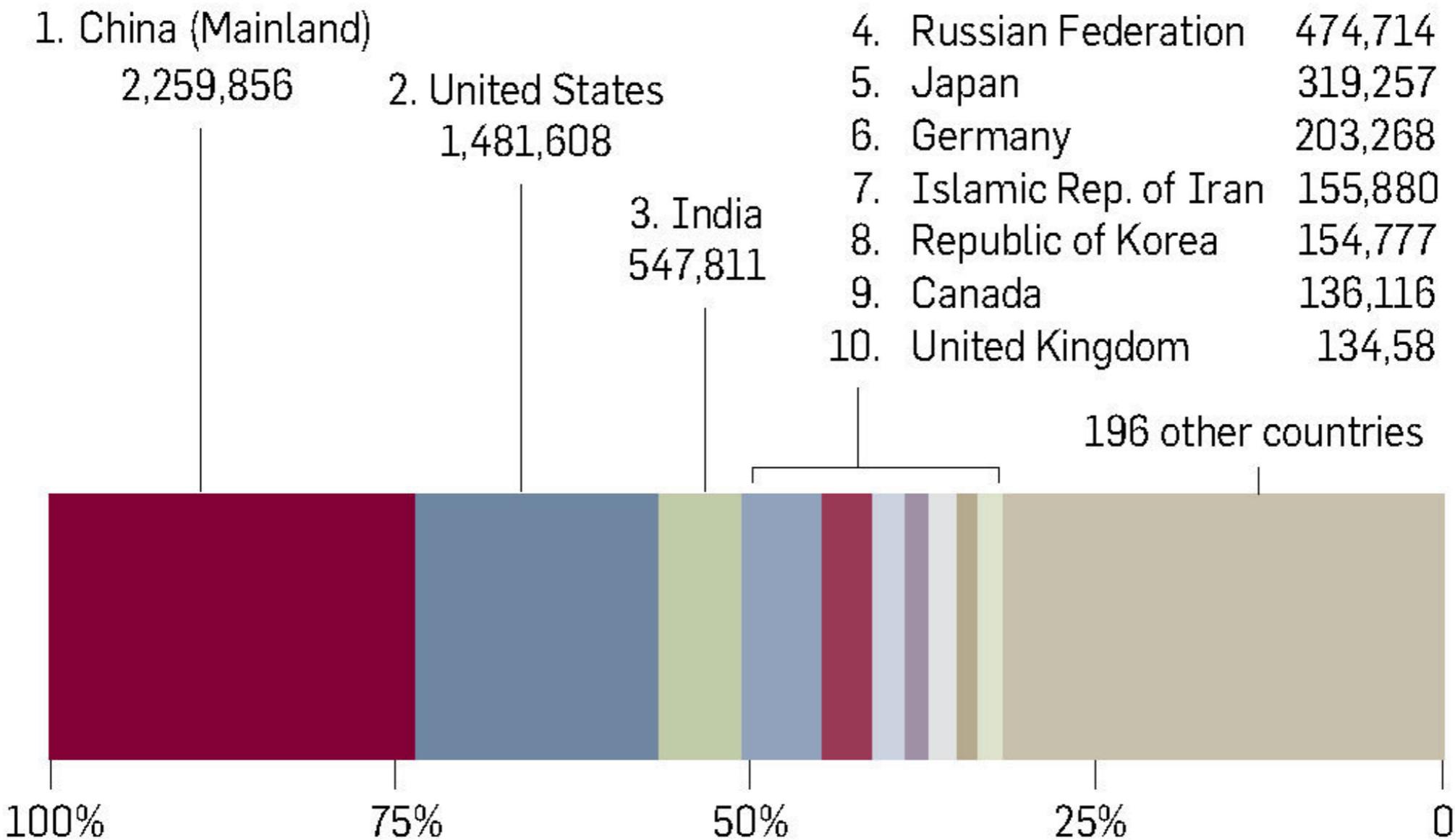
Percent of global greenhouse gas emissions*



Learn more at climate.universityofcalifornia.edu

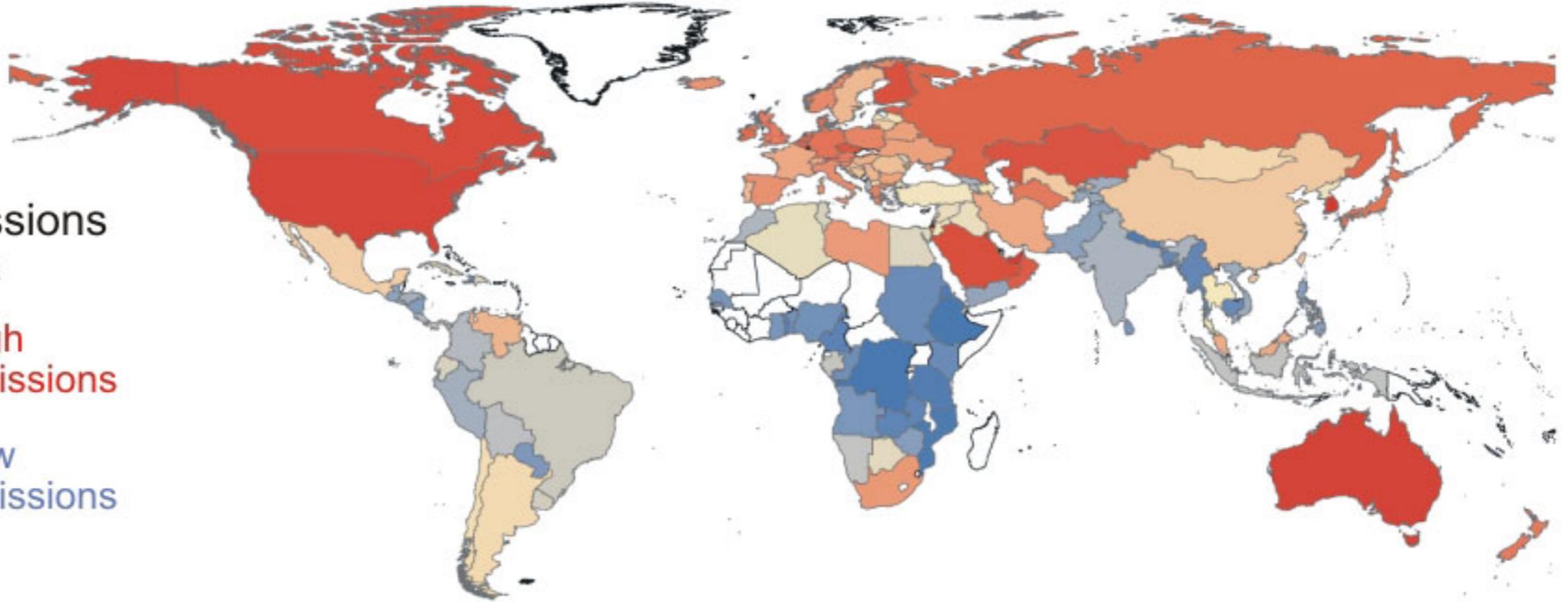
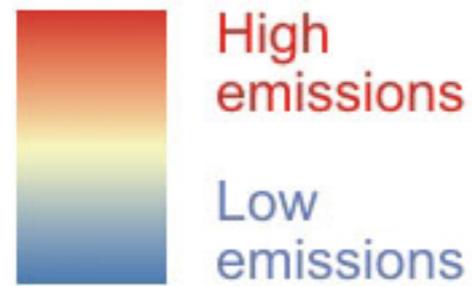
The world's biggest polluters

Just three *nations* — **China**, the **United States** and **India** — are responsible for **virtually** half the world's **CO₂ emissions**. Meanwhile, many of the cleanest **countries** are **islands** whose very **existence is threatened** by the **climate** change for **which** the **big** polluters are at fault.



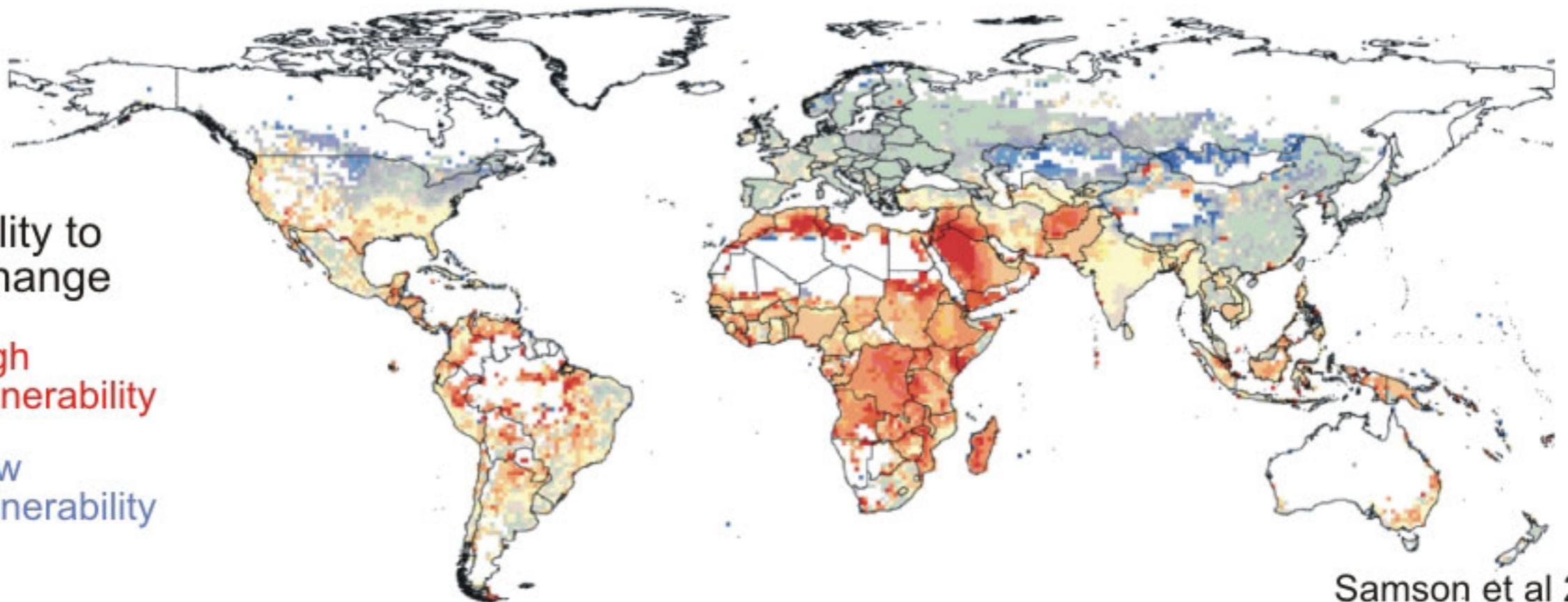
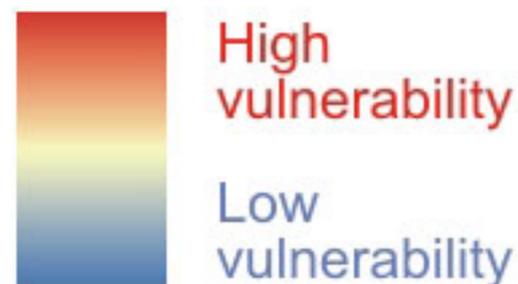
Sources: Carbon **Dioxide Information Analysis Center**, Oak Ridge National Laboratory; Research **Institute for Environment, Energy and Economics**, Appalachian State **University**

CO2 emissions
per capita



**Those who contribute the least greenhouse gases
will be most impacted by climate change**

Vulnerability to
climate change



¿Qué significa para Latinoamérica?

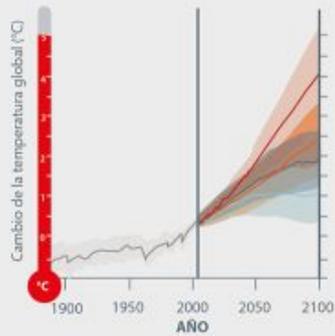
El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) ofrece los siguientes nueve mensajes clave para Latinoamérica:



1 El clima de América Latina ya está cambiando y se están sintiendo los impactos.



2 El agravamiento del cambio climático es inevitable en las próximas décadas.



3 El cambio climático plantea desafíos para el crecimiento y el desarrollo en América Latina.



4 La adaptación traerá beneficios inmediatos y reducirá los impactos del cambio climático en América Latina.

La prevención es la clave para minimizar el riesgo.



5 La adaptación tiene que ver, fundamentalmente, con la gestión de riesgos.

Las experiencias deben ser documentadas para poder saber qué hacer en casos similares.



6 La experiencia de adaptación está creciendo en América Latina y la cooperación regional ayuda a facilitar la adaptación a escala.

7 Algunas opciones de desarrollo con bajas emisiones de carbono podrían resultar menos costosas a largo plazo y ofrecer nuevas oportunidades económicas para América Latina.

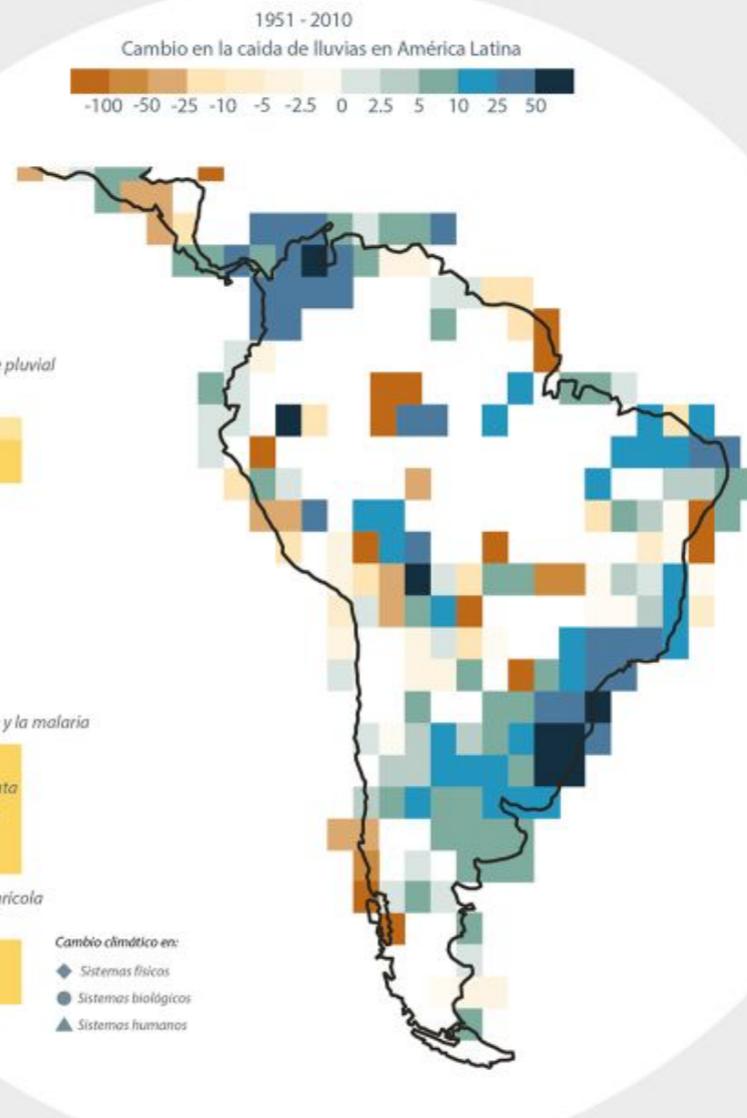
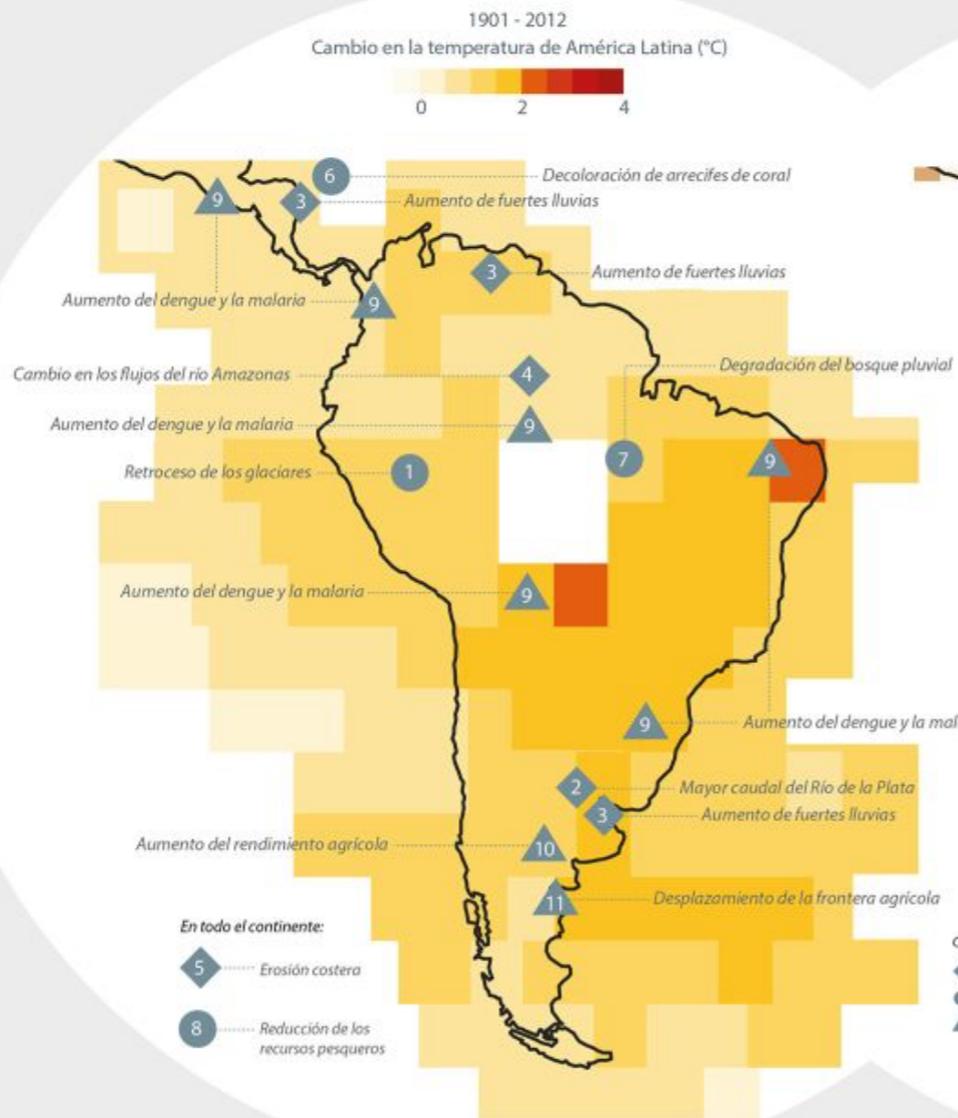
Implementarlas en economías en desarrollo es más fácil que hacerlo en países industrializados.



8 América Latina está en posición de beneficiarse de una mayor integración de los enfoques de adaptación climática, mitigación y desarrollo.



9 La cooperación internacional es fundamental para prevenir el peligroso cambio climático y los gobiernos latinoamericanos pueden promover medidas ambiciosas a nivel mundial.



3

Respuesta internacional. Protocolo de Kioto



cca Centro de
Ciencias Ambientales

ejes estratégicos

Las estrategias a nivel internacional para enfrentarse al los desafíos del Cambio Climático han sido elaboradas por la Convención Marco de los Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que trata este tema en sus reuniones (COP) anuales.

Los tres ejes estratégicos son:

Mitigación

Reducir las emisiones de los gases del efecto invernadero (GEI) y aumentar la capacidad de su almacenamiento.

Adaptación

Evitar o minimizar los impactos negativos del cambio climático y obtener beneficios de los impactos positivos.

Capacitación

Para poder identificar e implementar medidas apropiadas de mitigación y adaptación.

El protocolo

A mediados de los años 90, los firmantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se dieron cuenta de que hacían falta normas más estrictas para reducir las emisiones.

En 1997, aprobaron el Protocolo de Kioto, que introducía **objetivos jurídicamente vinculantes de reducción de emisiones** para los países desarrollados.



Kyoto Protocol

El protocolo

El **segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto** comenzó el 1 de enero de 2013 y finalizará en 2020.

Participan en él 38 países desarrollados, incluida la UE y sus 28 Estados miembros.

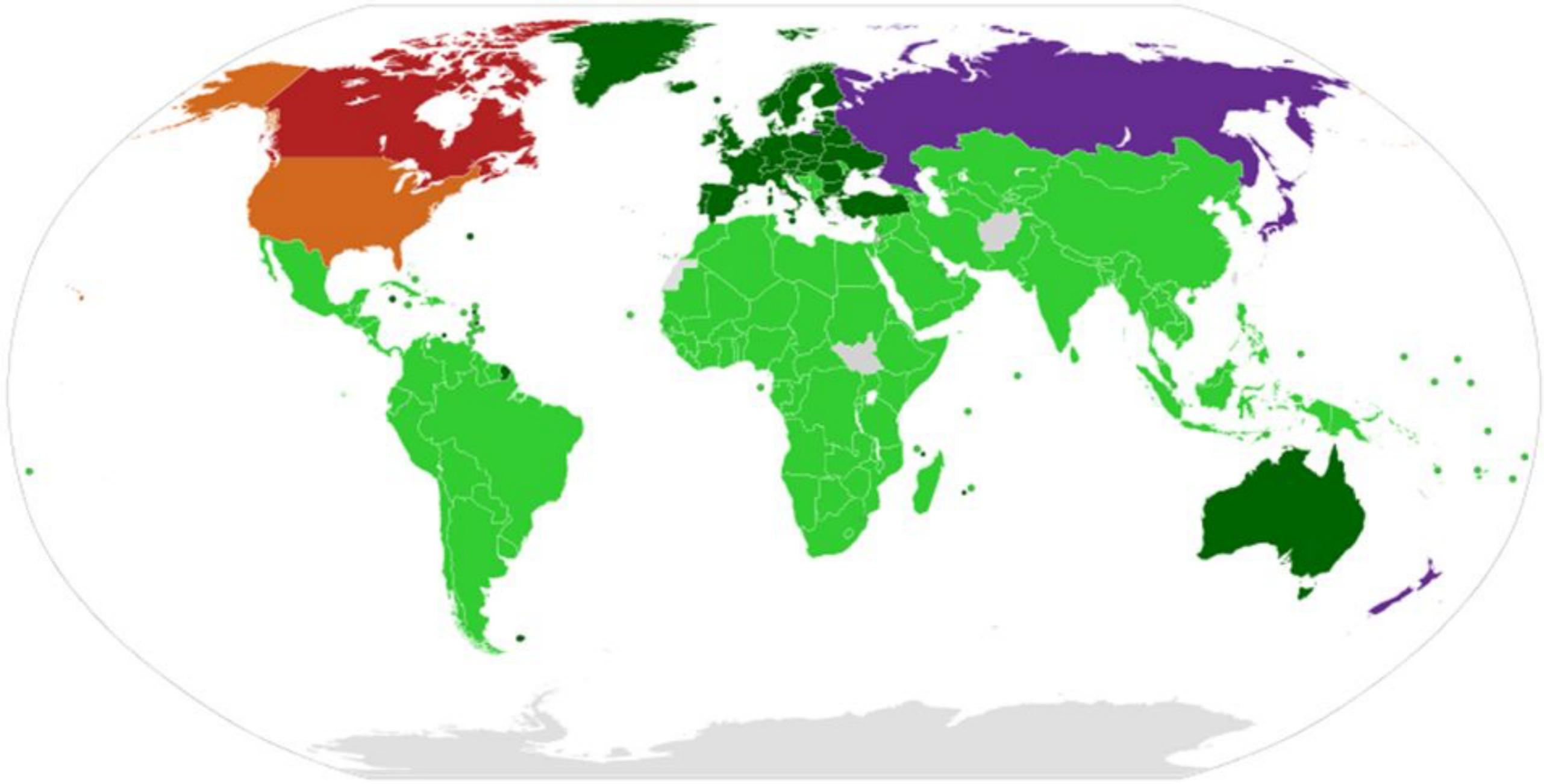
A este segundo periodo se aplica la **enmienda de Doha**, con arreglo a la cual los países participantes se han comprometido a **reducir las emisiones en un 18 % como mínimo con respecto a los niveles de 1990**.

El protocolo

La principal carencia del Protocolo de Kioto radica en que **únicamente obliga a actuar a los países desarrollados.**

Dado que los Estados Unidos no firmaron el Protocolo de Kioto, que Canadá se retiró antes del final del primer periodo de compromiso y que Rusia, Japón y Nueva Zelanda no participan en el segundo periodo de compromiso, **ahora solo se aplica a aproximadamente el 14 % de las emisiones mundiales.**

Con todo, más de 70 países desarrollados y en desarrollo han asumido varios **compromisos no vinculantes** de reducción o limitación de sus emisiones de gases de efecto invernadero.



Kyoto Protocol participation map (commitment period: 2013-2020)

- Parties; Annex I & II countries with binding targets
- Parties; Developing countries without binding targets
- States not Party to the Protocol
- Signatory country with no intention to ratify the treaty, with no binding targets
- Countries that have denounced the Protocol, with no binding targets
- Parties with no binding targets in the second period, which previously had targets

10 años del Protocolo de Kioto

Objetivo previsto



Objetivo alcanzado

Reducción de emisiones en torno a un 5%

Reducción de emisiones en torno a un 23%

(Respecto a niveles de 1990)

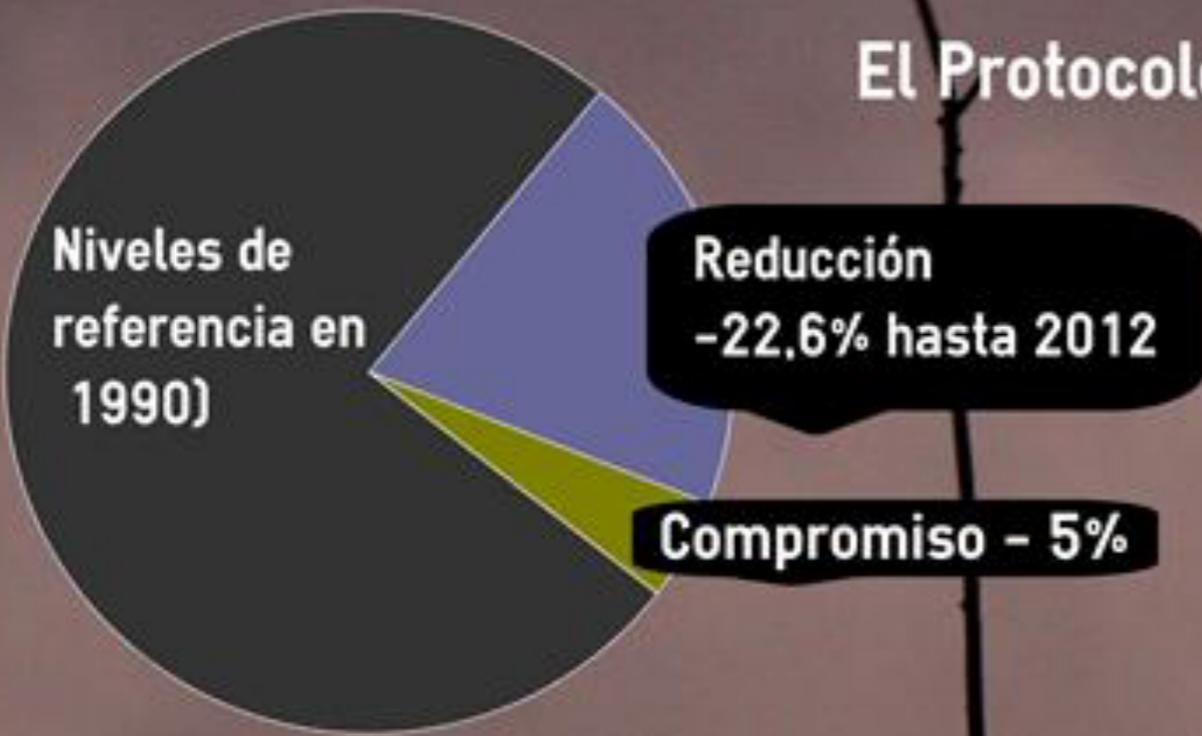


El Protocolo de Kioto es: 

Acuerdo internacional de la CMNUCC (ONU)
Fue adoptado en Kioto (Japón): 11 dic 1997.



Entró en vigor el 16 de febrero de 2005



dióxido de carbono (CO2);



hidrofluorocarbonos (HFC);



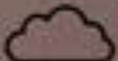
metano (CH4);



perfluorocarbonos (PFC);



óxido nitroso (N2O);



hexafluoruro de azufre (SF6).



COMBATE AL CAMBIO CLIMATICO

Kyoto y COP21

El Protocolo de Kyoto, creado en el marco de la Convención de las Naciones Unidas, no logró combatir el cambio climático, por ello, la reunión COP21 en París pretende generar nuevos acuerdos y mayor compromiso internacional. Conoce los antecedentes y los nuevos planes.

ANTECEDENTES

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Entró en vigor el 21 de marzo de 1994

Estableció un marco general que alentó a los países a encaminar esfuerzos contra el cambio climático.

195
países
ratificaron
la Convención

PROTOCOLO DE KYOTO

Aprobación en diciembre de 1997
Entró en vigor en 2005

Estableció metas obligatorias para los países industrializados en relación con las emisiones de efecto invernadero y creó mecanismos para cumplir los objetivos.

55
países
firmantes

Se
vincularon
sólo
37

¿Por qué no avanzó?

- Los países con mayores emisiones se quedaron fuera del Protocolo, entre ellos China y EUA.
- Los 37 vinculados representan sólo el 12% de las emisiones globales
- Los firmantes redujeron 22% de emisiones, sin embargo la emisión global creció un 24%



Acuerdo de París

La Conferencia de París sobre el Cambio Climático se celebró del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015.

El 12 de diciembre, las partes alcanzaron un nuevo acuerdo mundial en materia de cambio climático.

El acuerdo presenta un resultado equilibrado con un plan de actuación para limitar el calentamiento del planeta «muy por debajo» de 2 °C.



EL ACUERDO DE PARÍS



Contra el cambio climático

Los países participantes en la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP21) alcanzaron un acuerdo histórico que permitirá una lucha más equilibrada a nivel mundial contra las emisiones contaminantes. Conoce los detalles.

OBJETIVO CENTRAL

No aumentar la temperatura del planeta más de 2°C

APROBACIÓN ABIERTA A FIRMA

Del 22 de abril de 2016 al 21 de abril de 2017 en Nueva York, EUA.

CONTRIBUCIONES NACIONALES

Son compromisos que cada país elaboró para reducir los gases de efecto invernadero de acuerdo a sus realidades.

SOBRE LAS SANCIONES

Los términos que generen obligaciones jurídicas para cada país aún no están claros.

ENTRADA EN VIGOR
2020

LO RATIFICARON
195
países

ACUERDO DE PARÍS

29

artículos y un preámbulo que incluye las materias tratadas para un nuevo marco en la lucha contra el cambio climático

SABÍAS QUE...

En 2018 se llevará a cabo la plataforma "Diálogo facilitador", en la que los estados darán una última revisión a los compromisos antes de 2020.

PRINCIPALES ACUERDOS

- El acuerdo es global y fortalecerá las contribuciones nacionales presentadas por 186 países.
- Se crearon mecanismos para que las contribuciones nacionales sean revisadas cada 5 años (2018 y 2020).
- Se logró un equilibrio entre acciones, compromisos y cooperación de cada país.
- Los países desarrollados continuarán dando apoyo financiero a aquellos con menos recursos para mitigar sus emisiones.

<https://www.youtube.com/watch?v=CW5n6IRGVLU&index=1&list=PL8HWK0G9m3B7ae83jZCbxj08quRckQVzi>