

# Universidad Nacional de Río Negro

## Física III B - 2020

- **Unidad** 04
- **Clase** U04 C06 / 27
- **Fecha** 23 Jun 2020
- **Cont** Cambio Climático
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



# Contenidos: Termodinámica alias Física IIIB, alias Física IVA

Unidad 1

El Calor

*Hace calor*

Unidad 2

Primer principio

*Todo se transforma*

Unidad 3

Segundo Principio

*Nada es gratis*

Unidad 4

Aplicaciones

*Es lo que hay*



# Bloque 2 - Unidad 4: Aplicaciones

## Del de 02/Jun al 25/Jun (8 encuentros)

- Transferencia de calor: radiación, conducción y convección. Ley de Newton. Conductores y aislantes del calor. Ley de Fourier. Aplicaciones hogareñas. Termodinámica de la vida. Energía y humanidad. Calentamiento global.

# Energía, Humanidad y Cambio Climático



# Un novelón en tres actos

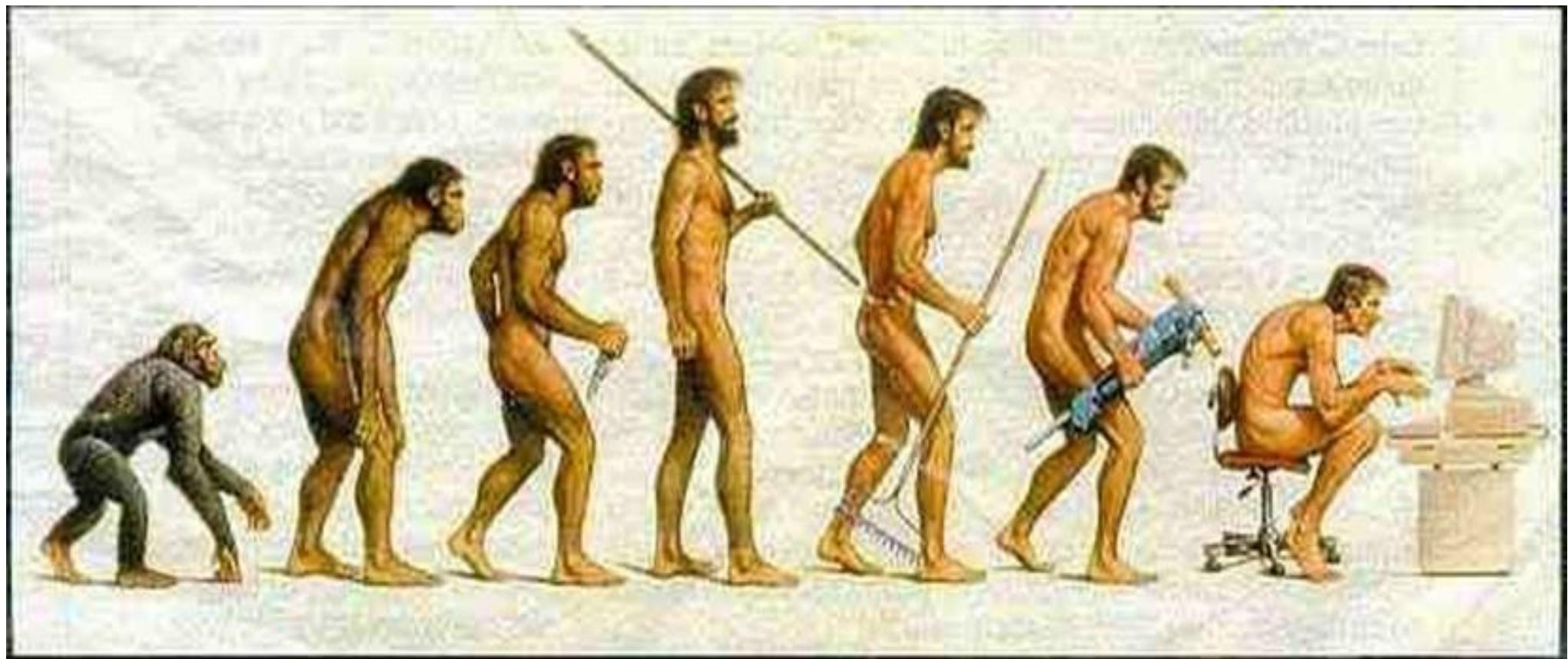
- **Introducción**
  - “Nosotros y el Universo”
- **Nudo**
  - “Nuestra avidez por el consumo de energía”
- **Desenlace**
  - “Nuestro impacto cotidiano”



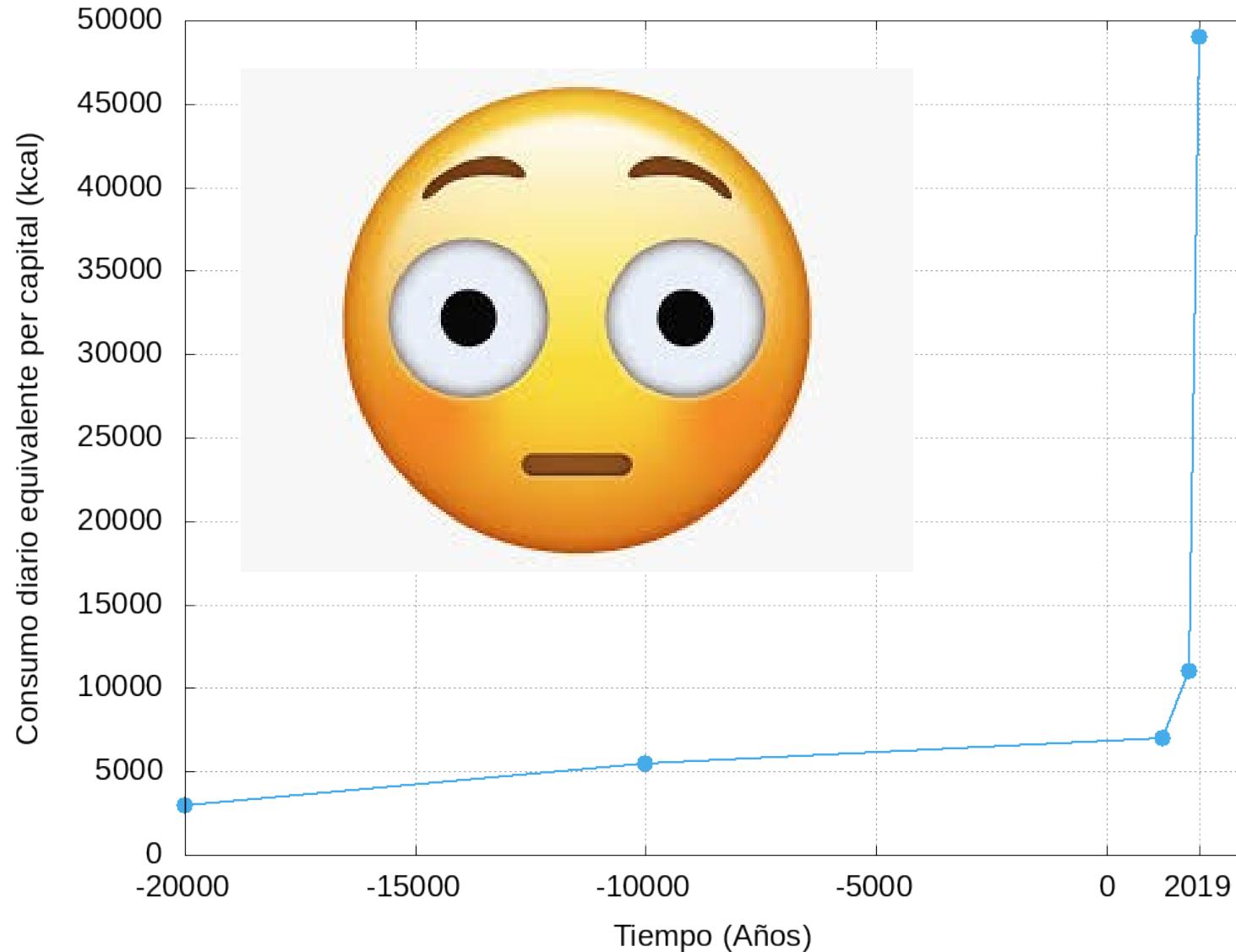
**En el momento preciso y en el lugar indicado**



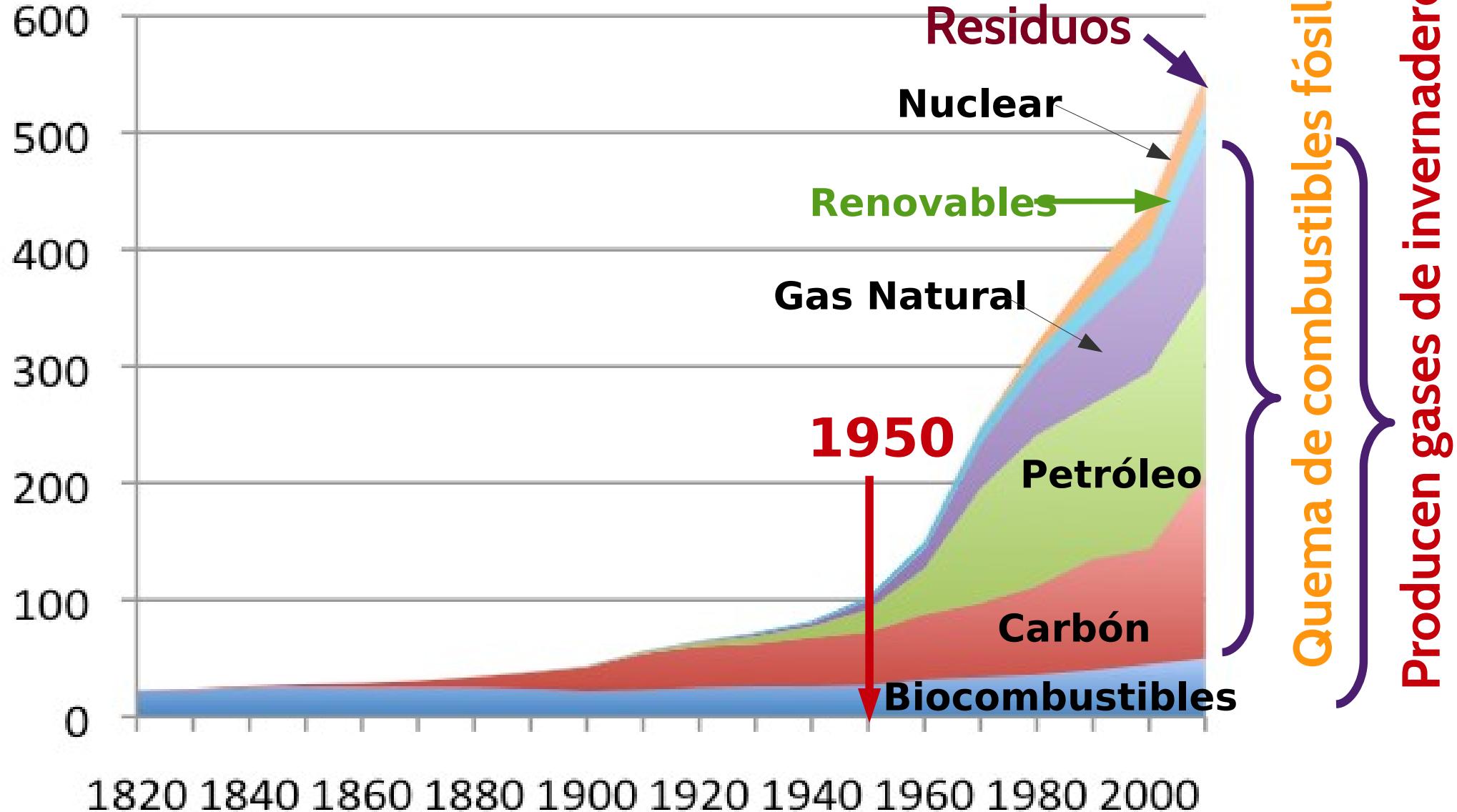
# Hace cien mil años, aparece un nuevo actor



# Los datos valen más que mil palabras



# Demanda anual de energía ( $\times 10^{18}$ J)



Un “pequeño detalle”

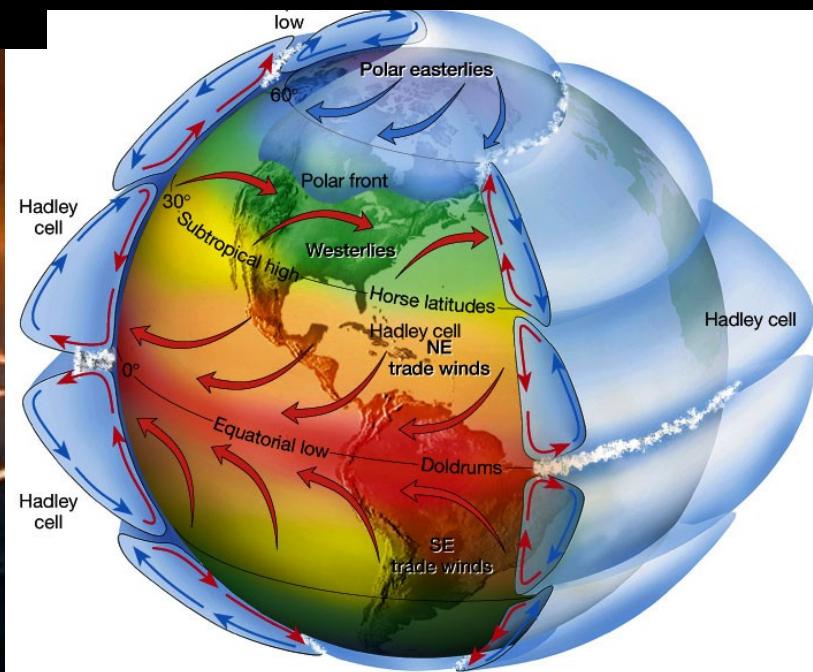
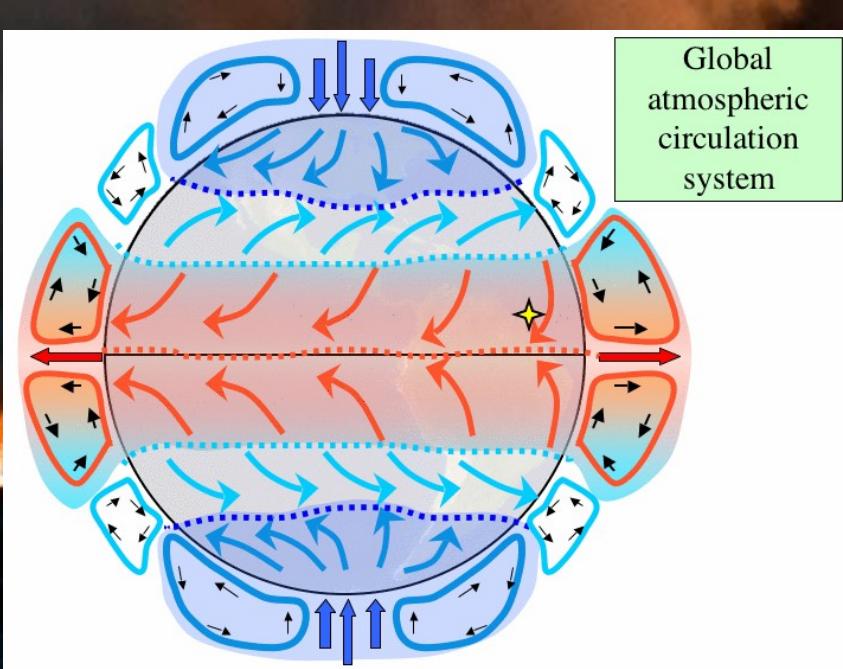
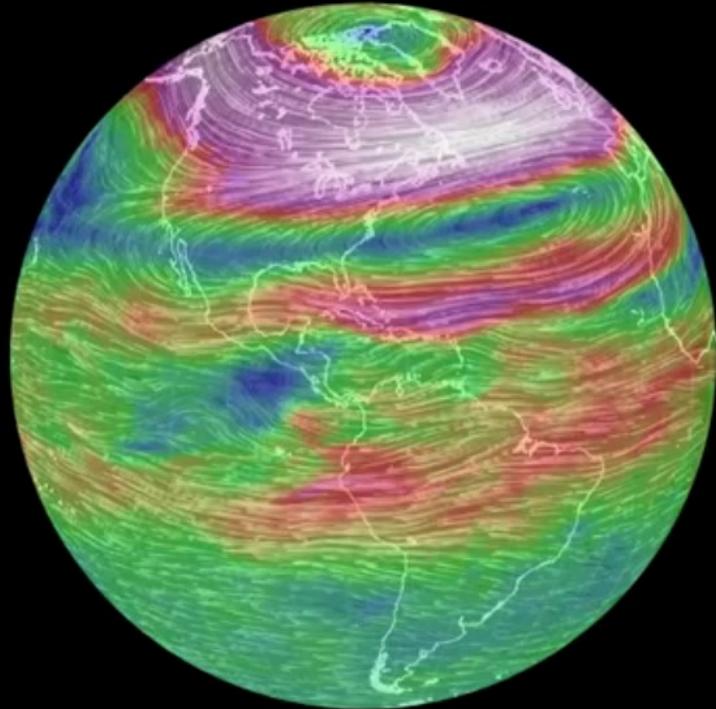


# Un “pequeño detalle”

- Quemar un barril de petróleo libera ~300 kg de CO<sub>2</sub>
- El año pasado quemamos ~70 mil millones de barriles
- y liberamos ~25 billones de kg de CO<sub>2</sub>
- que terminaron en la atmósfera

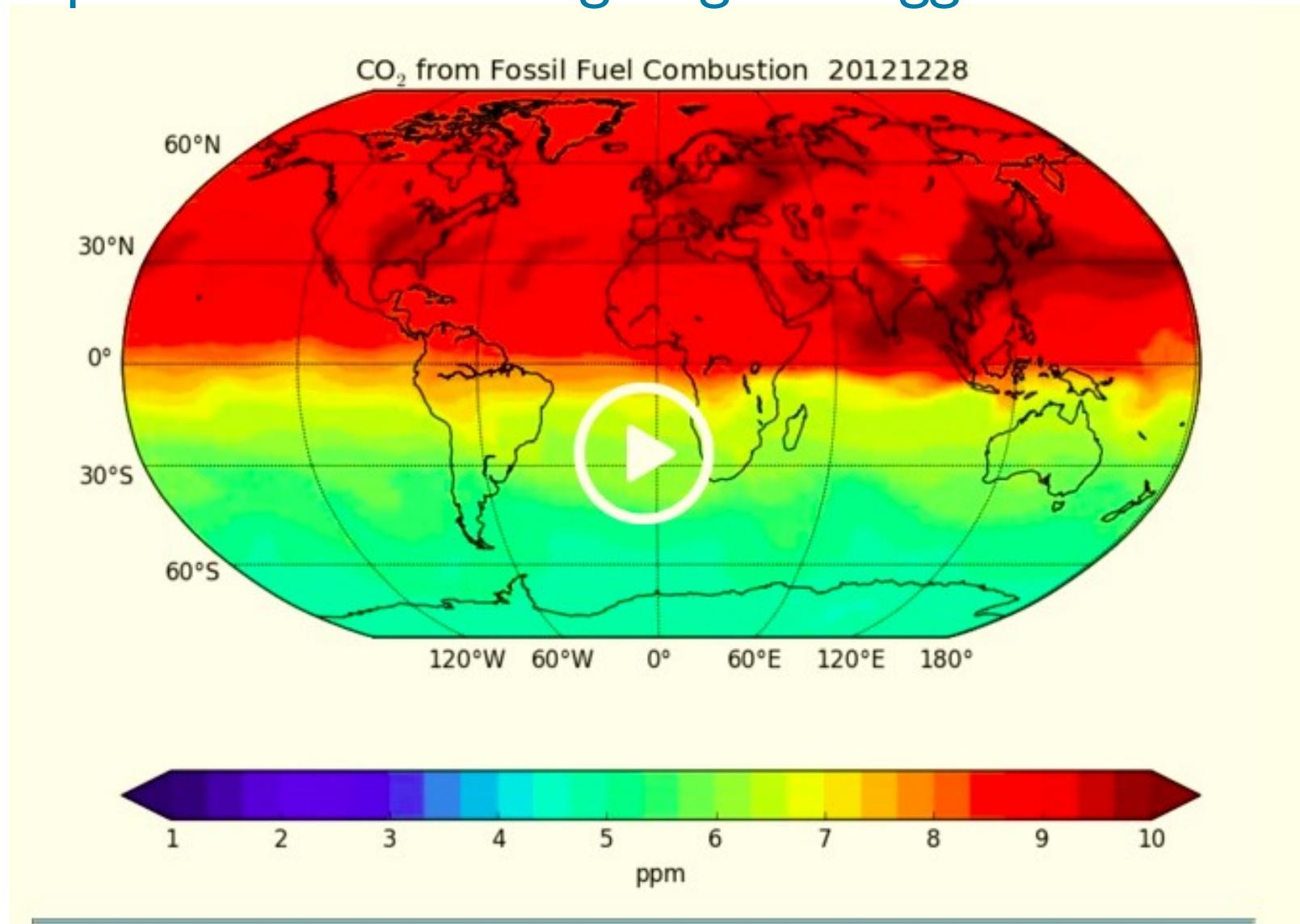
<http://numero57.net/2008/03/20/carbon-dioxide-emissions-per-barrel-of-crude/>

# La atmósfera es como una “licuadora”



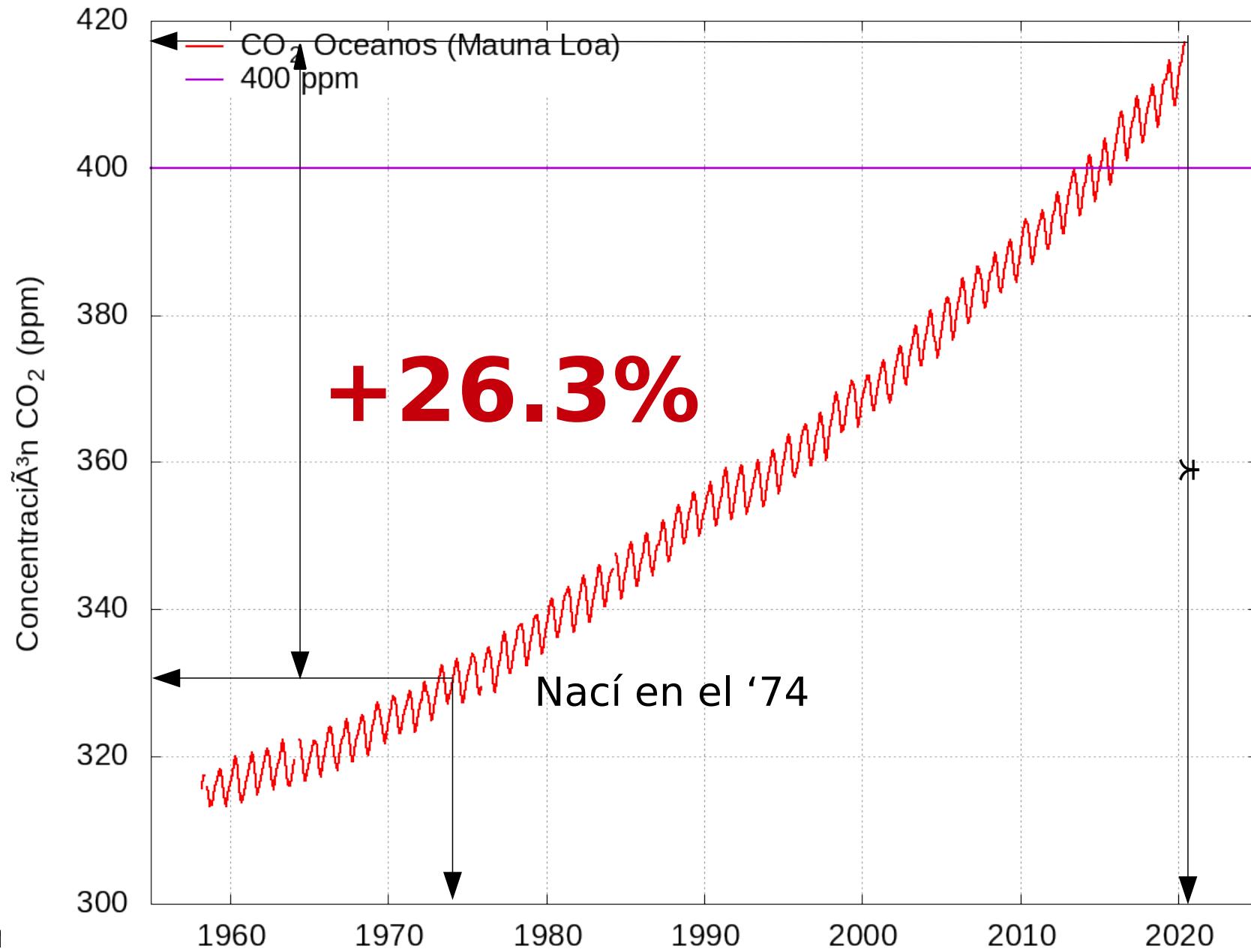
# Mezcla atmosférica del CO<sub>2</sub>

<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/ff.html>



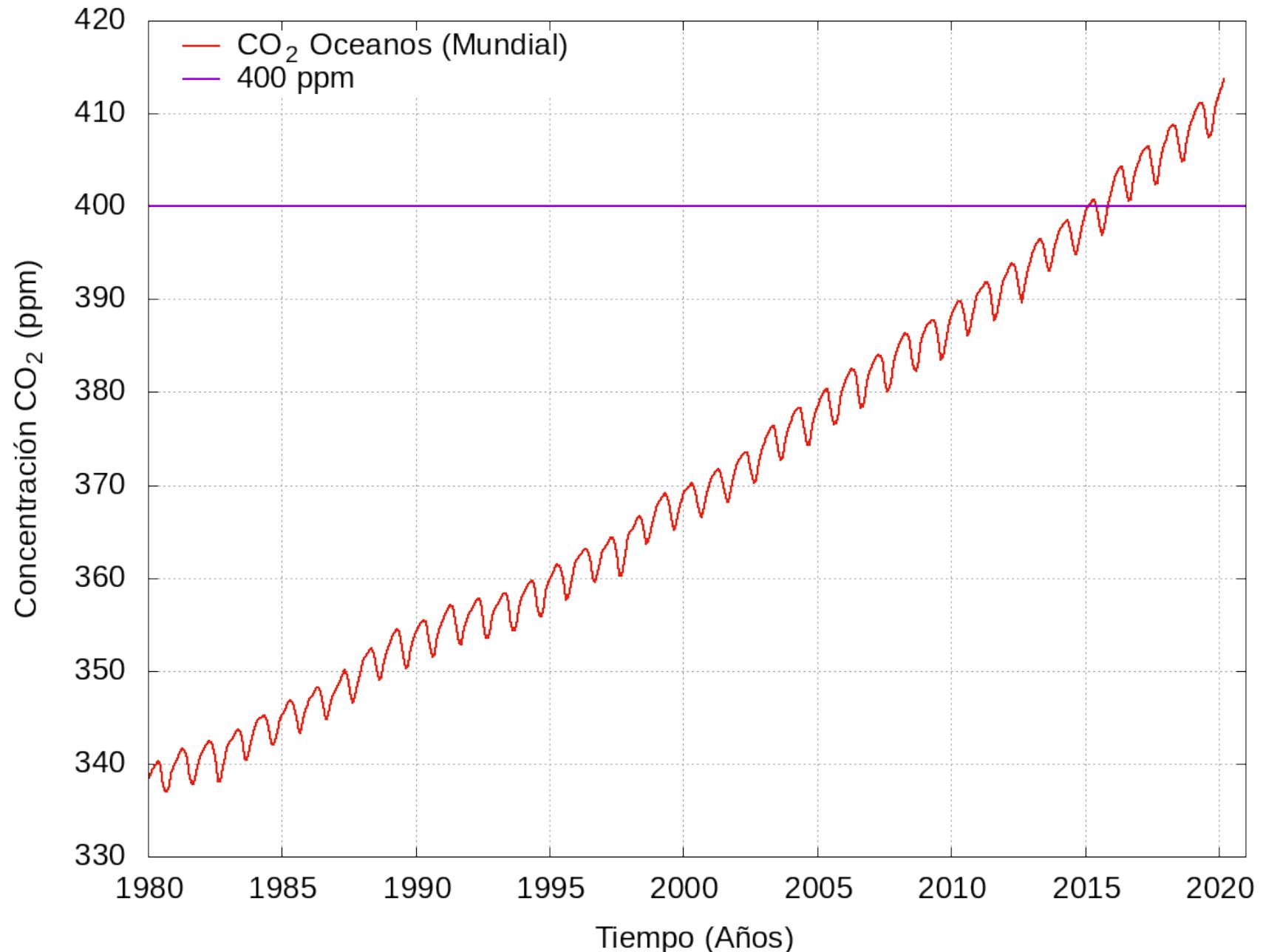
# Todo se mezcla, y el CO<sub>2</sub> se acumula

Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014



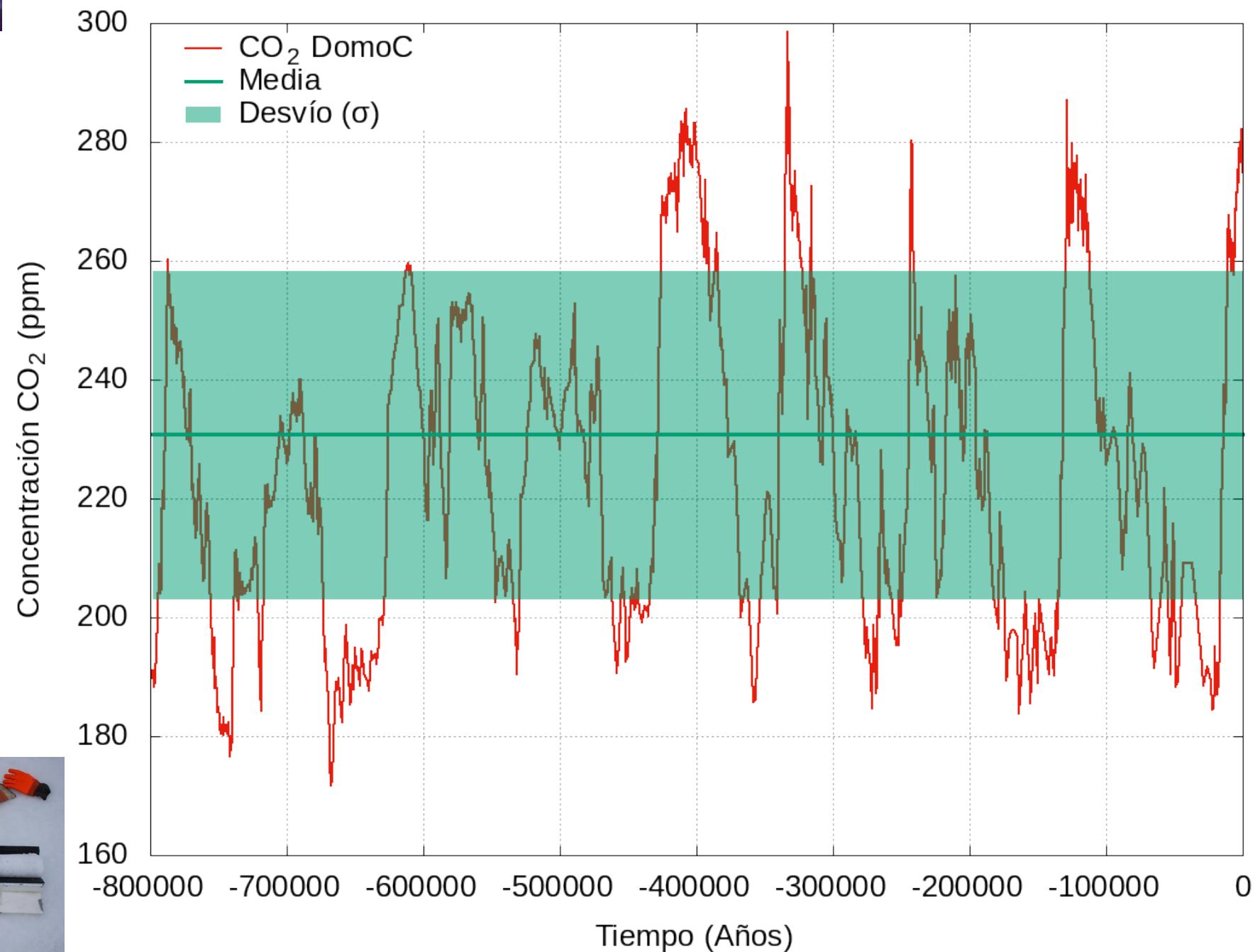
# Todo se mezcla, y el CO<sub>2</sub> se acumula

Fuente: Observatorio Mauna Loa (vía Google) 1958-2014

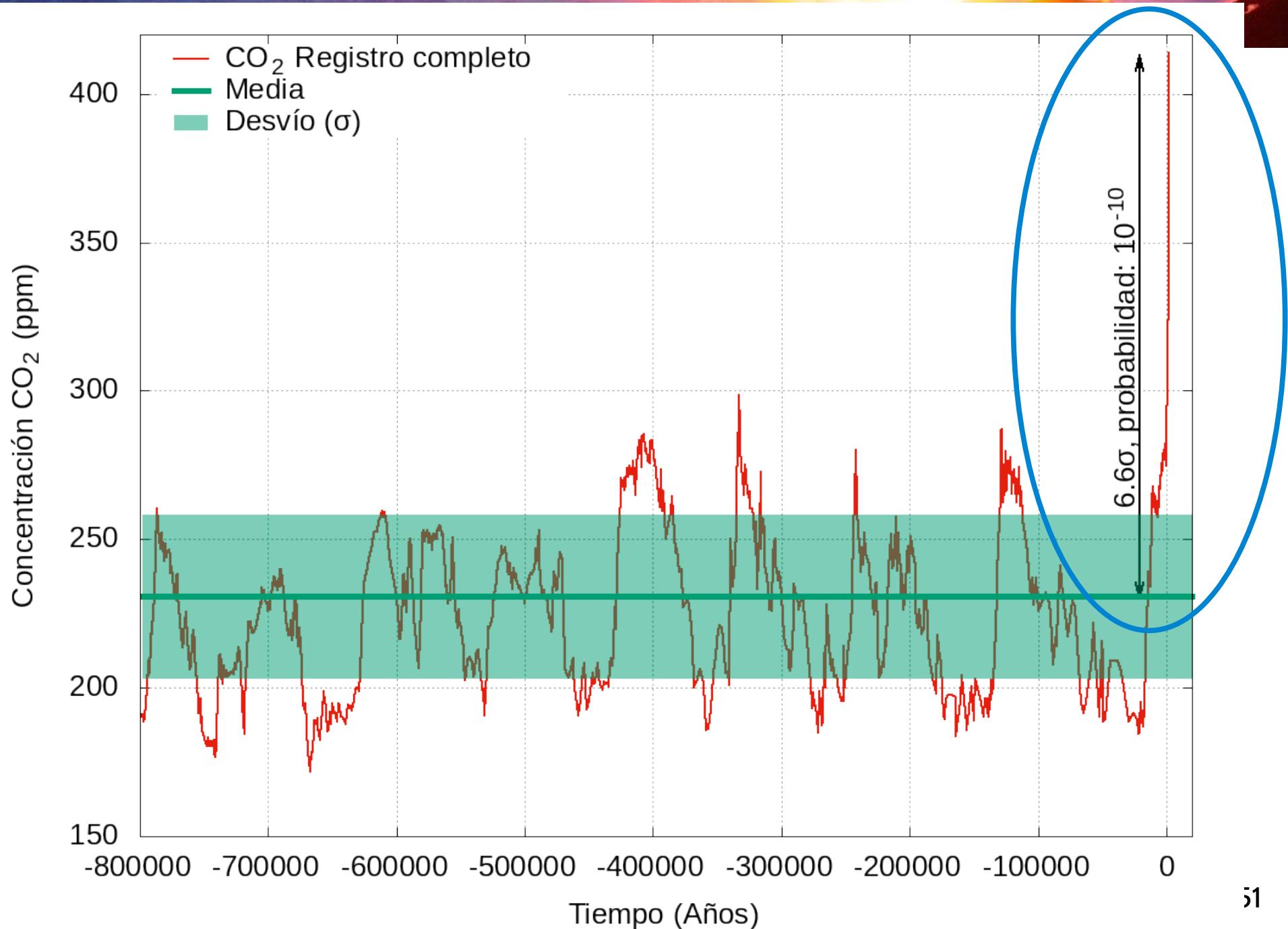


# Los ciclos de la Naturaleza

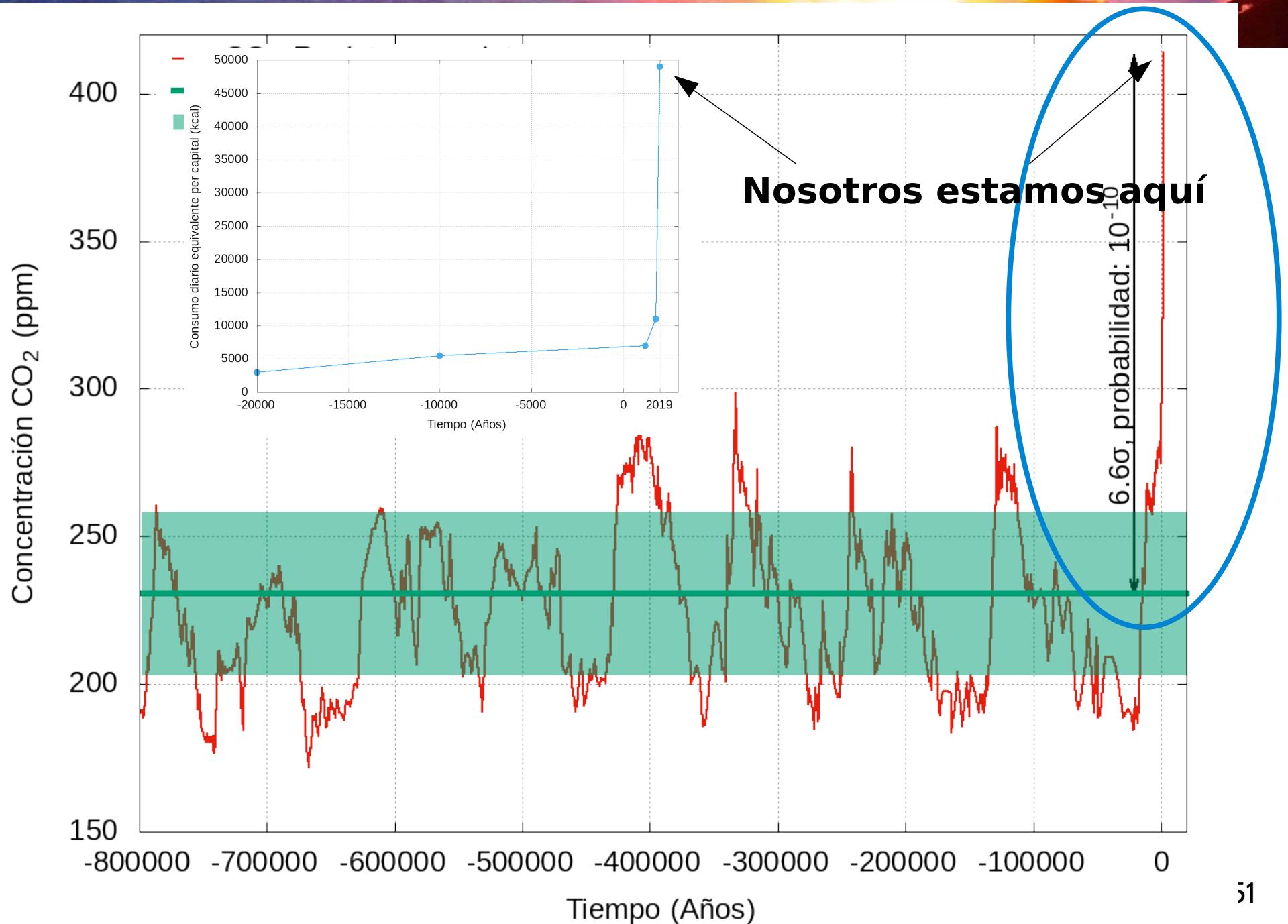
Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico - Dome C, 800000 AC al 134 AC (vía [Vostok](#))



# Todo junto... ¿yo no fui??



# Todo junto... ¿yo no fui??

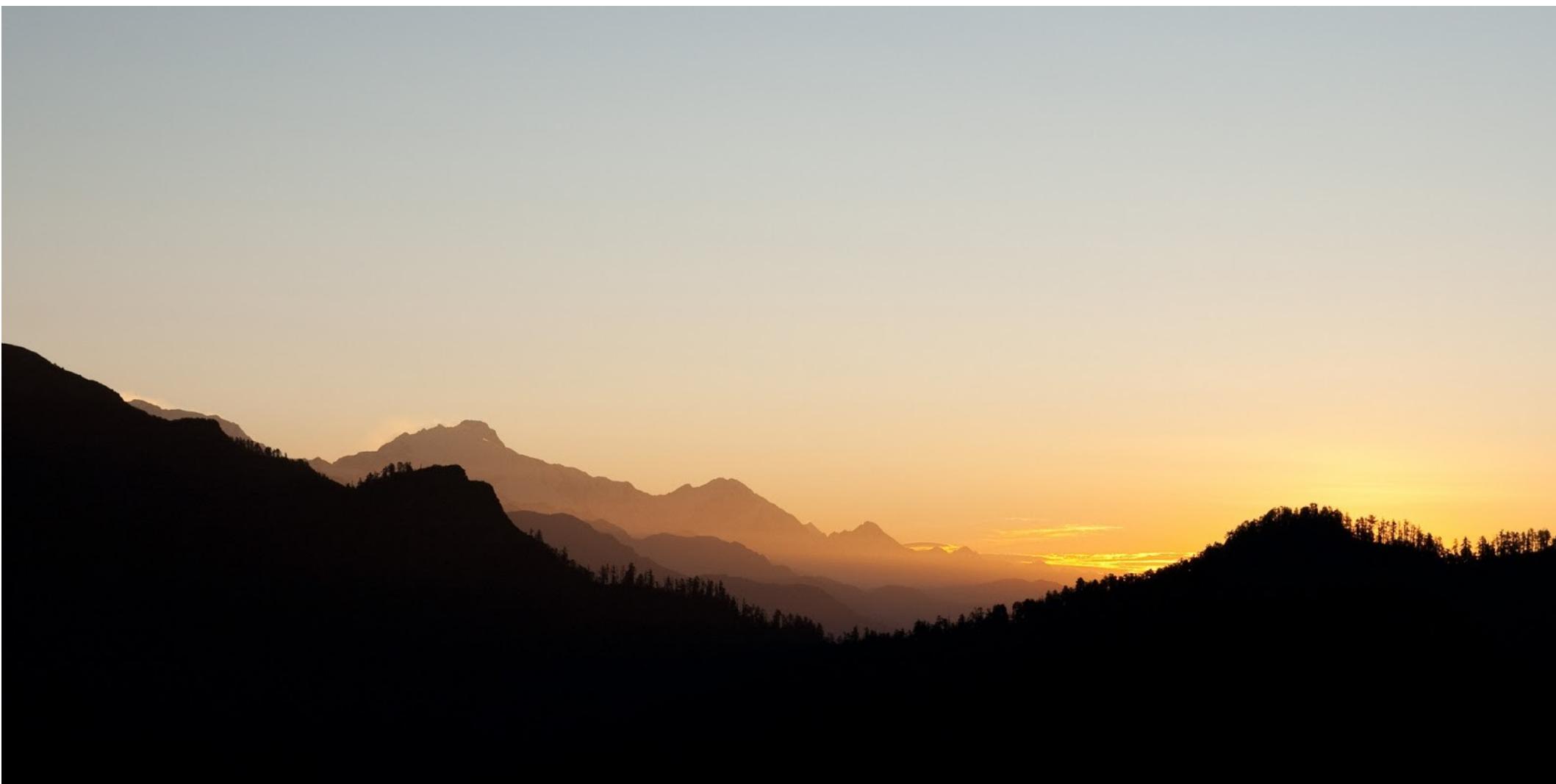


A photograph taken from an airplane window, looking out over a vast expanse of white, fluffy cumulus clouds against a clear blue sky. In the upper portion of the image, a large, dark, perfectly spherical object, resembling a planet or moon, hangs in the sky, casting a subtle shadow on the clouds below.

Aire



# ¿Se puede ver la atmósfera?



# Composición del Aire

Gas	Volumen (%)
Nitrógeno ( $N_2$ )	78,084
Oxígeno ( $O_2$ )	20,946
Argón (Ar)	0,9340
Dióxido de carbono ( $CO_2$ )	0,035
Neón (Ne)	0,001818
Helio (He)	0,000524
Metano ( $CH_4$ )	0,000179
Kriptón (Kr)	0,000114
Hidrógeno ( $H_2$ )	0,000055
Óxido nitroso ( $N_2O$ )	0,00003
Monóxido de carbono (CO)	0,00001
Xenón (Xe)	0,000009
Ozono ( $O_3$ )	0 a $7 \times 10^{-6}$
Dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ )	0,000002
Yodo ( $I_2$ )	0,000001

- + Vapor de agua!
- 1 a 4% a nivel del mar

# Y la masa de la atmósfera → Estimación

- (Presión = Fuerza/Área,  $[P]=Pa=1\text{ N m}^{-2}$ )
- Presión atmosférica a nivel del mar: 1 atm
- Y  $1\text{ atm} = 1,033\text{ kg cm}^{-2}$ .
- ¡Cuidado! Esos “kg” son “kgf” (no pertenece al SI)
- Por construcción, “1 kgf equivale a 1 kg de masa”
- Entonces, al nivel del mar, hay “sólo” 1 kg de aire por  $\text{cm}^2$ .
- “Sólo” → (¡¡) 10 ton/ $\text{m}^2$  (!!)
- Altura media de la Tierra ~ nivel del mar
- Superficie de la Tierra  $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2 = 5.1 \times 10^{14} \text{ m}^2$

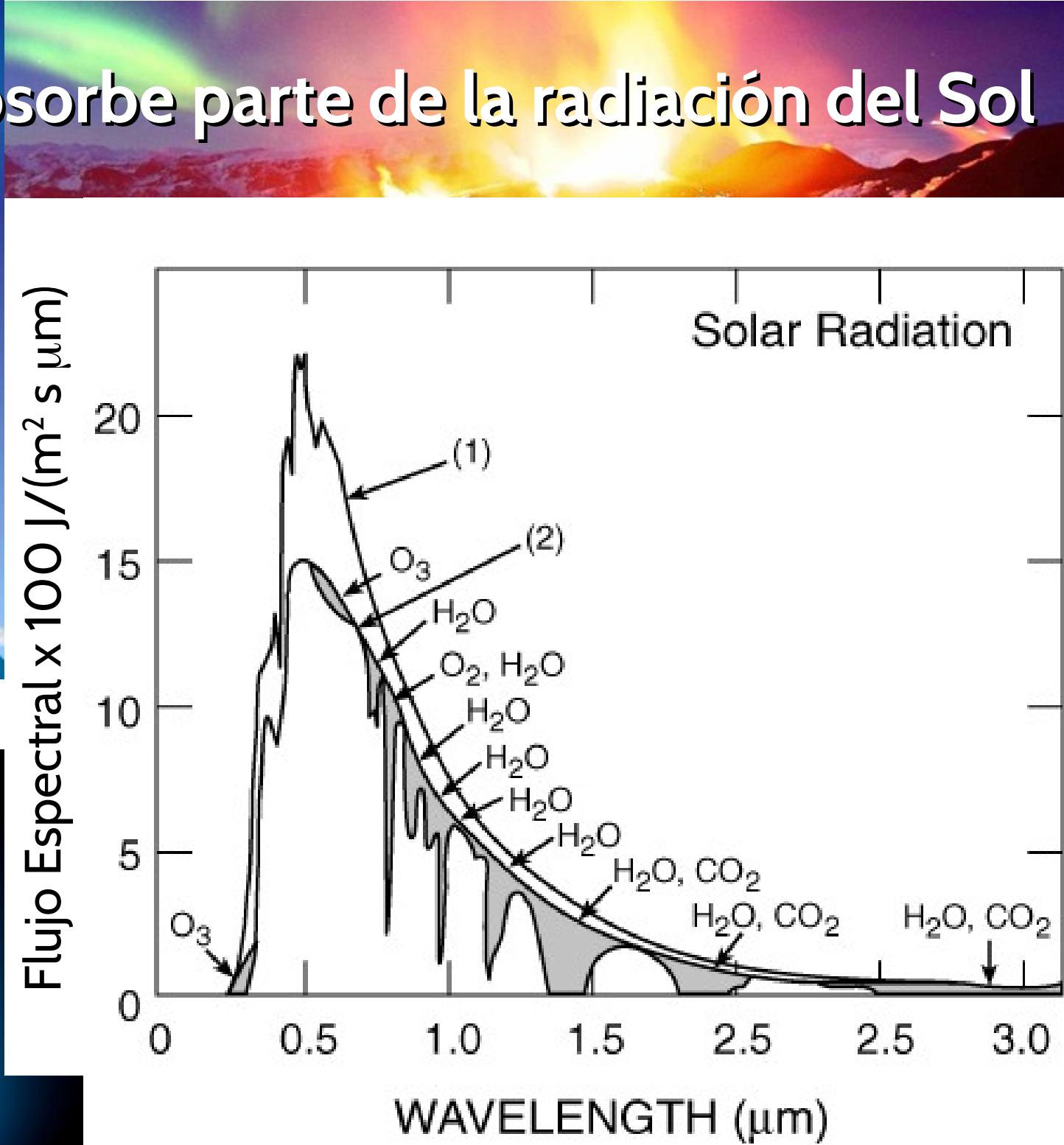
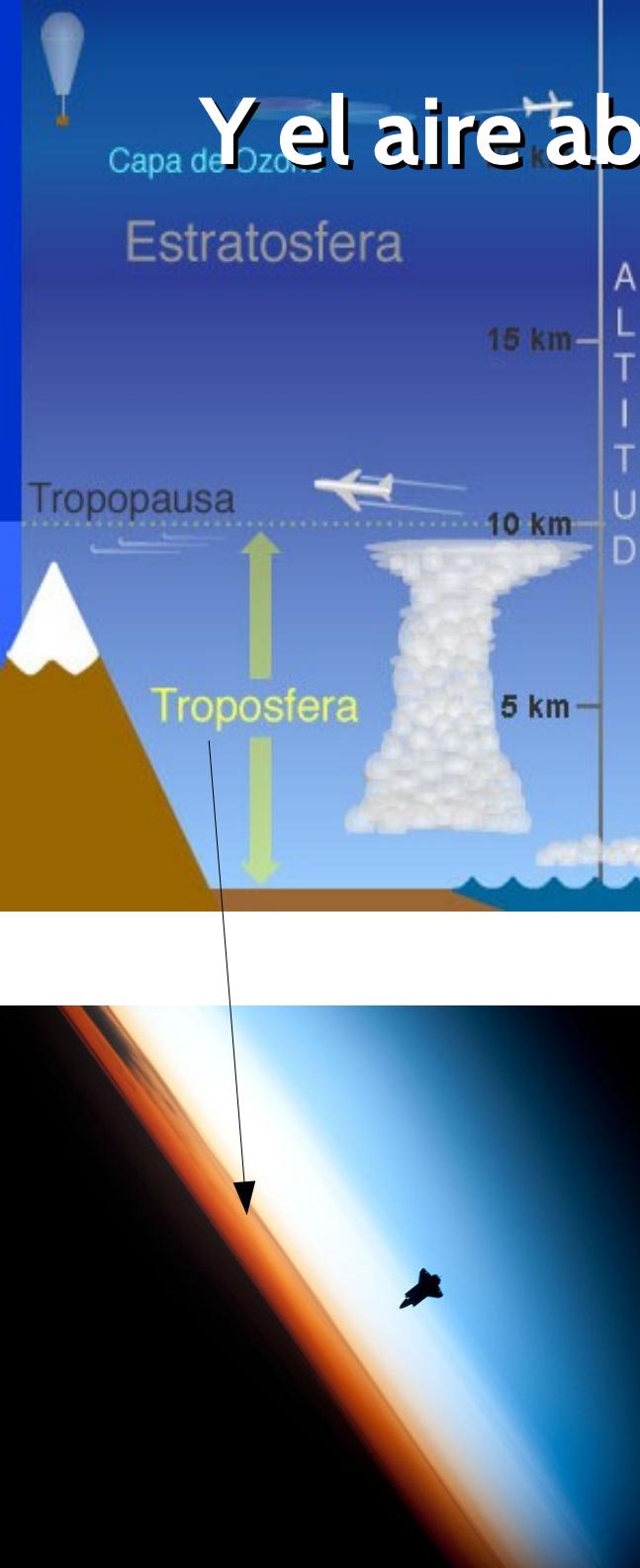
# Entonces, la masa es aproximadamente


$$\bullet (1,033 \text{ kg cm}^{-2}) (5,1 \times 10^{18} \text{ cm}^2) = 5,3 \times 10^{18} \text{ kg}$$

$\sim 5 \times 10^{18} \text{ kg de aire}$

- ¡Aprox. 1 millonésima parte de la masa terrestre!

# Y el aire absorbe parte de la radiación del Sol



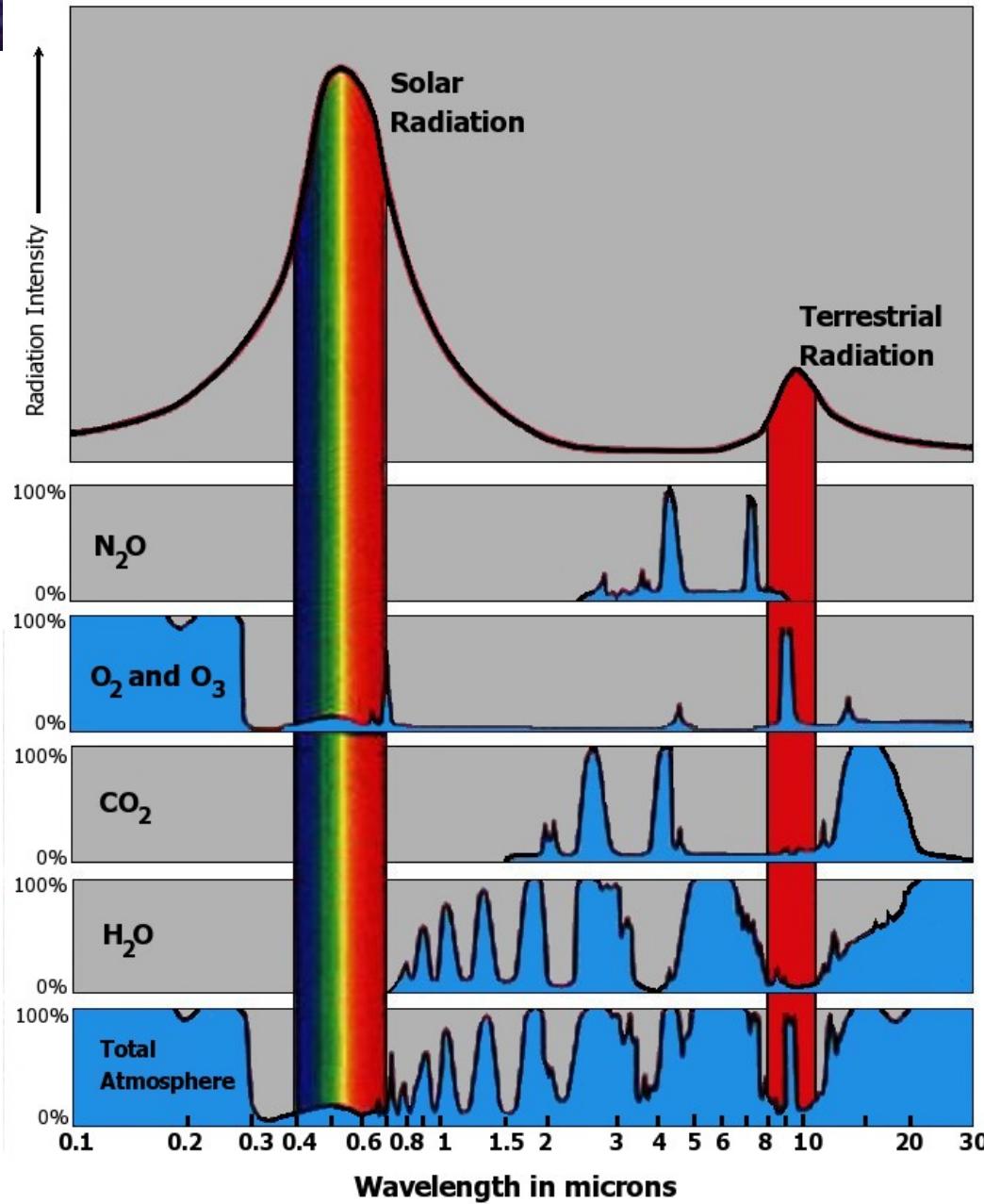
Ley de Wien en el Sol  
 $T=5777K \rightarrow \lambda_{max} = \sim 520 \text{ nm (VIS)}$  Todo tiende al equilibrio



Ley de Wien en la Tierra  
 $T=293K \rightarrow \lambda_{max} = \sim 10 \mu\text{m (IR)}$



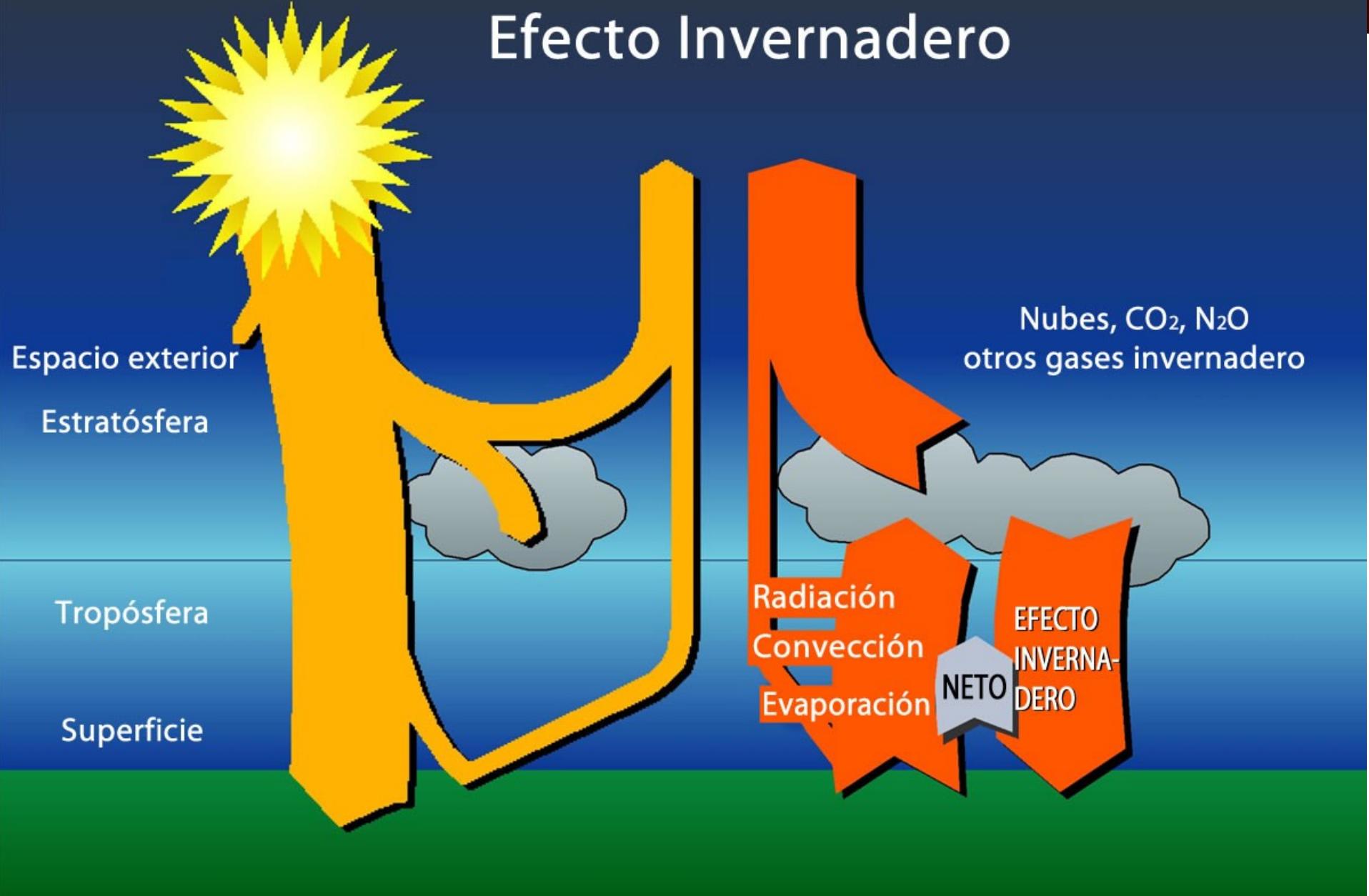
# Gases de efecto invernadero



- Son aquellos que contribuyen a la absorción de radiación electromagnética en el aire
- Naturales:
  - O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>
- Antropológicos
  - H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>,

# Efecto invernadero

## Efecto Invernadero



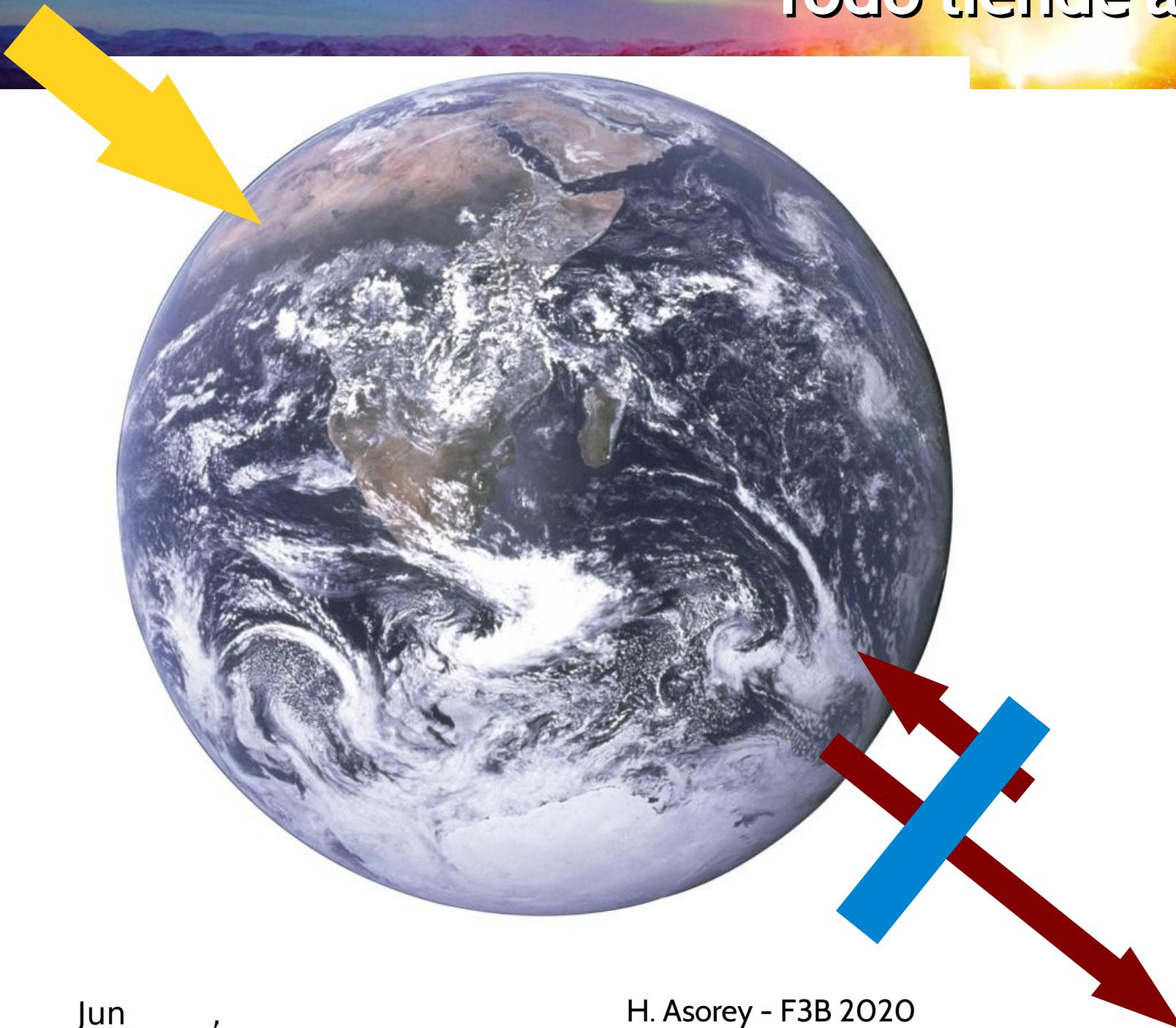
**Todo tiende al equilibrio**



**Todo tiende al equilibrio**



**Todo tiende al equilibrio**

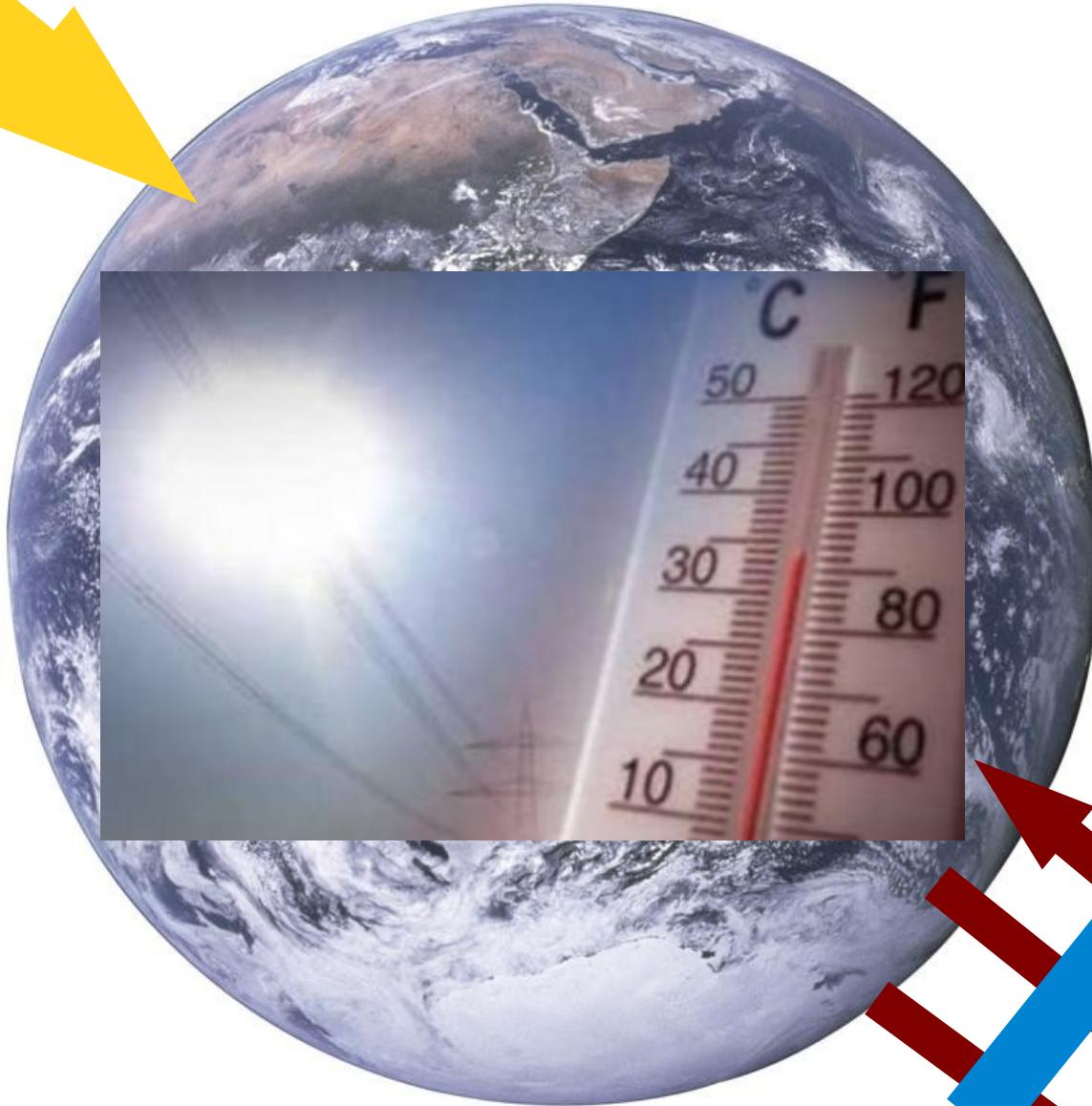


**Todo tiende al equilibrio**



**Todo tiende al equilibrio**

**¡La Tierra se calienta y alcanza un nuevo equilibrio térmico!**



**Steffan-Boltzman**

$$L = A \sigma T^4$$

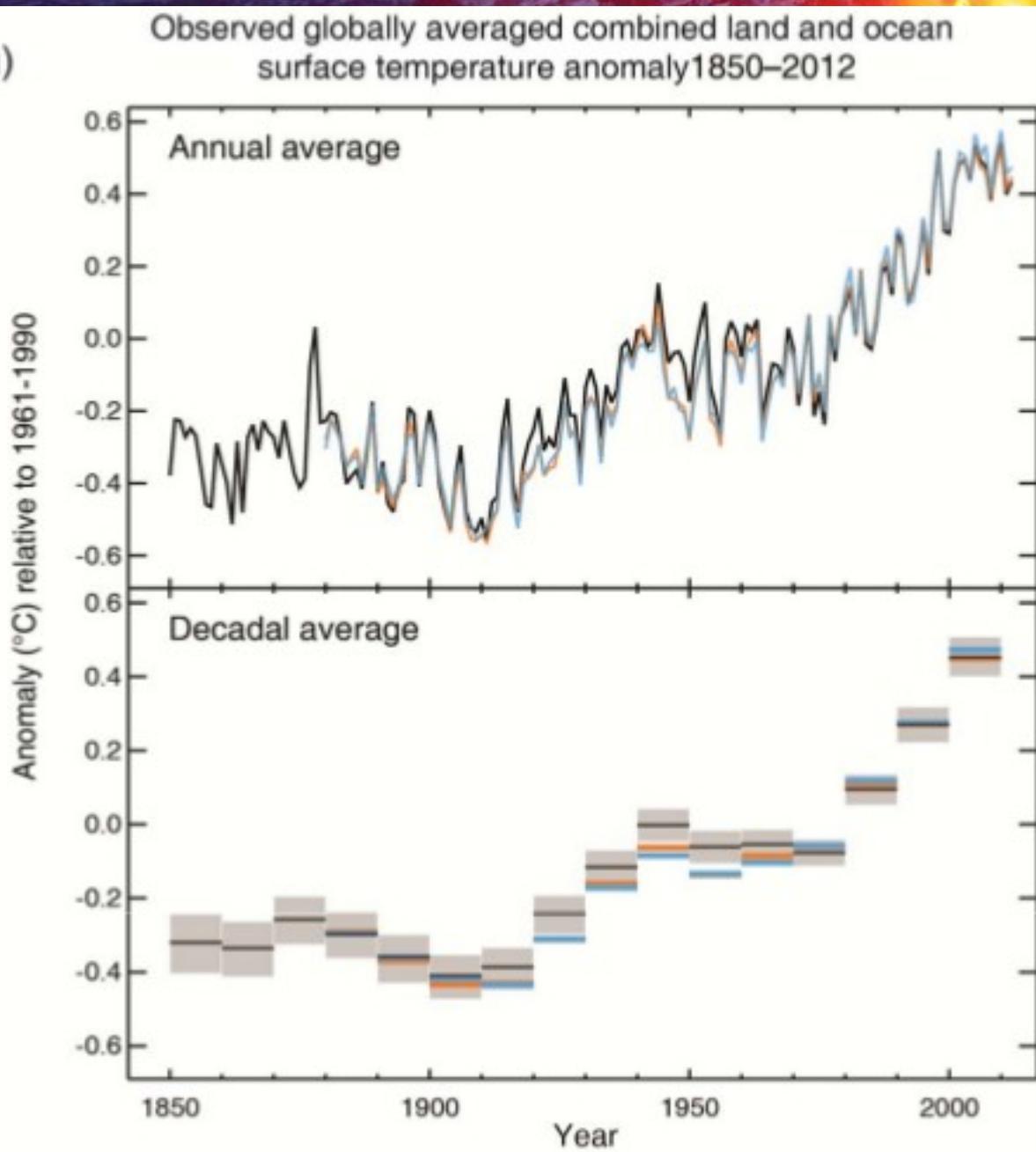


El gran riesgo...

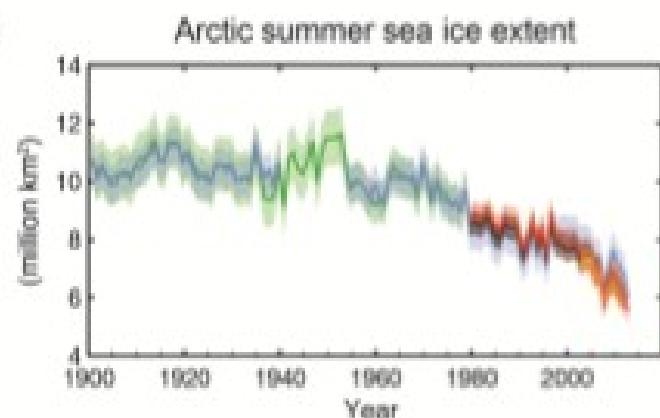


# Calentamiento Global

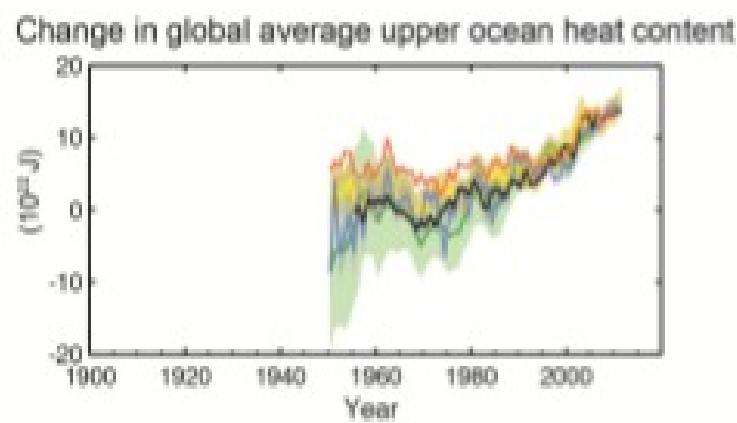
(a)



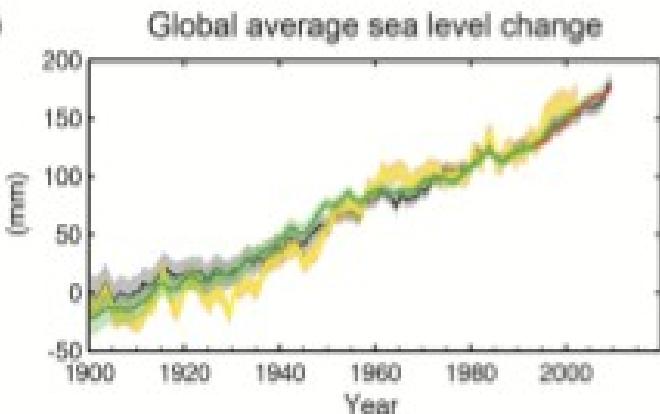
(b)



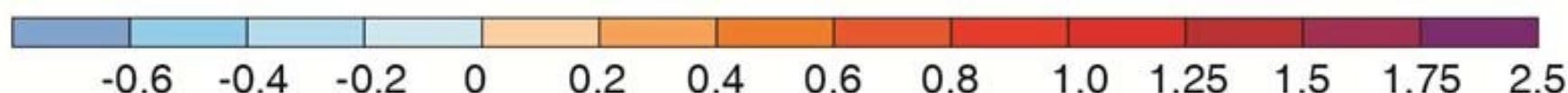
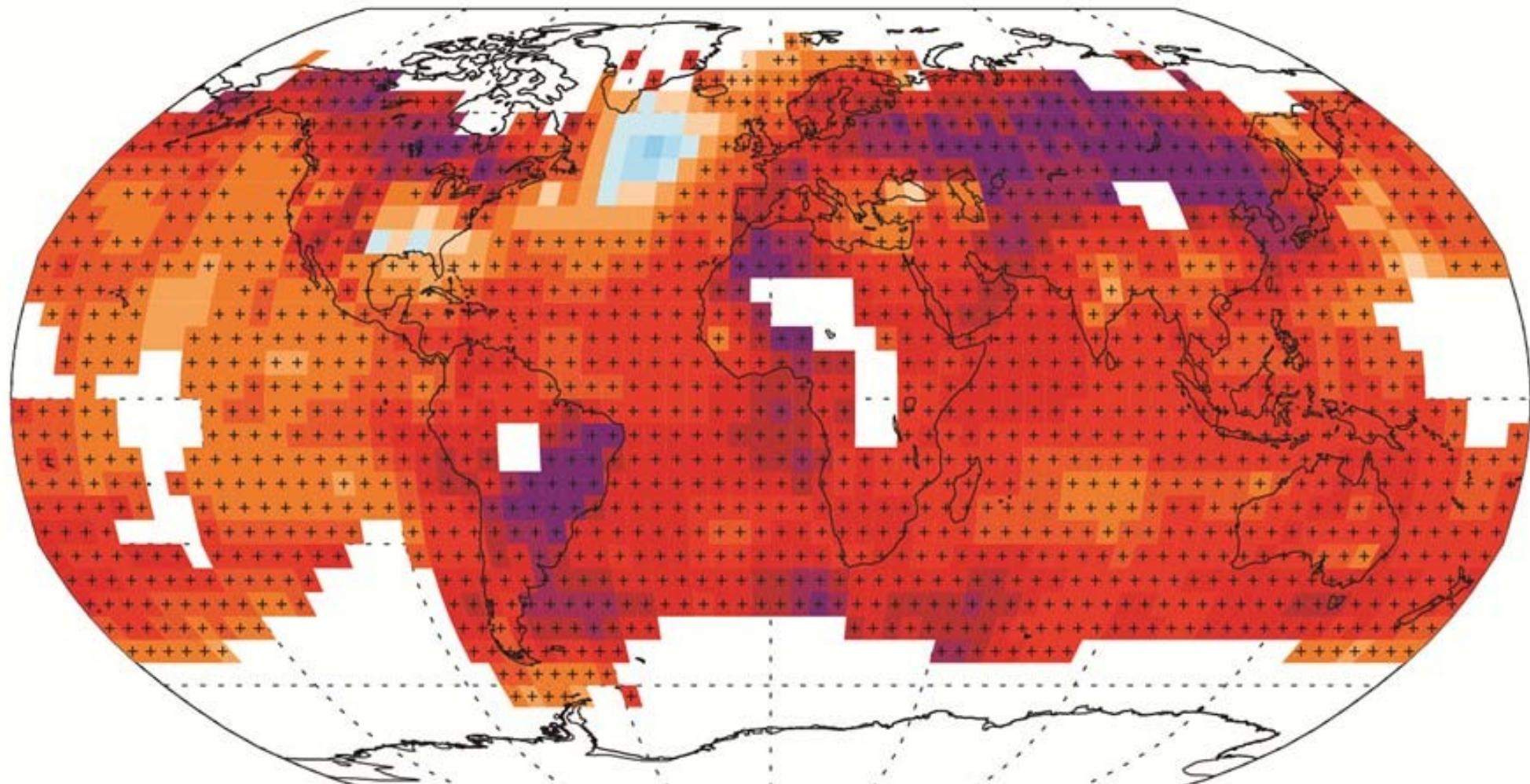
(c)



(d)



# Cambio observado en el promedio de la Temperatura en superficie (1901-2012)



Tendencia ( $^{\circ}\text{C}$  sobre todo el período)

**“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde 1950s, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en tiempos de décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo se han reducido, el nivel del mar ha aumentado, y las concentraciones de gases invernadero se han incrementado.”**

**AR5 WG1, IPCC, 2013**

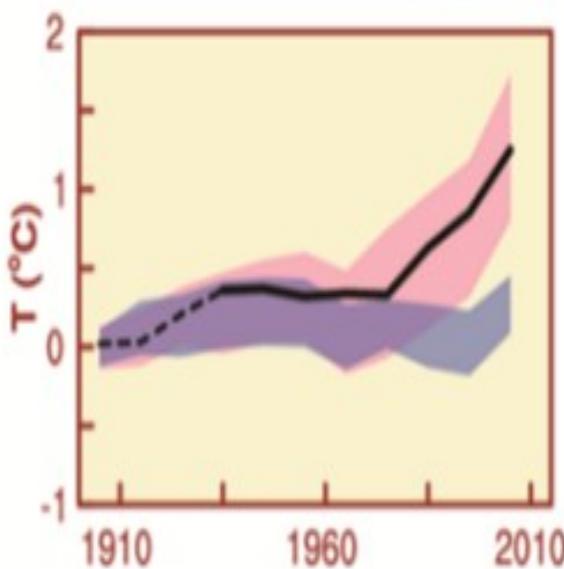


Tendencia (°C sobre todo el período)

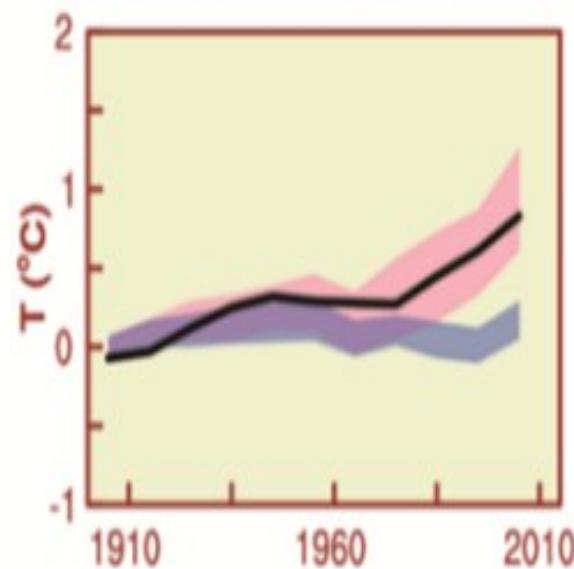
# ¿¿¿YO NO FUJ??? ¿En serio?

## Global Averages

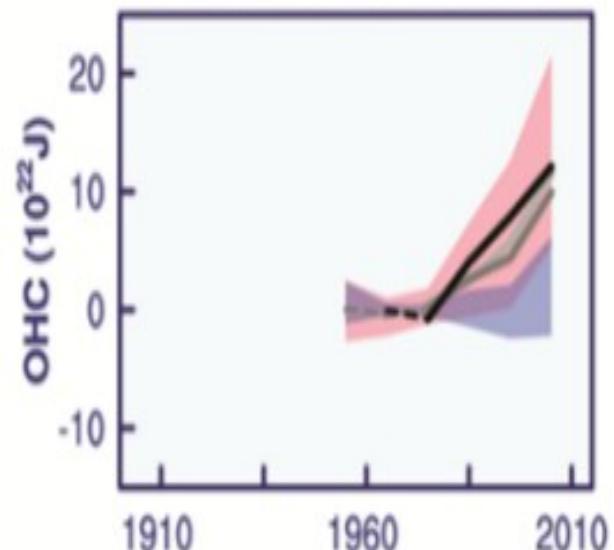
Land Surface



Land and Ocean Surface



Ocean Heat Content



Observations

Models using only natural forcings  
Models using both natural and anthropogenic forcings

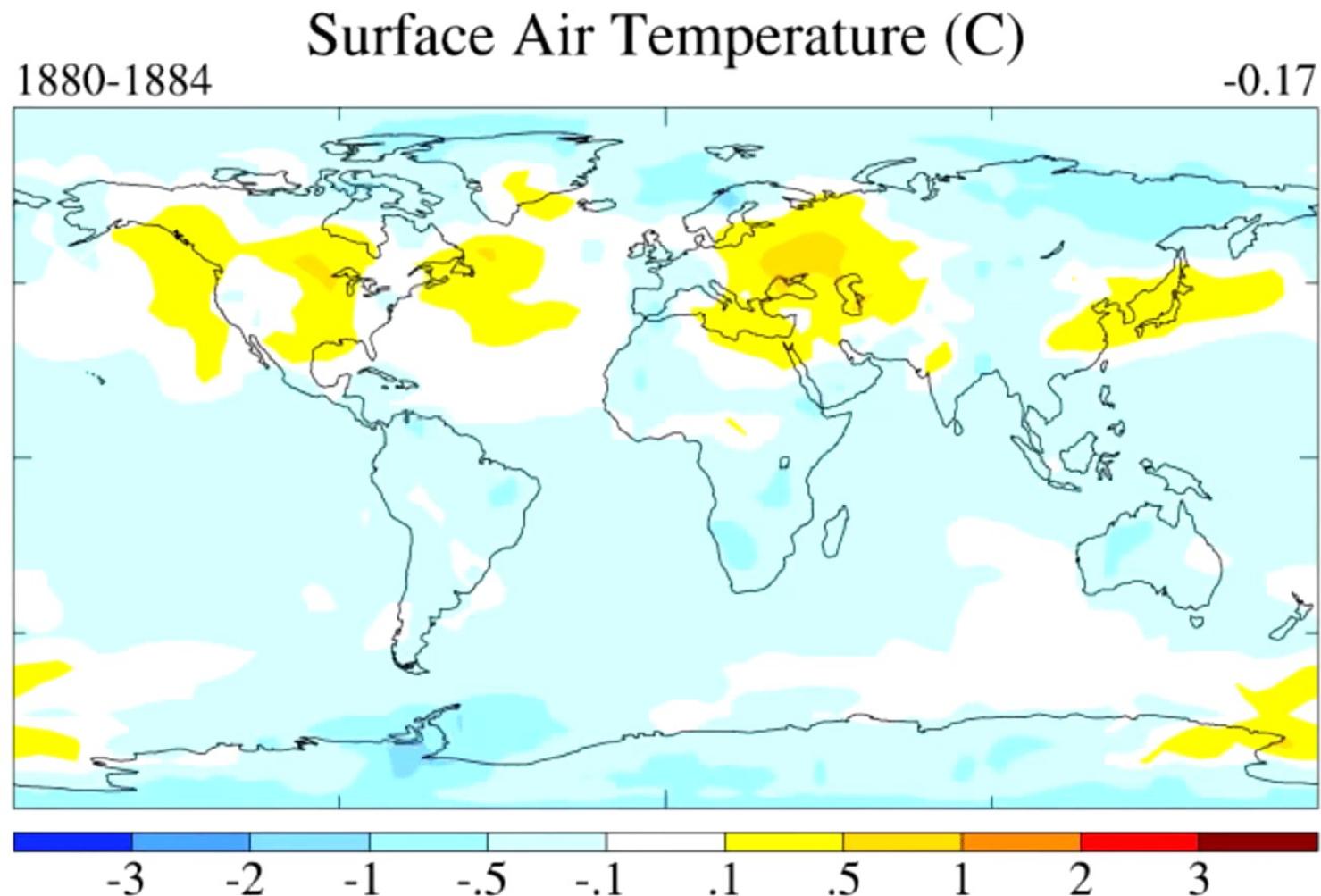
# ¿¿¿YO NO FUÍ??? ¿En serio?

**La influencia humana ha sido detectada en el calentamiento de la atmósfera y del océano, en cambios en el ciclo global del agua, en las reducciones de la nieve y del hielo, en el aumento medio global del nivel del mar y en algunos climas extremos [...] Es extremadamente posible (95%-100%) que la influencia humana haya sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX.**

Observations

- Models using only natural forcings
- Models using both natural and anthropogenic forcings

# Aún los modelos más optimistas predicen calentamiento global



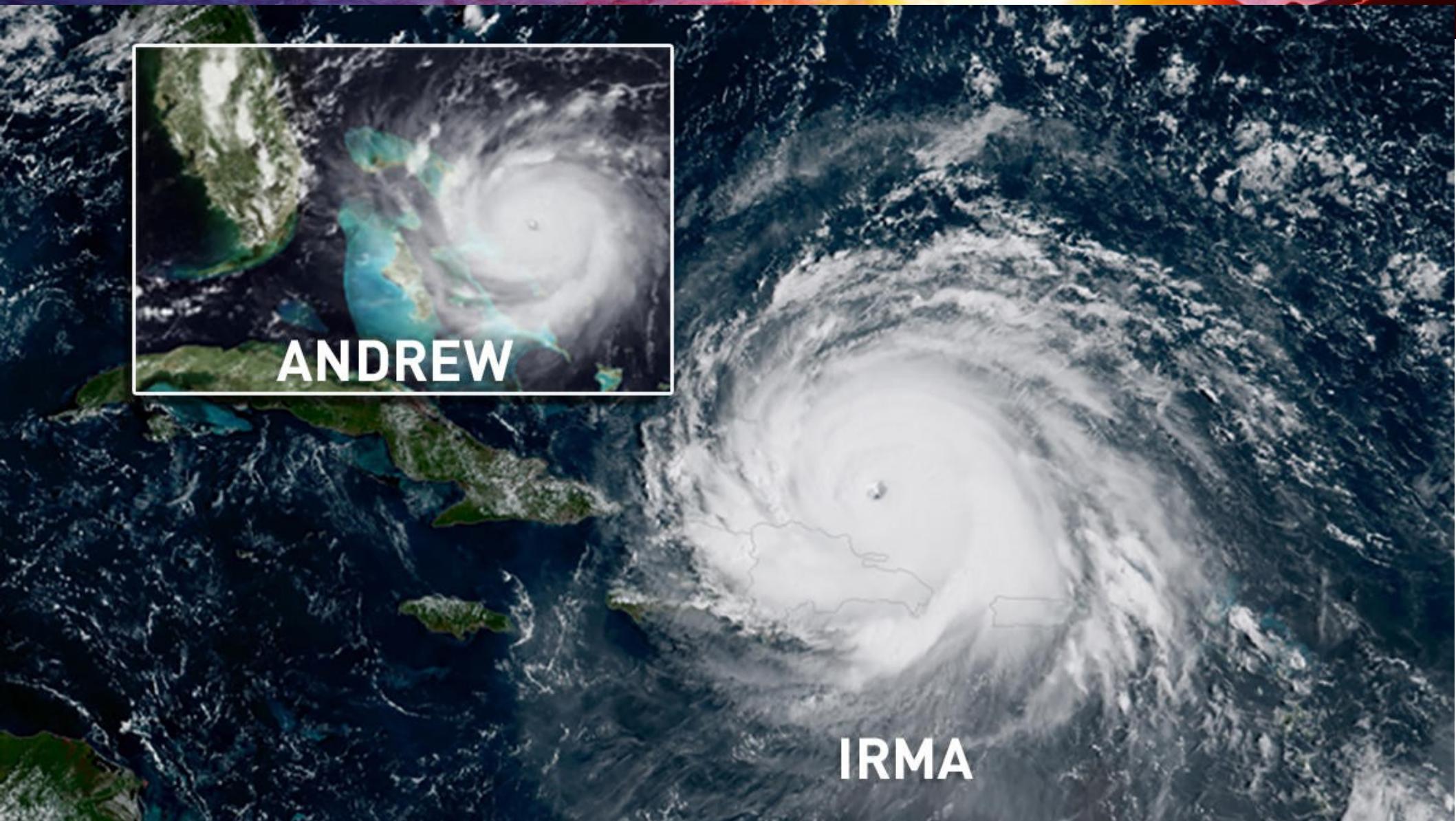
# Más energía en el sistema climático



# Huracanes más grandes y peligrosos



IRMA



# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

**0.3 Toneladas por año en la respiración**

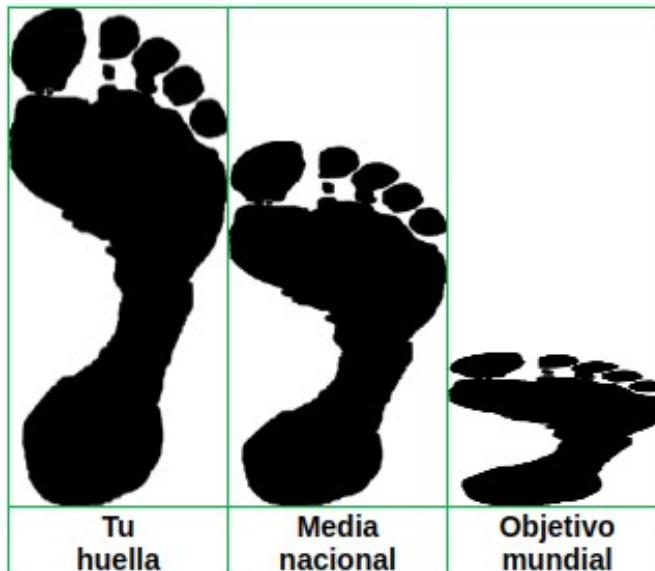
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.36 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.96 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	1.54 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secondary	1.61 toneladas de CO <sub>2</sub>

**Total = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>**

<http://www.carbonfootprint.com>

Para compensar una parte de tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que deseas compensar y haz clic en el botón Compensar ahora.

**Total a compensar = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>** **Compensar ahora**



- Tu huella es de 6.46 toneladas al año
- La huella media por persona en Argentina es de 4.75 toneladas
- La media para la Unión Europea es de unas 6.4 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 5 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

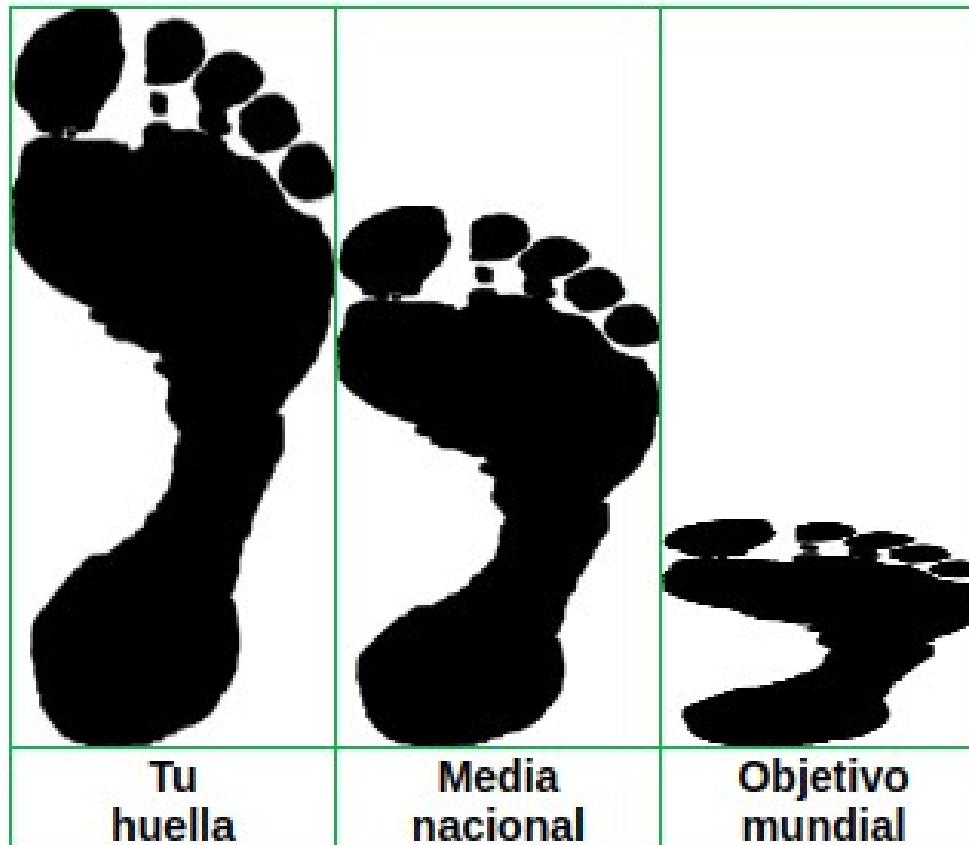
# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

Total a compensar = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>

Compensar ahora

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.36 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.96 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	1.54 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secondary	1.61 toneladas de CO <sub>2</sub>

Total = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>



- Tu huella es de 6.46 toneladas al año
- La huella media por persona en Argentina es de 4.75 toneladas
- La media para la Unión Europea es de unas 6.4 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 5 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

Total a compensar = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>

Compensar ahora

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.36 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.96 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	1.54 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Moto	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Autobús/Tren	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secondary	1.61 toneladas de CO <sub>2</sub>

Total = 6.46 toneladas de CO<sub>2</sub>

Necesitamos casi tres  
“mundos” para soportar  
nuestro actual consumo de  
energía

sólo tenemos  
uno

Tu huella	Media nacional	Objetivo mundial
-----------	----------------	------------------

- Tu huella es de 6.46 toneladas al año
- La huella media por persona en Argentina es de 4.75 toneladas
- La media para la Unión Europea es de unas 6.4 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 5 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

# Volver a la edad de piedra no es una opción





# Estamos a tiempo

Recicla



Reusa

Reduce

Estamos a tiempo

Recicla

Reforesta

Responsabilízate

Reusa

Reduce

Reflexiona

**Mientras esperamos que los gobiernos  
tomen conciencia y verdaderas  
acciones...**

**Analice sus acciones y actúe a  
conciencia**

**Incluya en el cálculo de la rentabilidad  
de su proyecto el costo real de la  
reparación total ambiental**

**Penalice con su consumo  
y con su voto**

# La elección es nuestra

## La muerte de los glaciares, un atentado contra el desarrollo de los países andinos

- En poco más de una generación, Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia han perdido hasta la tercera parte de sus glaciares
- **Termómetro económico y social de América**

JULIO CÉSAR CASMA | Glaciar Antisana (Ecuador) | 5 MAR 2014 - 15:35 CET

7

Archivado en: Glaciares Ecuador Perú Bolivia Colombia Desarrollo sostenible

Cambio climático Espacios naturales Sudamérica Latinoamérica América Problemas ambientales

Enviar video



A. Rabatel et al., "Current state of glaciers in the tropical Andes", The Cryosphere, 7, 81–102, 2013



February 2001

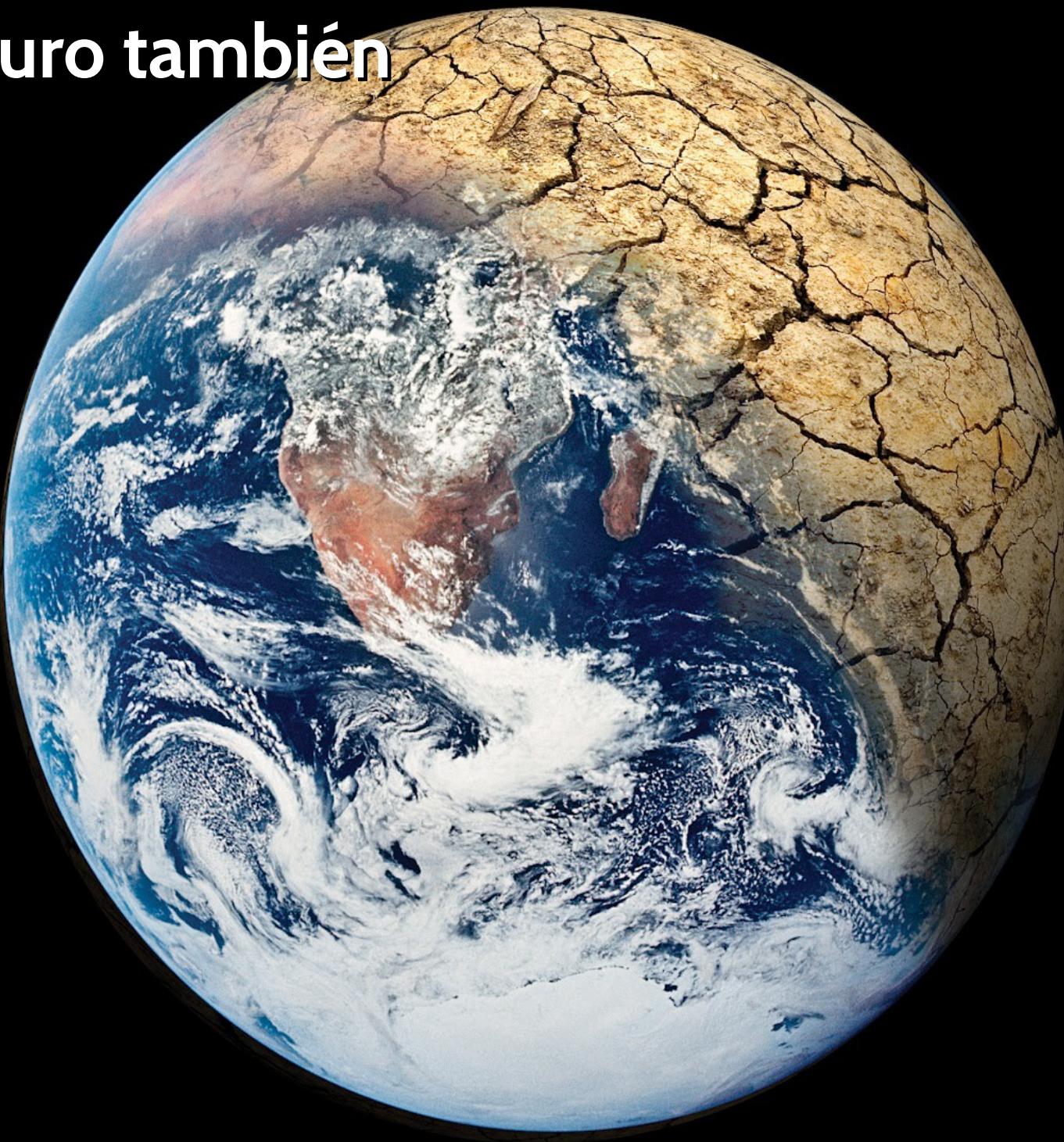


June 2007



October 2007

El futuro también



El futuro también

