



- Unidad: *Intermezzo*
- Clase: 01
- Fecha: 20140812M
- Contenido: Cambio Climático
- Web: [http://halley.uis.edu.co/fisica\\_para\\_todos/](http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/)
- Archivo: 20140812-HA-cambio-climatico.pdf



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



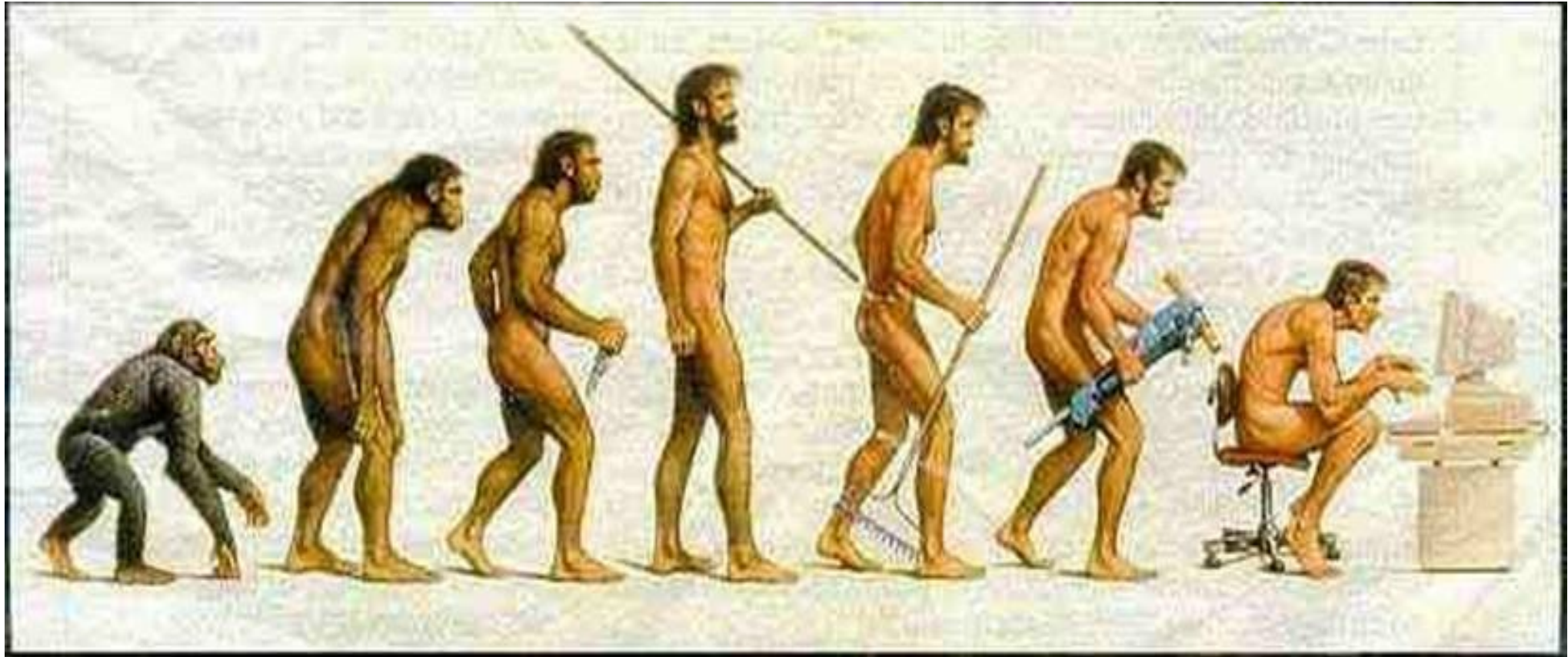


En el momento preciso y en el lugar indicado

**Biósfera**



# Hace cien mil años, aparece un nuevo actor





Con una avidez infinita de energía

**¡¡ENERGÍA INFINITA!!**

Lamentablemente,  
esto no funciona

**Maldita Termodinámica, siempre arruinando todo...**





# Consumo de energía de subsistencia

- Metabolismo basal = 2000 kcal diarias
  - 50% Metabolismo celular
  - 40% Síntesis molecular, especialmente proteínas
  - 10% Trabajo mecánico interno (respiración, etc)
- Usted necesita trabajar para procurarse esas 2000 kcal diarias, pongamos otras 1000 kcal
- Consumo total diario: 3000 kcal



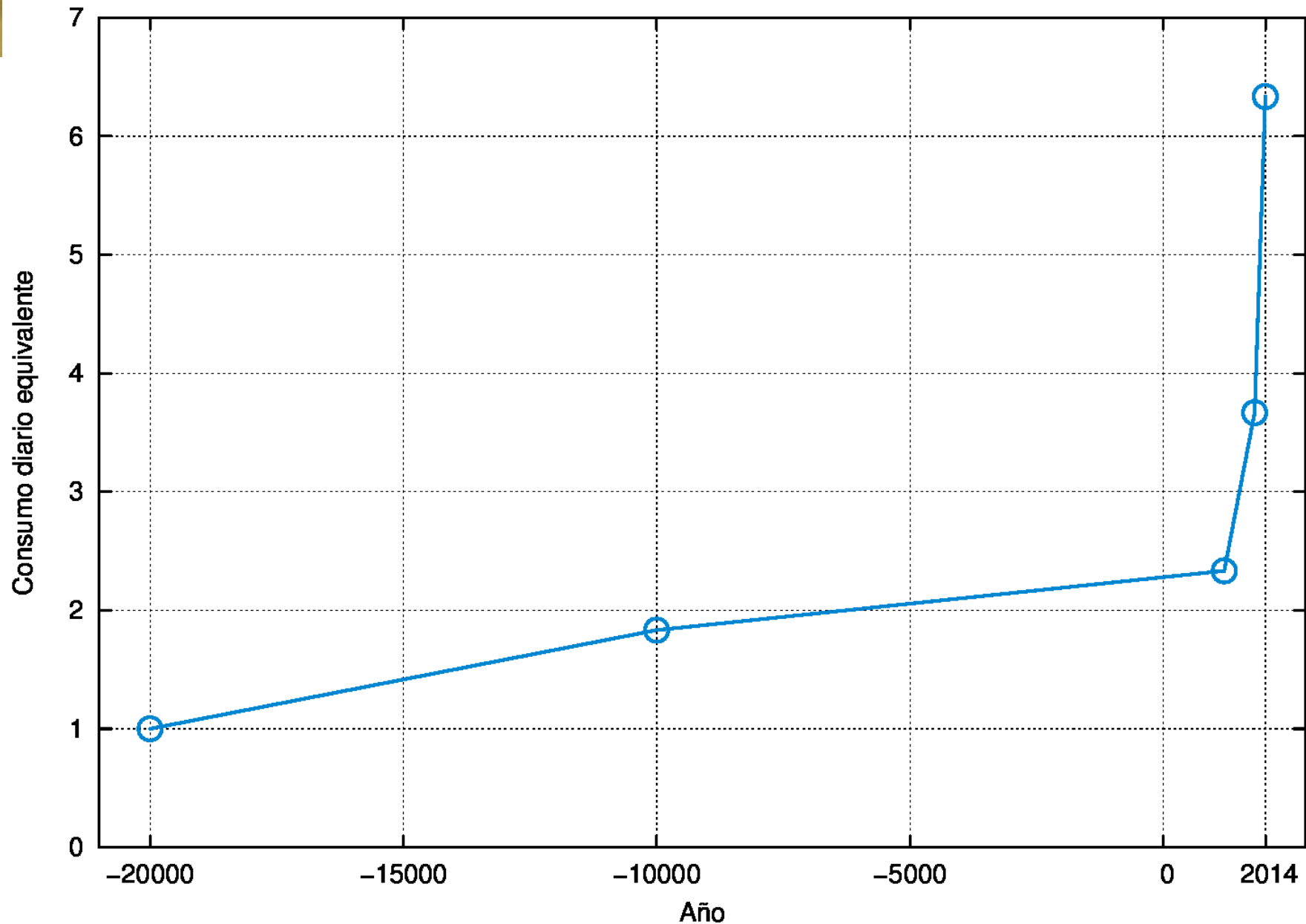


# Uso diario de energía per capita

- 20000 aC: 3000 kcal diarias por persona
  - Ingesta de subsistencia
- 10000 aC: 5500 kcal diarias por persona
  - Agricultura: animales
- 1200 dC: 7000 kcal diarias por persona
  - Máquinas sencillas
- 1800 dC: 11000 kcal diarias por persona
  - Revolución industrial: Máquinas térmicas
- 2012 dC: 19000 kcal diarias por persona
  - Sociedad industrial



# Los datos valen más que mil palabras



**¿Cuánta energía se necesita para  
mantener a la humanidad en  
funcionamiento?**



# ¿Cuánta energía se necesita para mantener a la humanidad en funcionamiento?

Respuesta:

**Basta de opiniones → DATOS**

- Banco Mundial y ONU, Indicadores sobre el Desarrollo Humano, vía Google: <http://www.google.com/publicdata/directory>
- Enerdata, <http://yearbook.enerdata.net/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, <http://www.ipcc.ch/>
- Statistical Review of World Energy 2013, BP, <http://bit.ly/193S5Fs>

$$2.1 \times 10^{20} \text{ J}$$

(Año 2012, +1.0% respecto a 2011)

Se podría mantener a 45.000 millones de  
personas con esta energía

Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU



# $2.1 \times 10^{20} \text{ J}$

(Año 2012, +1.0% respecto a 2011)

Se podría mantener a 45.000 millones de  
personas con esta energía

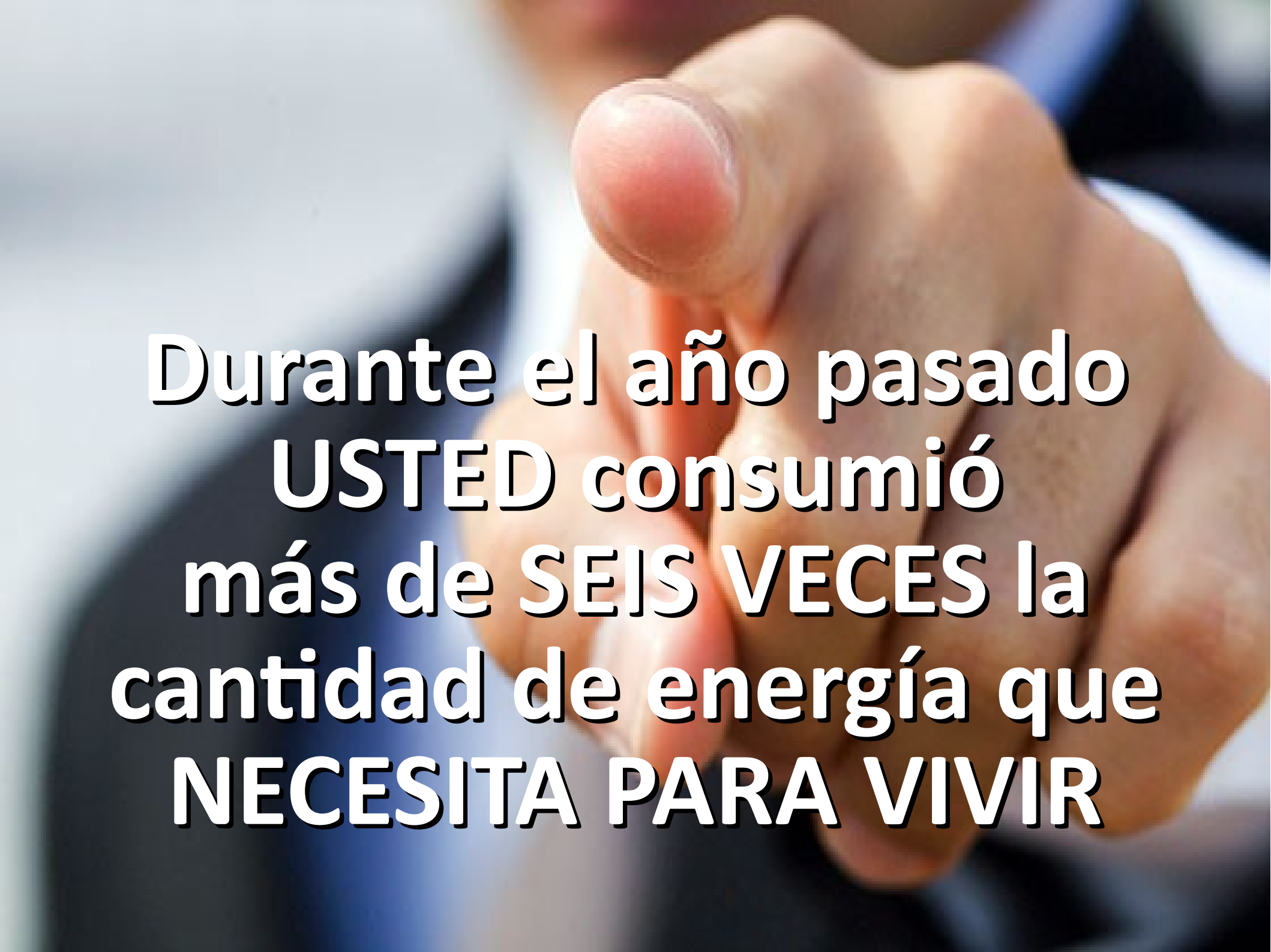
Fuente: Indicadores sobre Desarrollo Humano, ONU

Hay  $\sim 10^{20}$  granos de arena en el Mundo

Hay  $\sim 10^{21}$  L de agua en los océanos





A close-up, slightly blurred image of a hand with the index finger pointing directly at the viewer. The hand is positioned in the center-right of the frame, with the finger extended towards the left. The background is out of focus, showing hints of a blue and white pattern, possibly a shirt or a wall.

**Durante el año pasado  
USTED consumió  
más de SEIS VECES la  
cantidad de energía que  
NECESITA PARA VIVIR**



**Yo te aseguro que yo no fui...  
yo te lo juro que yo no fui...**







ni









¿Yo no fui?

Jupiter





¿Yo no fui?





# Consumo de energía y desarrollo

Corea  
del Norte

Corea  
del Sur

Japón





# Consumo de energía y desarrollo

Corea  
del Norte

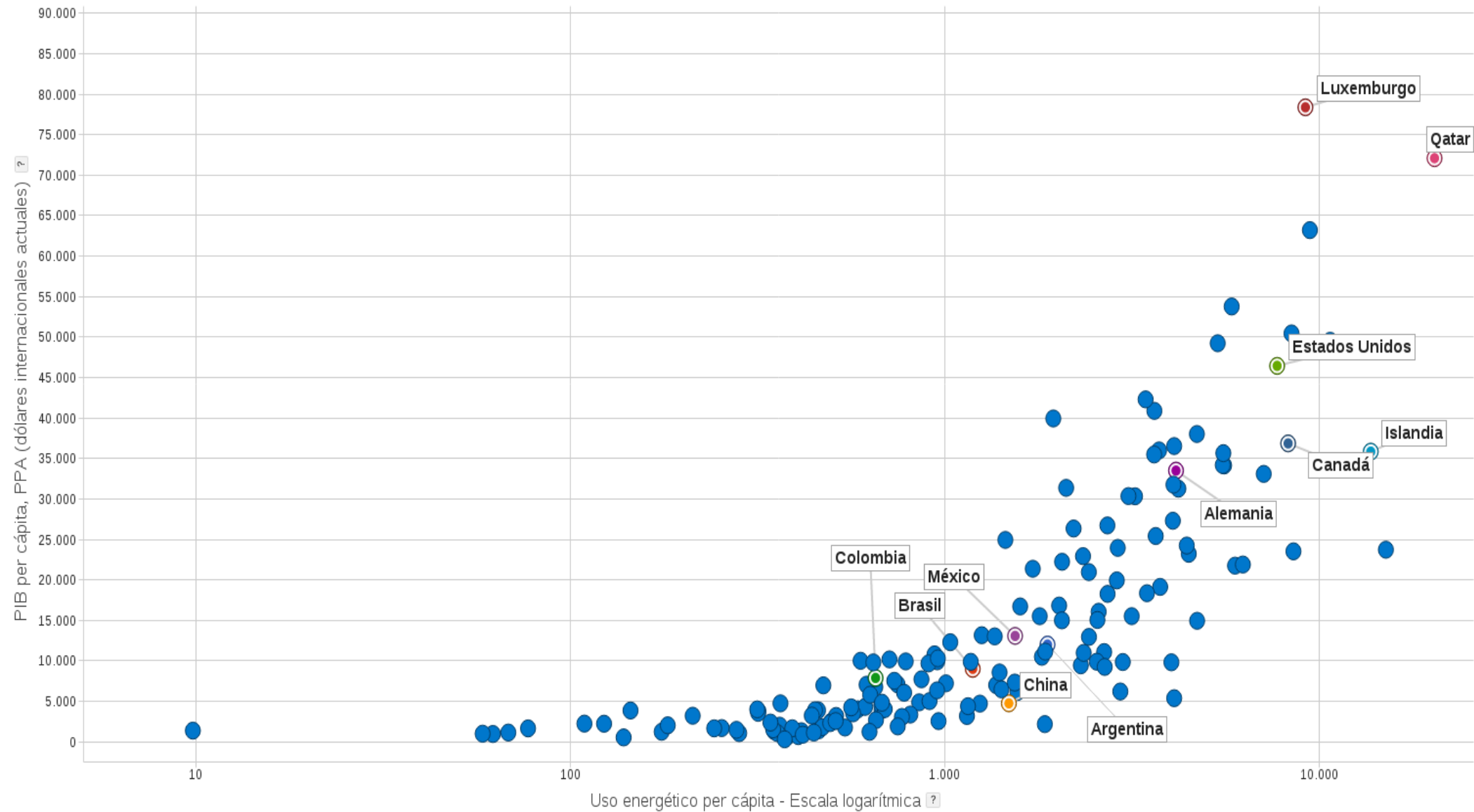
Corea  
del Sur

Japón





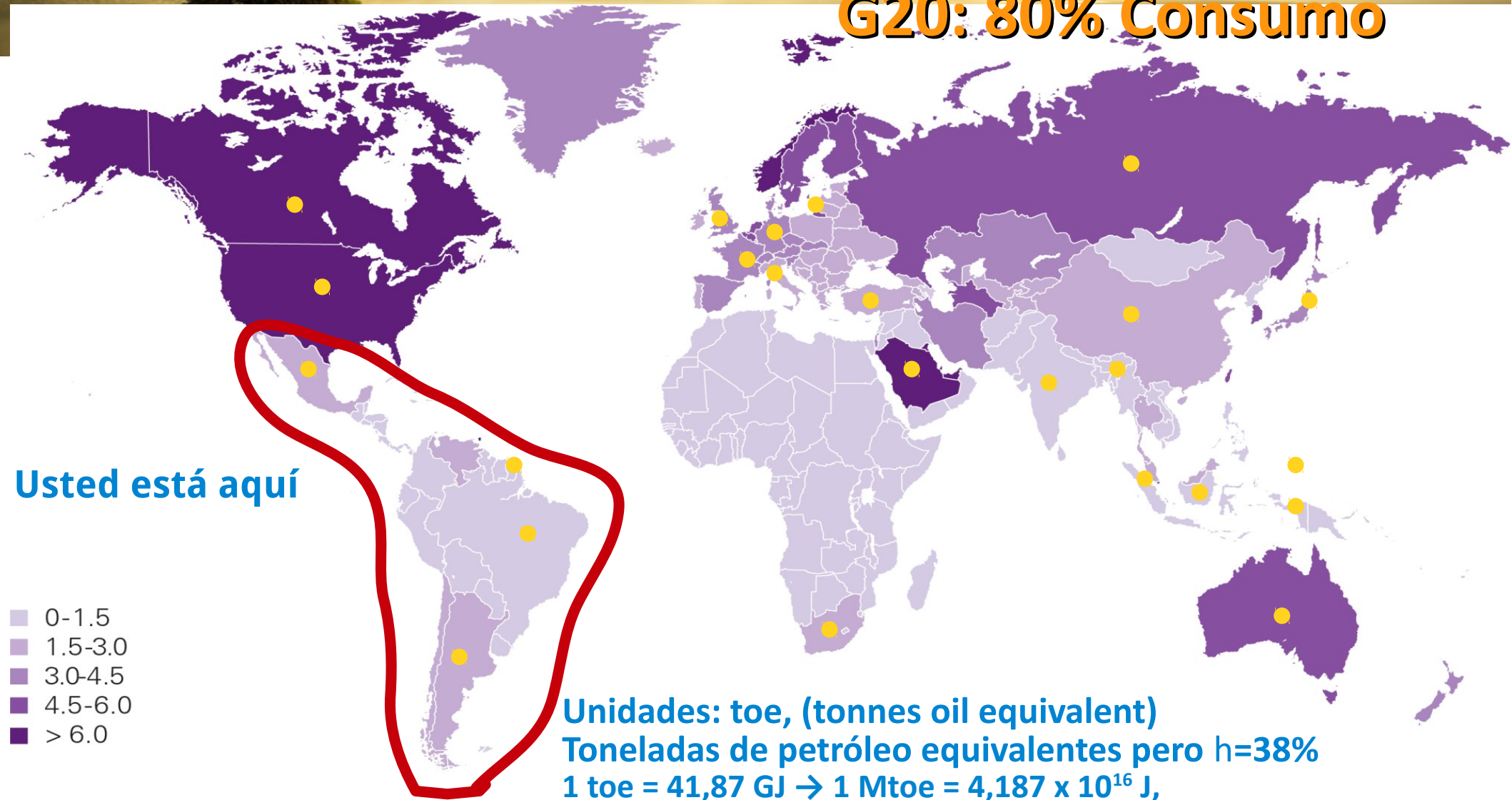
# (Consumo de Energía vs PIB) per capita



Fuente: Banco Mundial, vía Google, <http://goo.gl/qwsKka>

# Distribución del consumo per capita (2012)

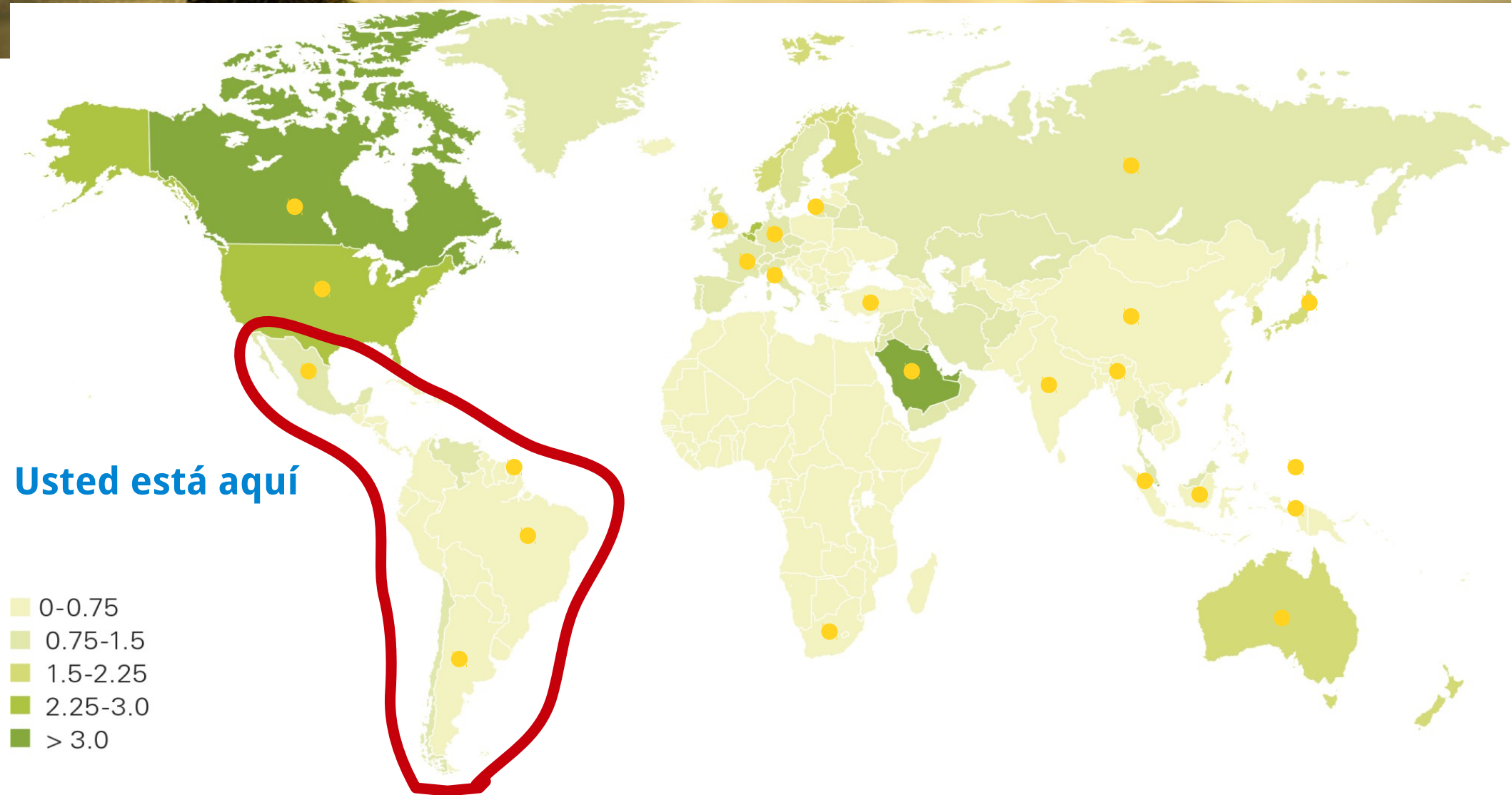
**G20: 80% Consumo**



Fuente: Statistical Review of World Energy 2013, BP

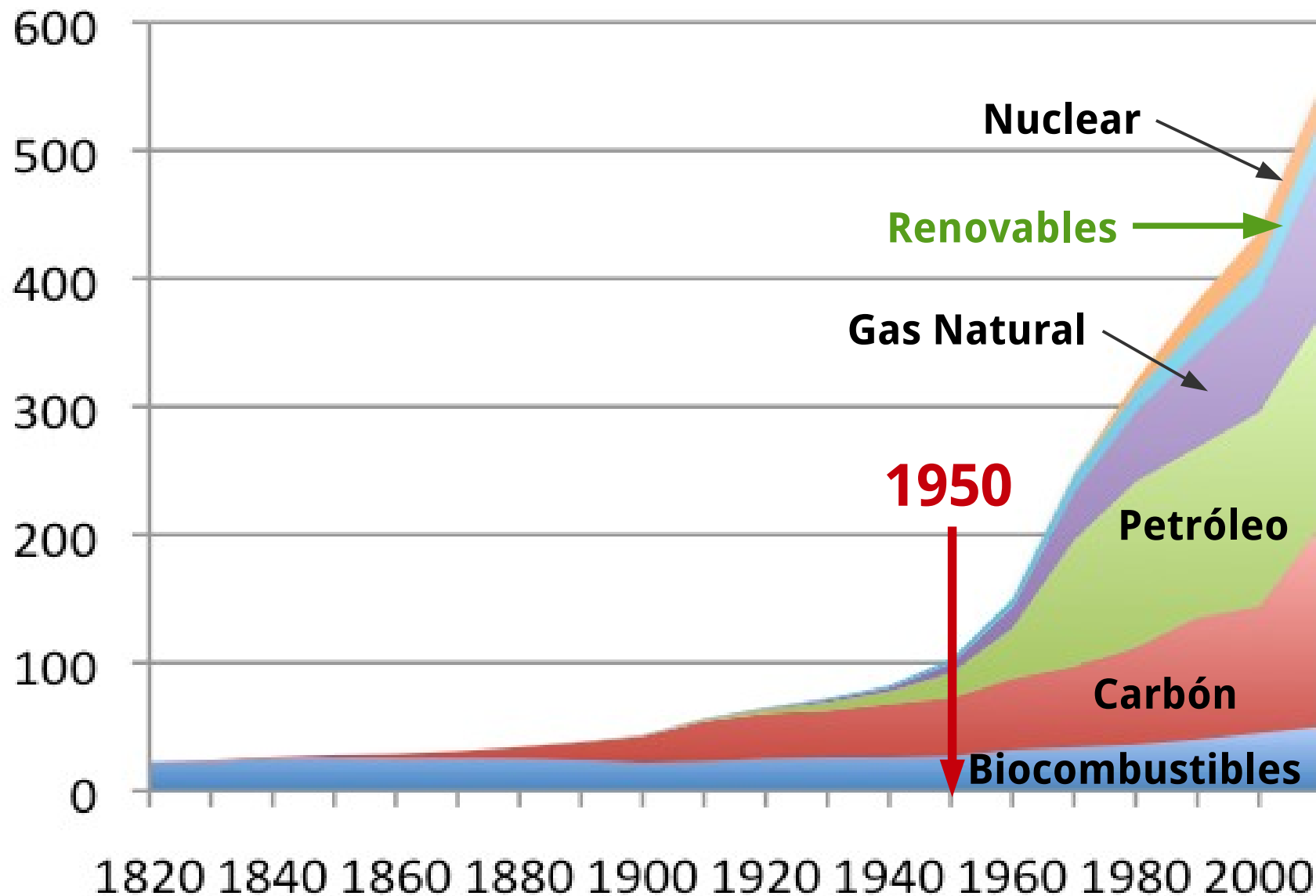
<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013.html>

# Consumo de Petróleo per capita (ton)

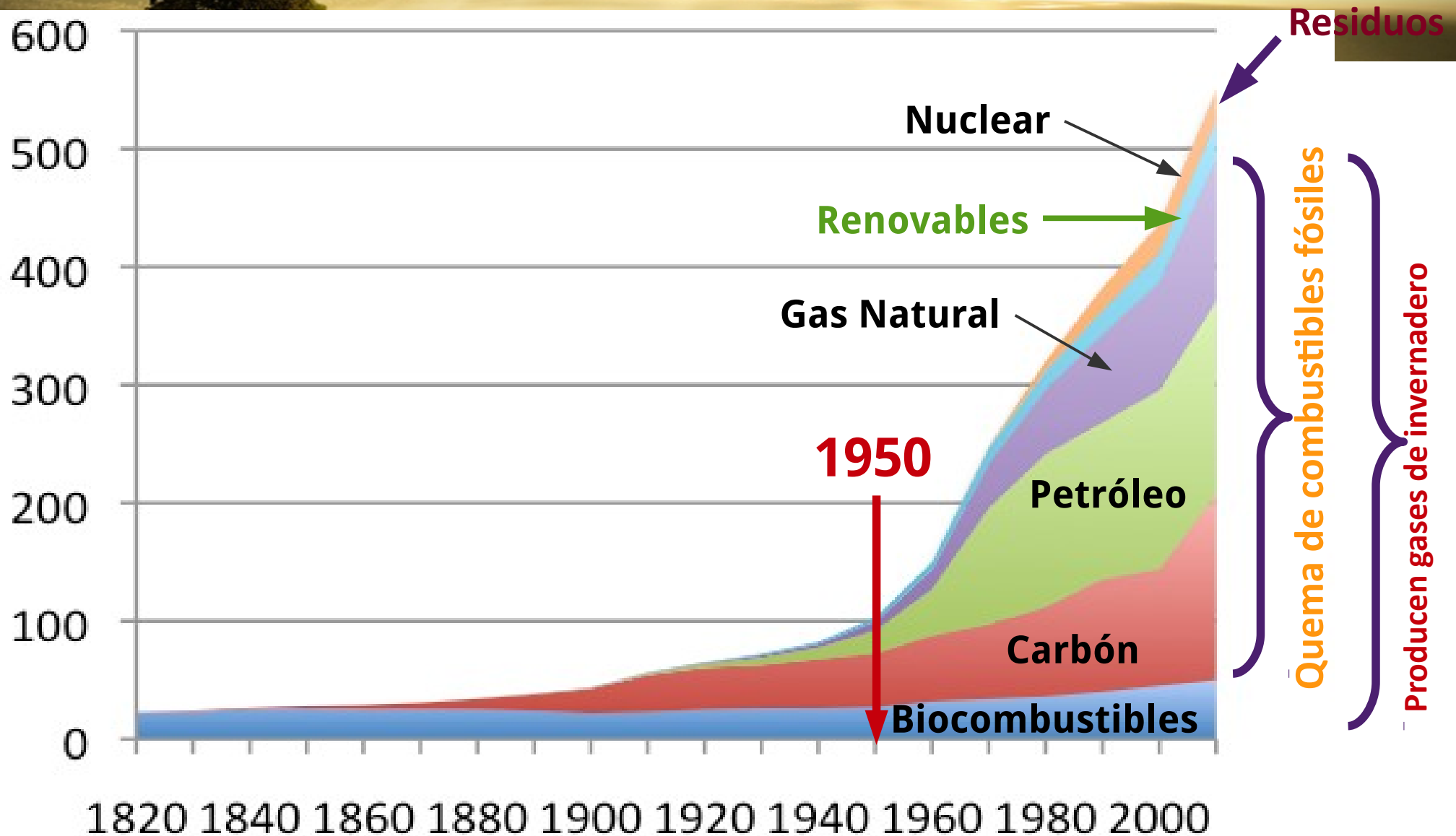




# Demanda anual de energía ( $\times 10^{18}$ J)



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

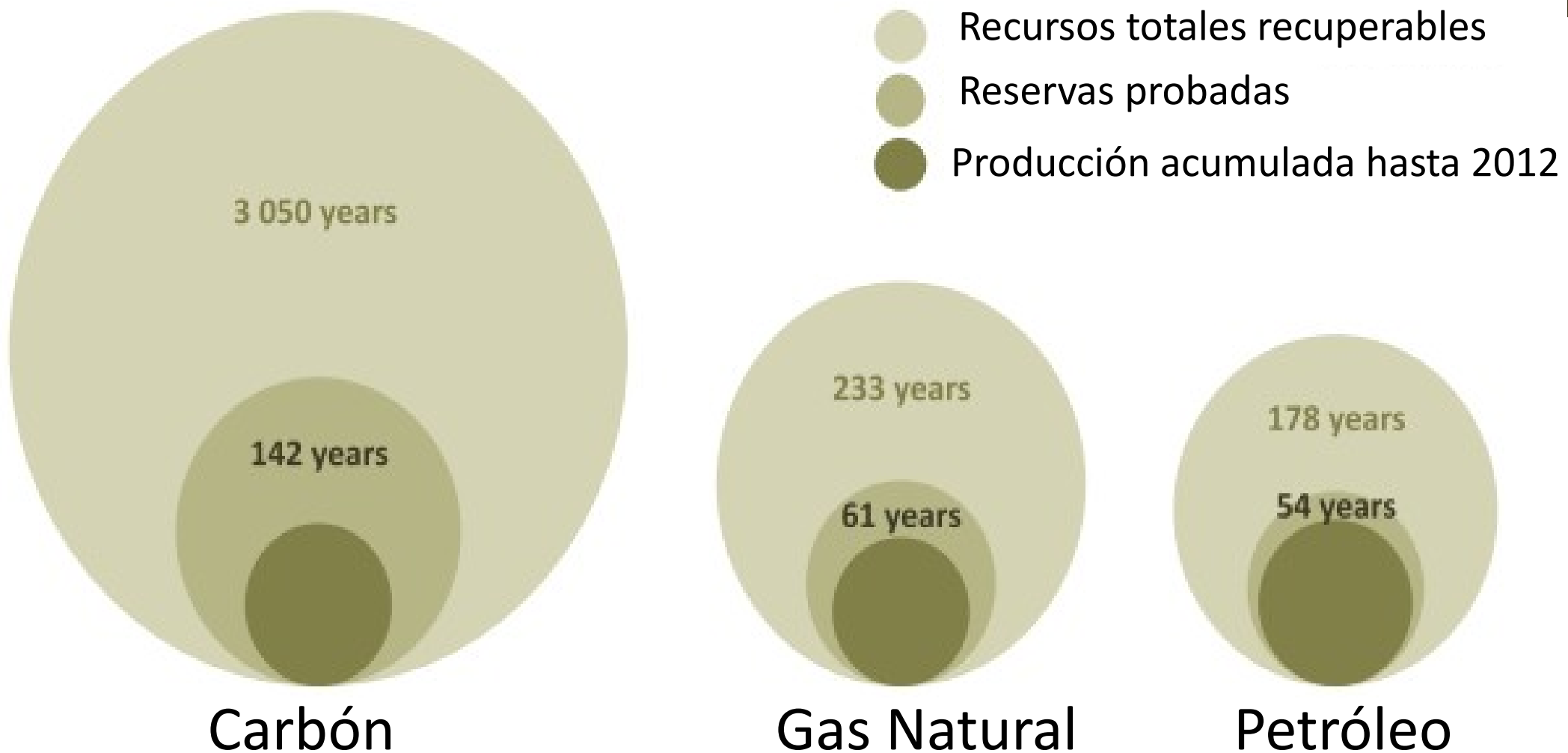






**Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo**

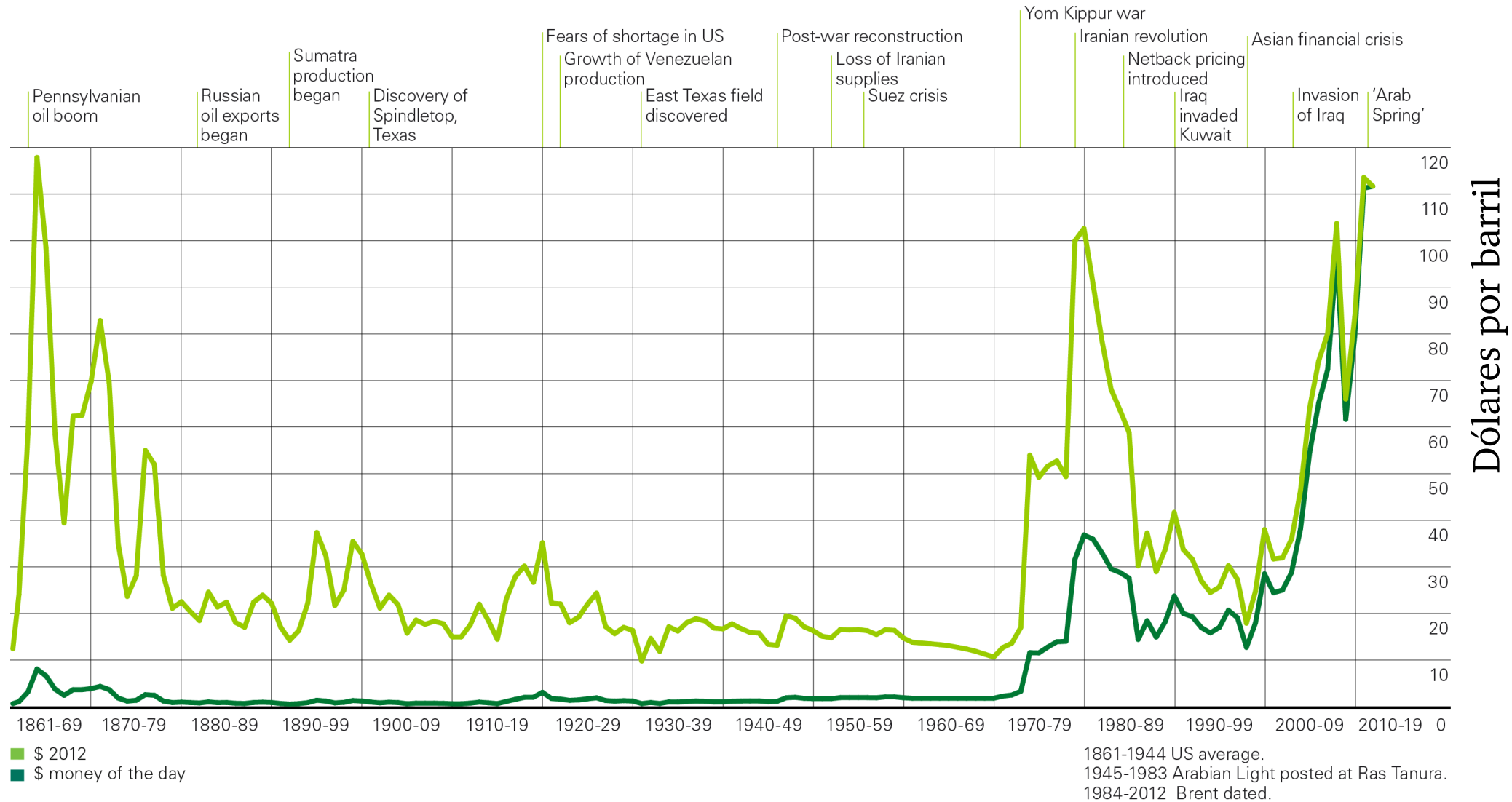
# Cuando yo era chico, quedaban 40 años de petróleo



Fuente: OPEC, vía <http://goo.gl/q3Oz3Y>



# Según pasan los años...



Un “pequeño detalle”





## Un “pequeño detalle”

- Supongamos: combustibles fósiles sólo petróleo
  - → ~ 80% de la energía ~ 10000 Mtoe
  - 1 toe = 7,4 barriles
- → ~  $7.4 \times 10^{10}$  barriles de petróleo en 2012
- 1 barril de petróleo libera 317 kg CO<sub>2</sub> (Calcular)
- En 2012 el consumo de combustibles fósiles liberaron a la atmósfera:  $2.3 \times 10^{13}$  kg de CO<sub>2</sub>
- (Banco Mundial:  $3.2 \times 10^{13}$  kg de CO<sub>2</sub> en 2010)

**Tarea: reproduzca**

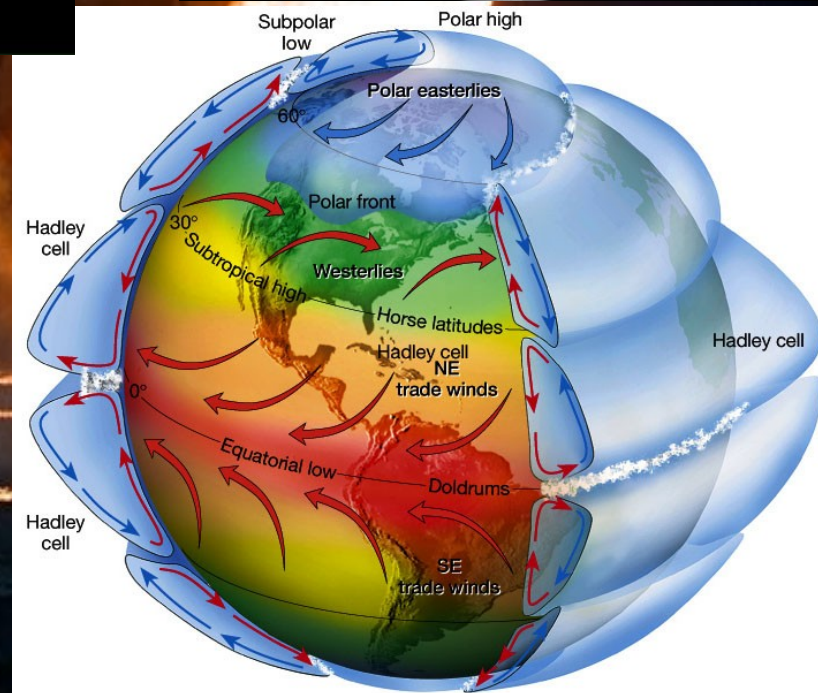
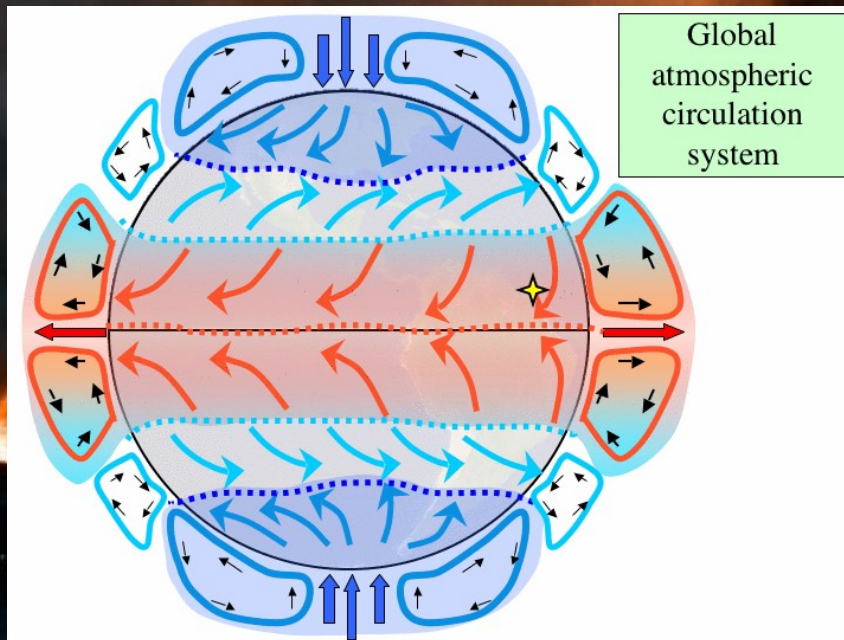
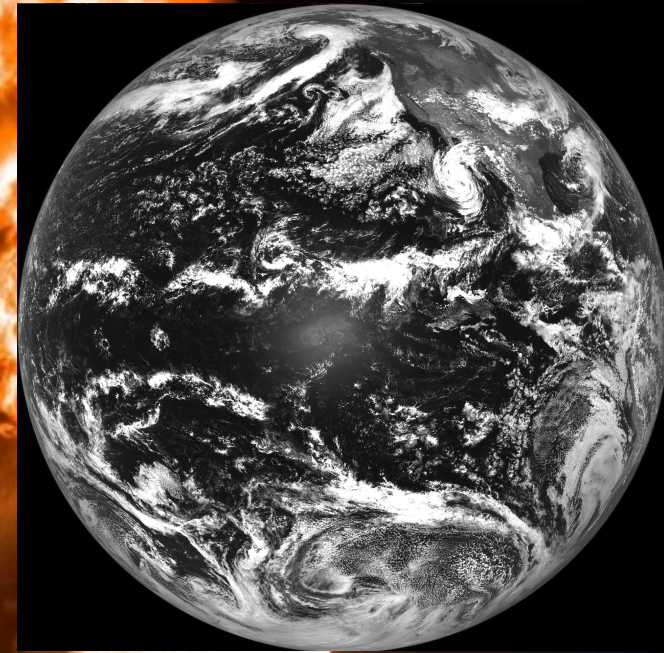
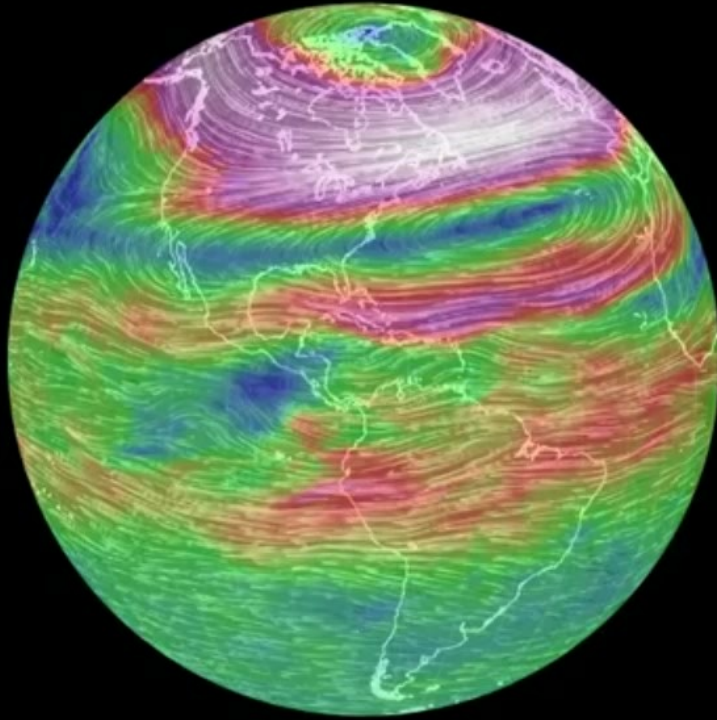
## Un “pequeño detalle”

- Quemar un barril de petróleo libera 320 kg de  $\text{CO}_2$
- El año pasado quemamos ~70 mil millones de barriles
- y liberamos ~25 billones de kg de  $\text{CO}_2$
- que terminaron en la atmósfera

**Tarea: reproduzca**



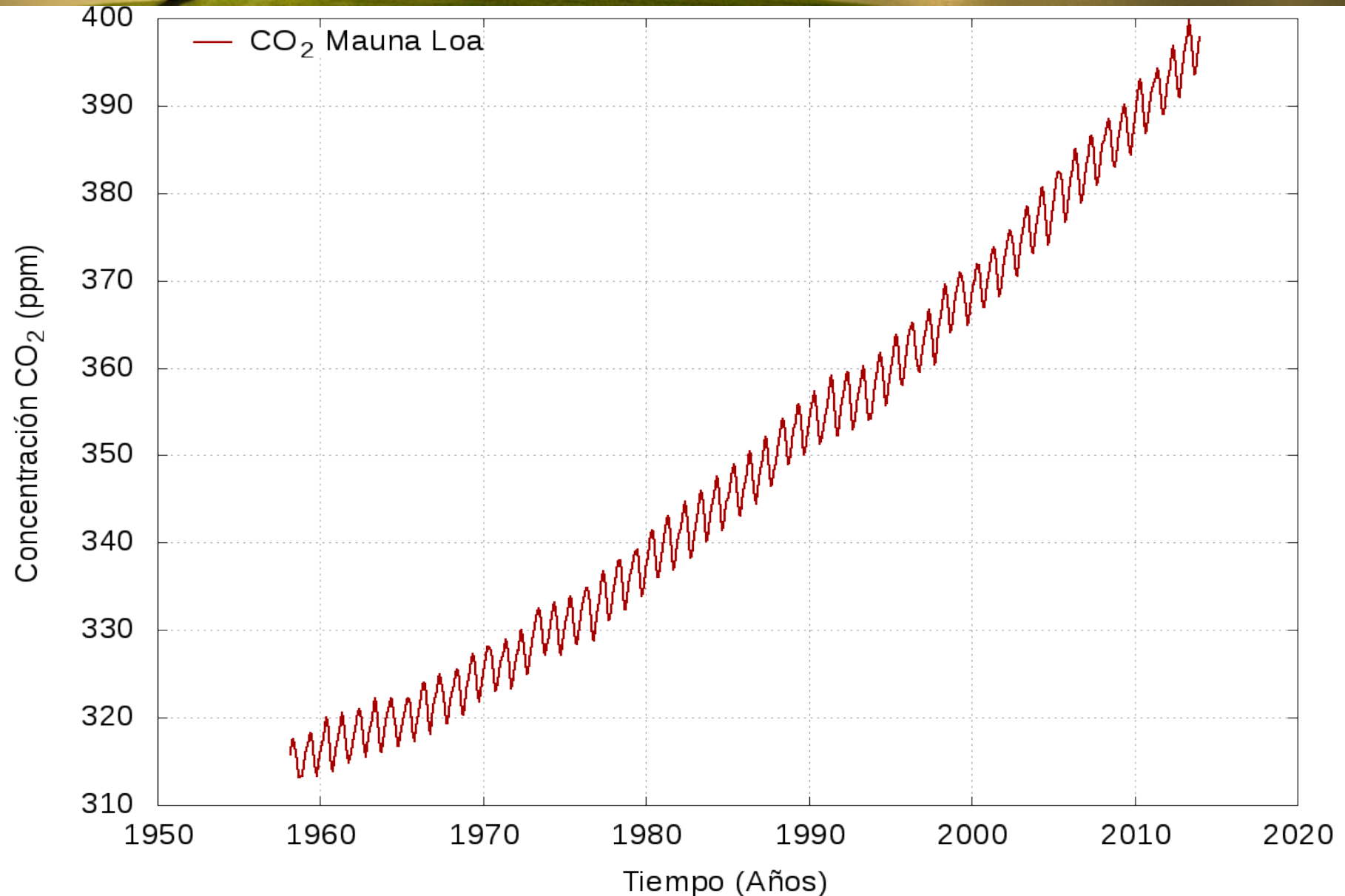
# La atmósfera es como una “licuadora”





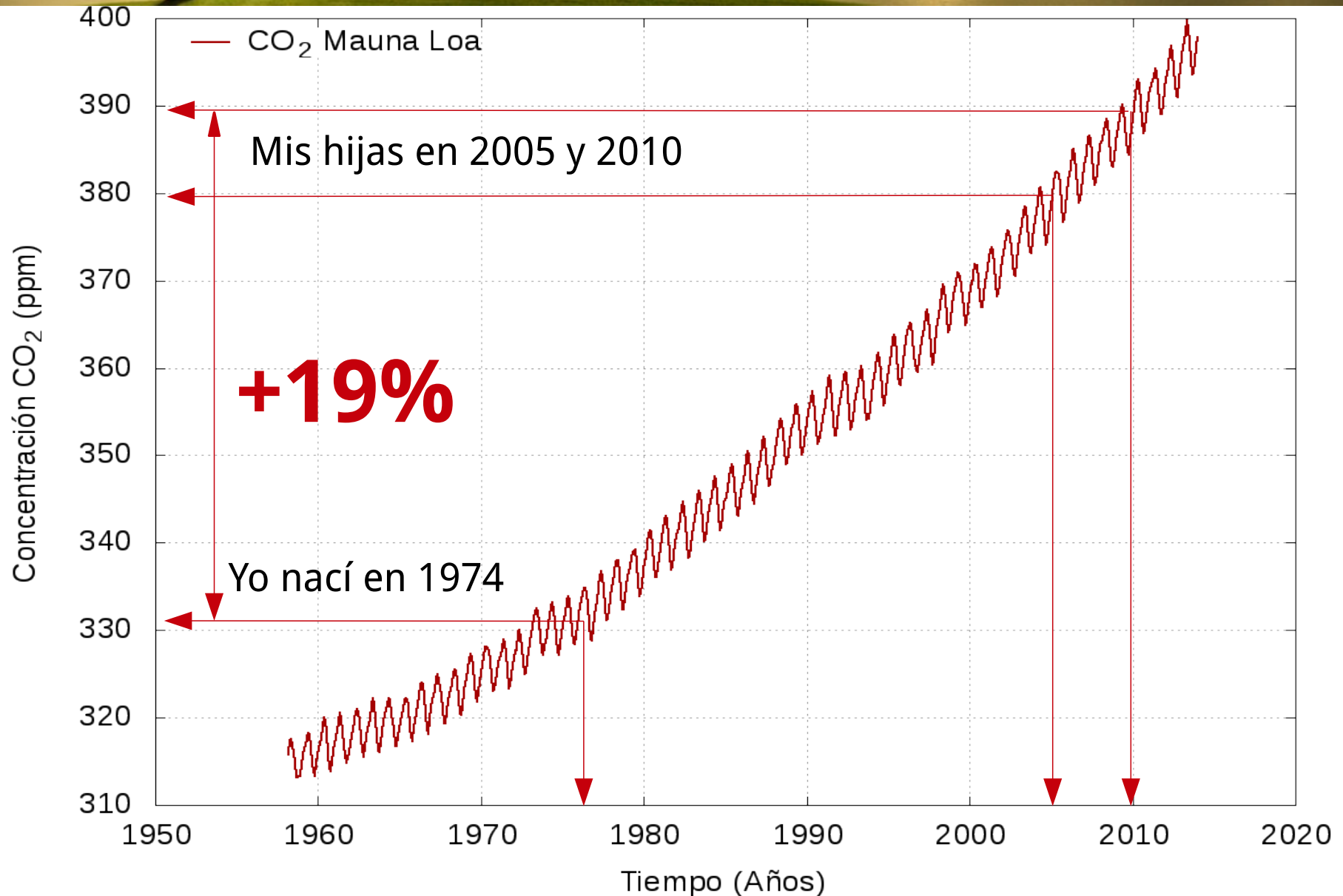
# Todo se mezcla, y el CO<sub>2</sub> se acumula

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



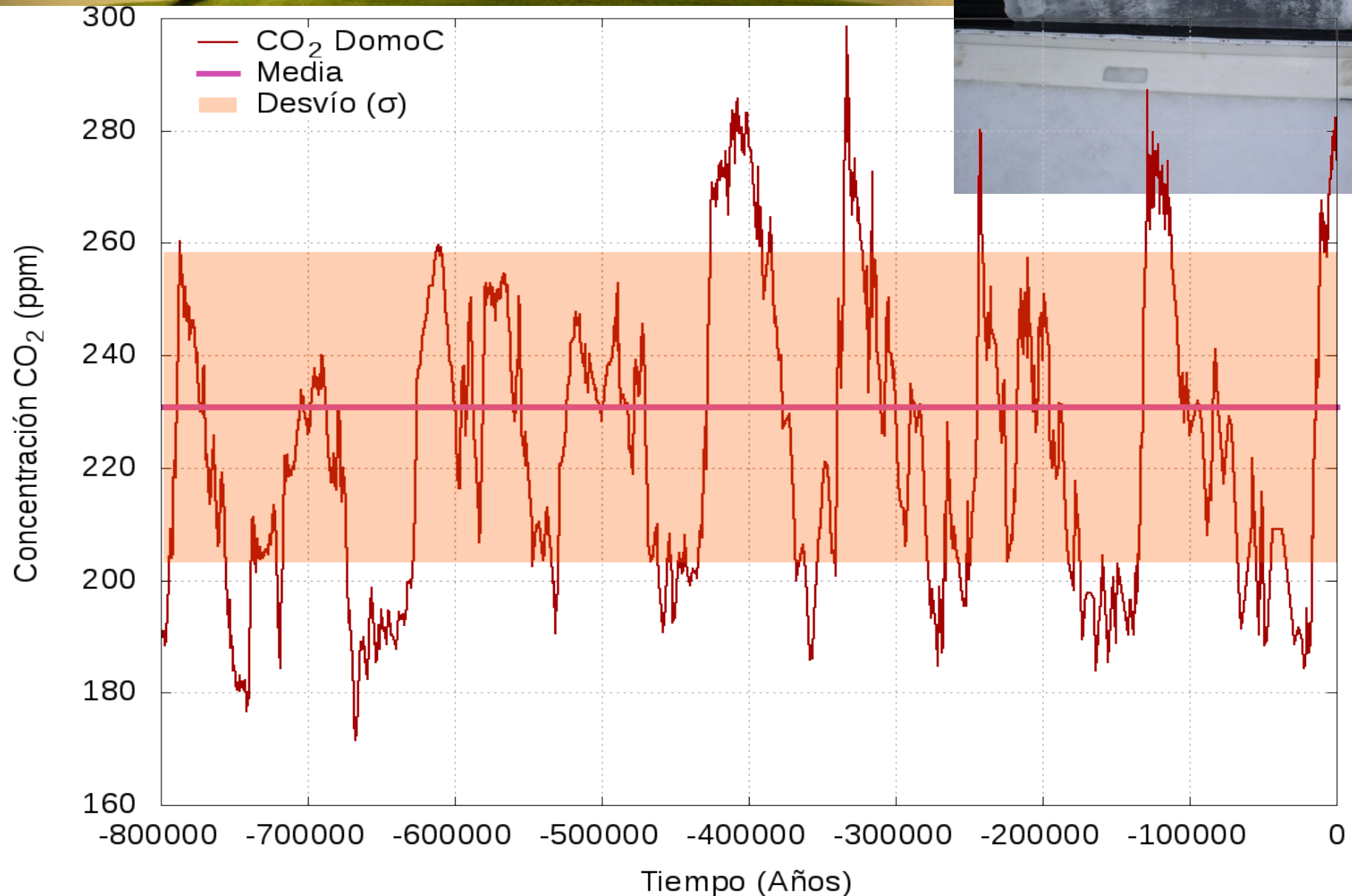
# Todo se mezcla, y el $\text{CO}_2$ se acumula

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



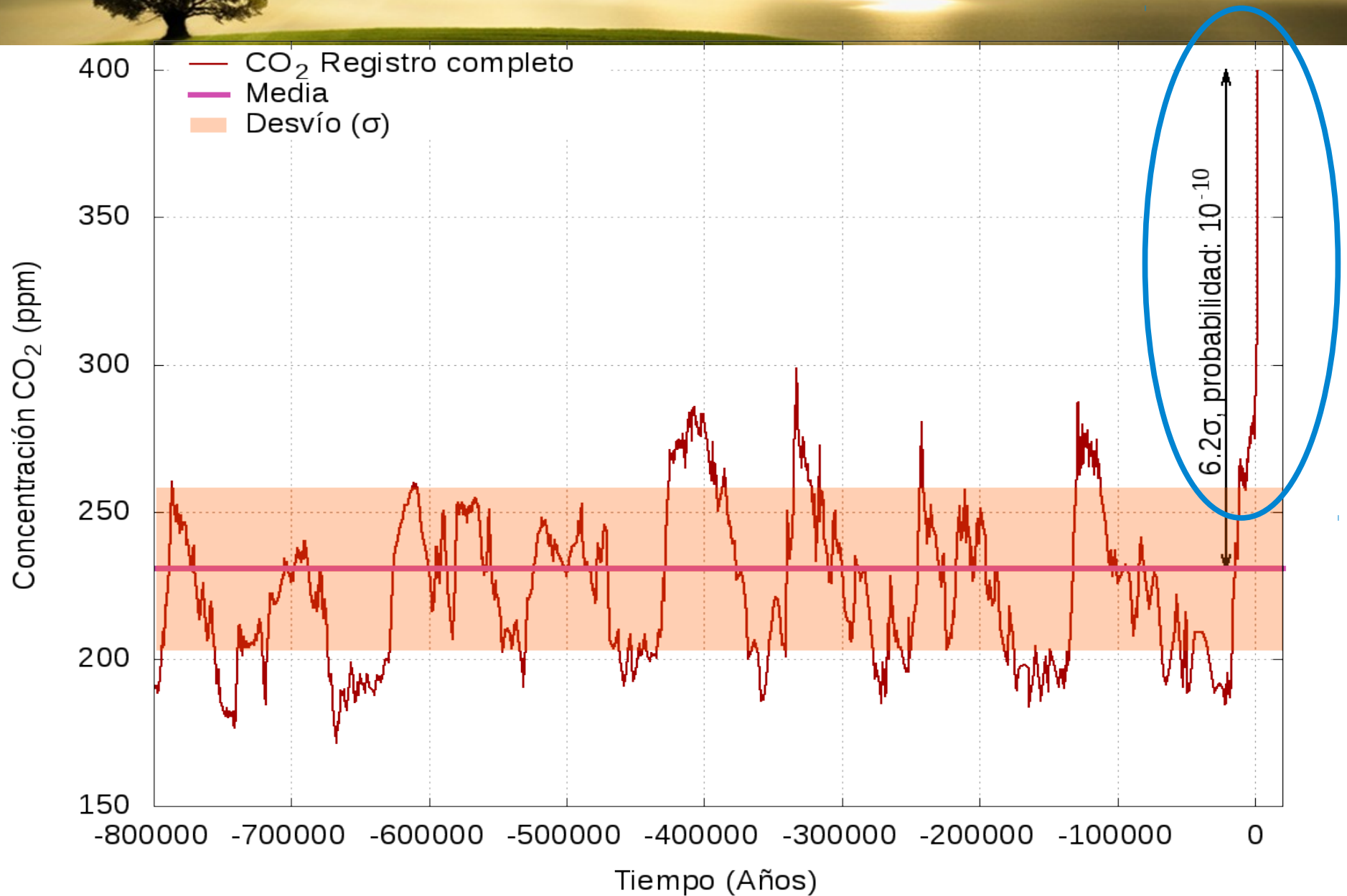
# Los ciclos de la Naturaleza

Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico – Dome C, 800000 AC al 134 AC (vía Google)

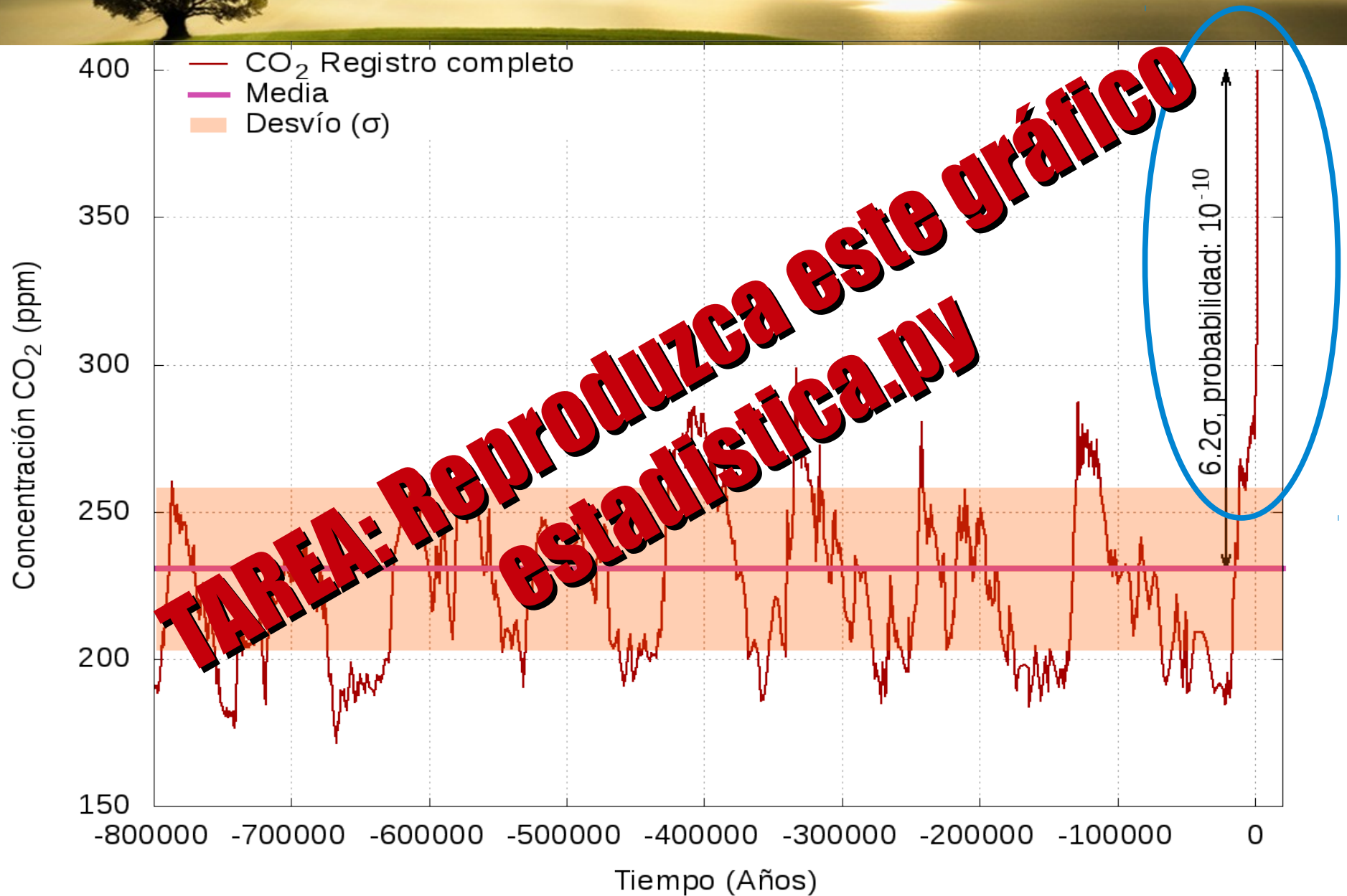




# Todo junto.... ¿¿yo no fui??

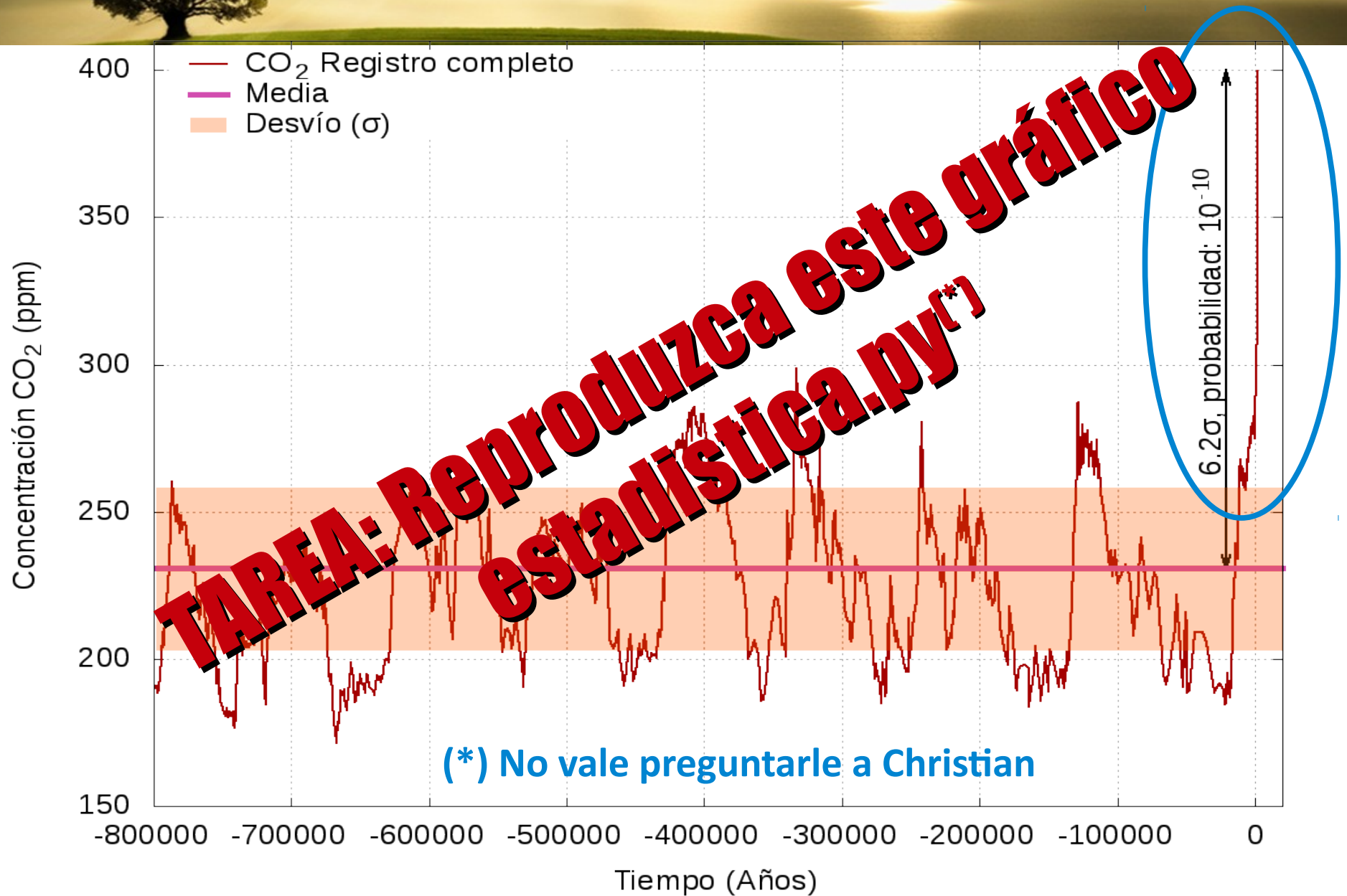


# Todo junto.... ¿¿yo no fui??



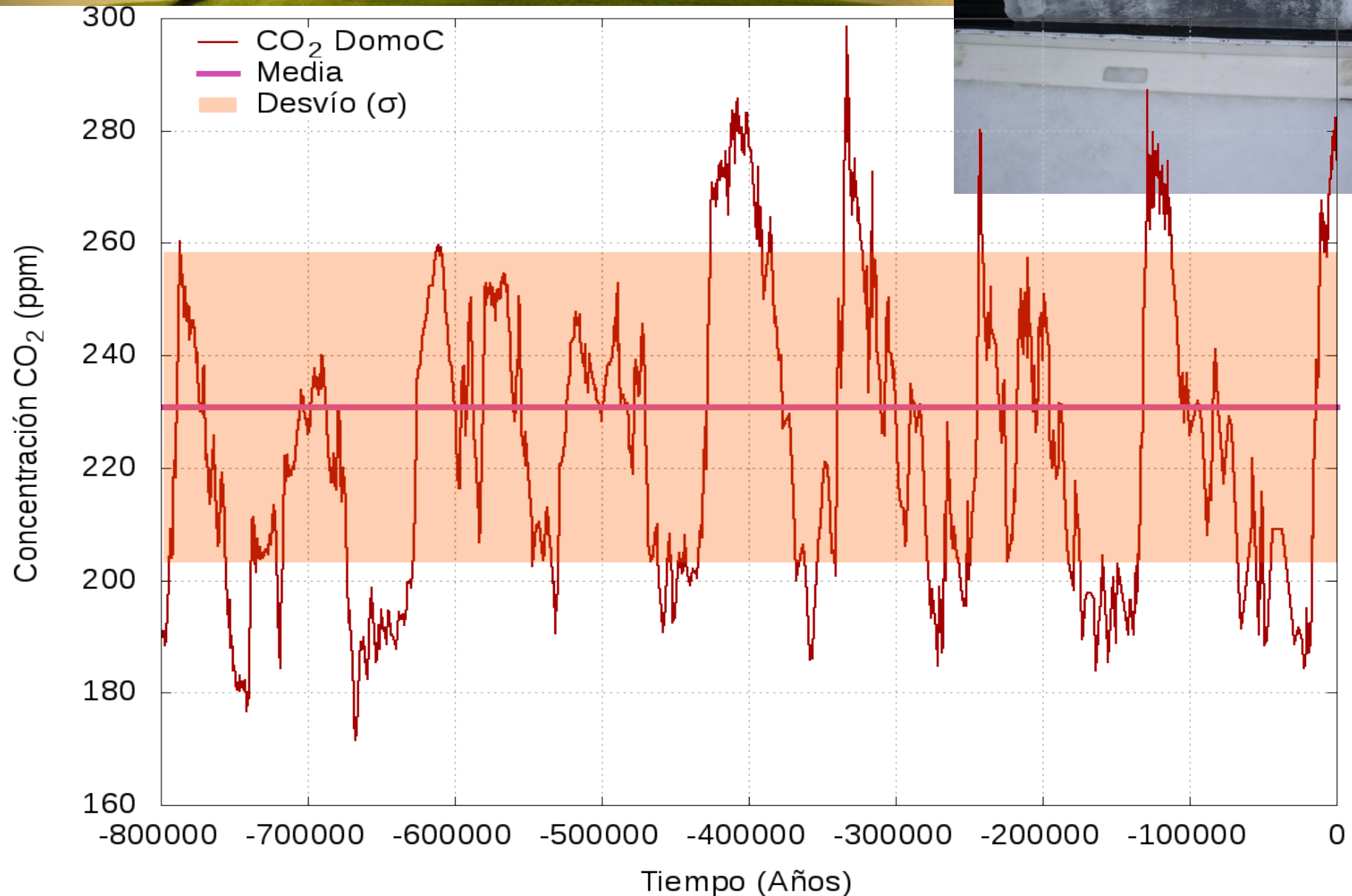


# Todo junto.... ¿¿yo no fui??



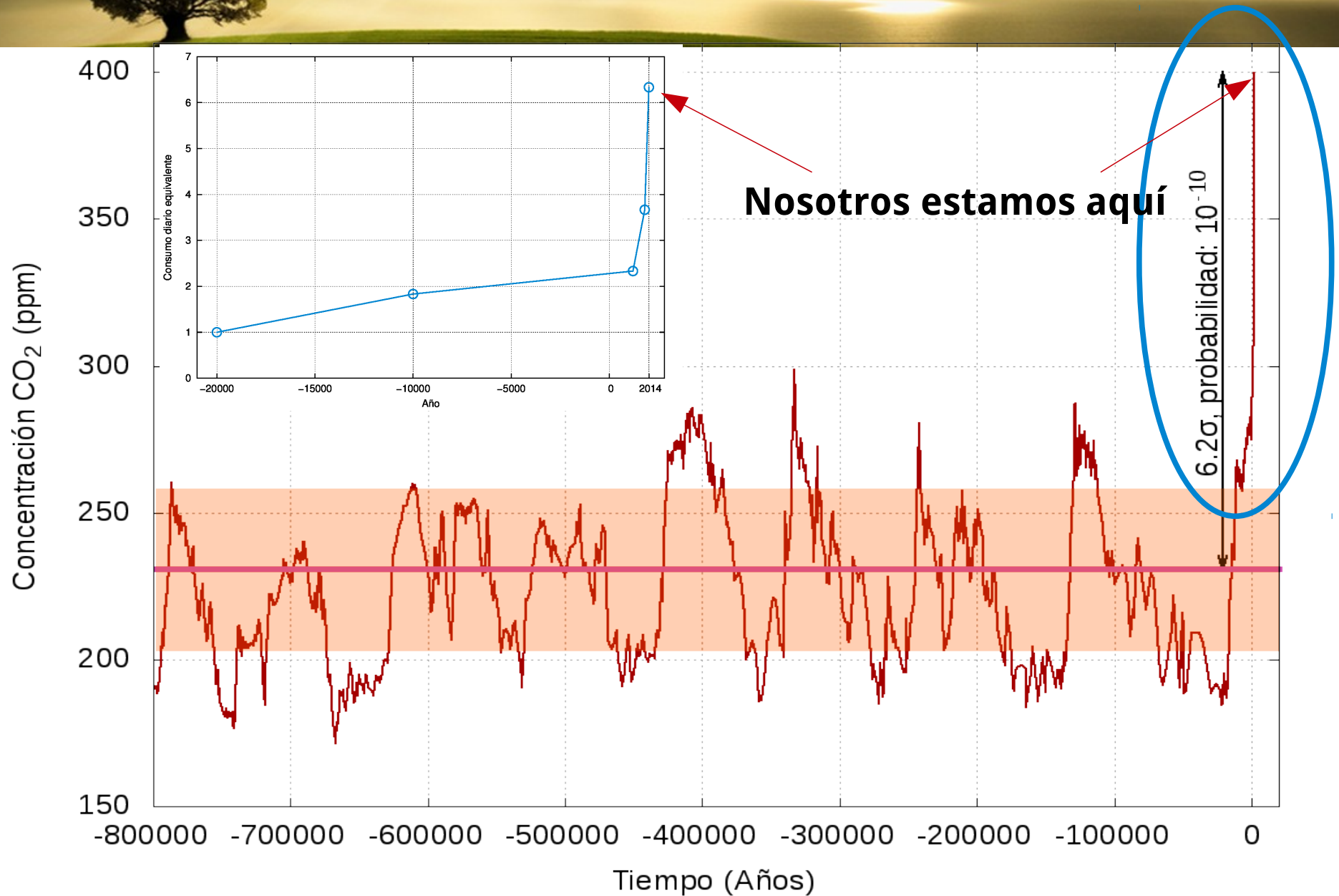
# Los ciclos de la Naturaleza

Fuente: Mediciones Testigos de Hielo Antártico – Dome C, 800000 AC al 134 AC (vía Google)

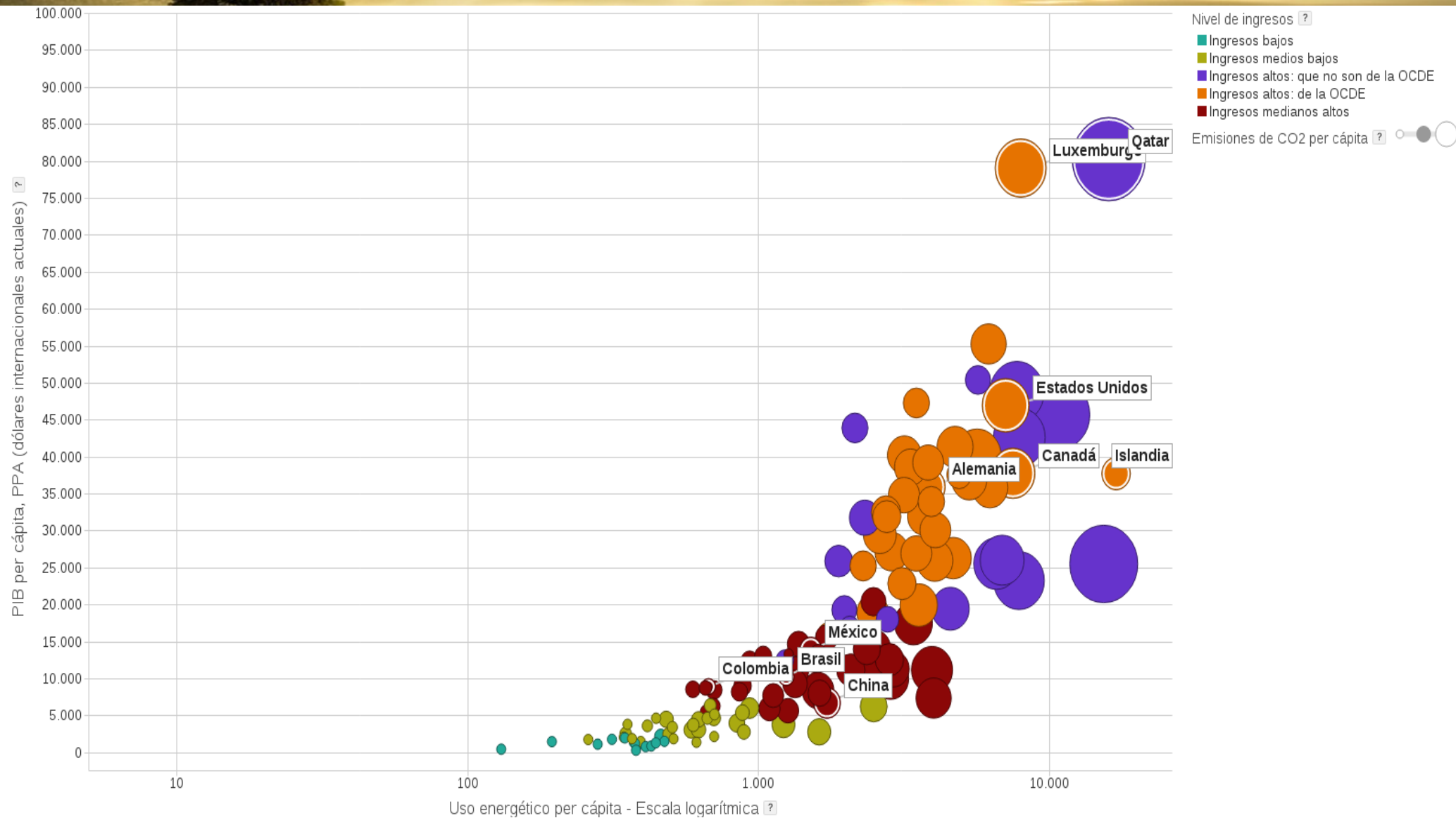




# Todo junto.... ¿¿yo no fui??

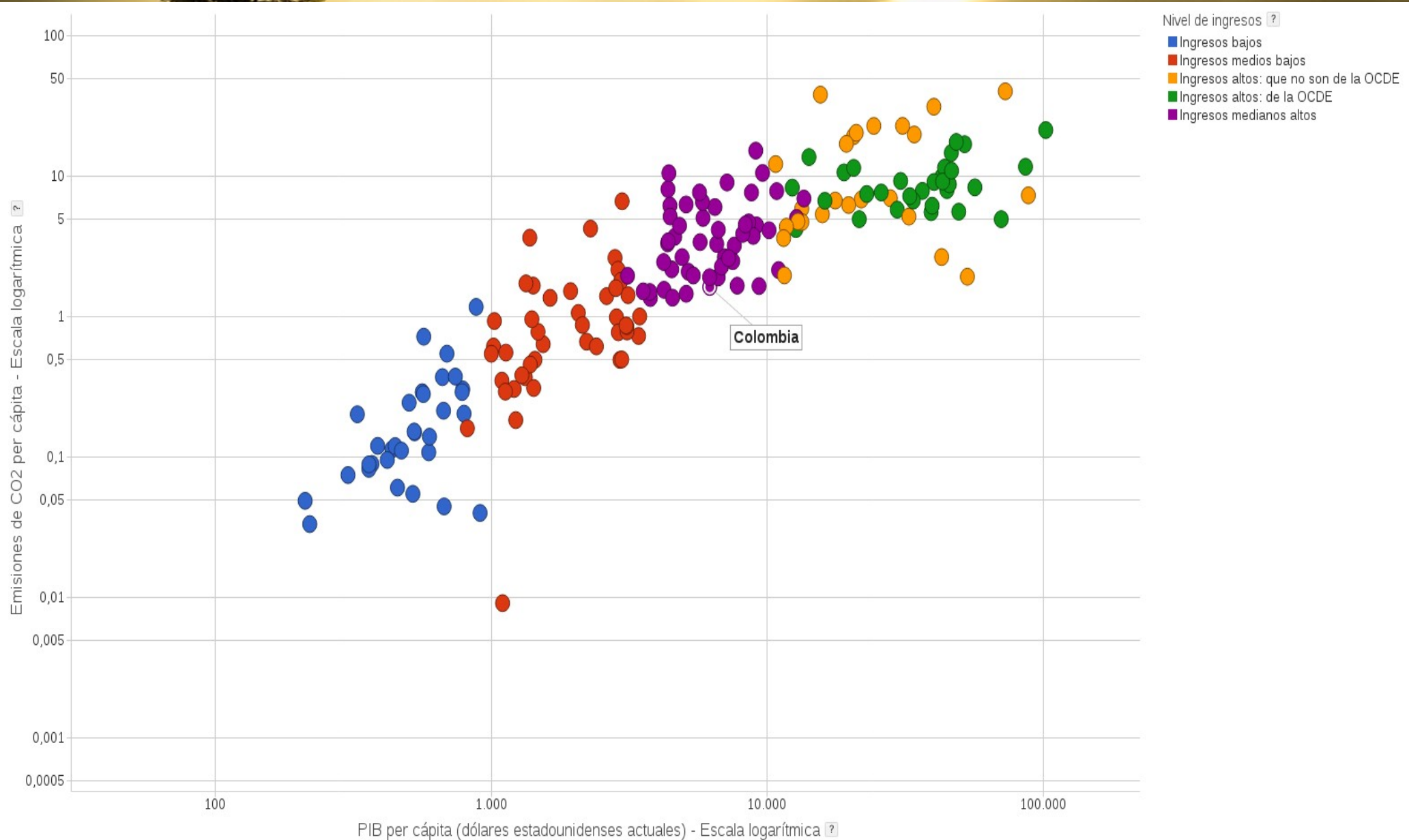


# Energía vs PIB vs CO<sub>2</sub> (per capita)

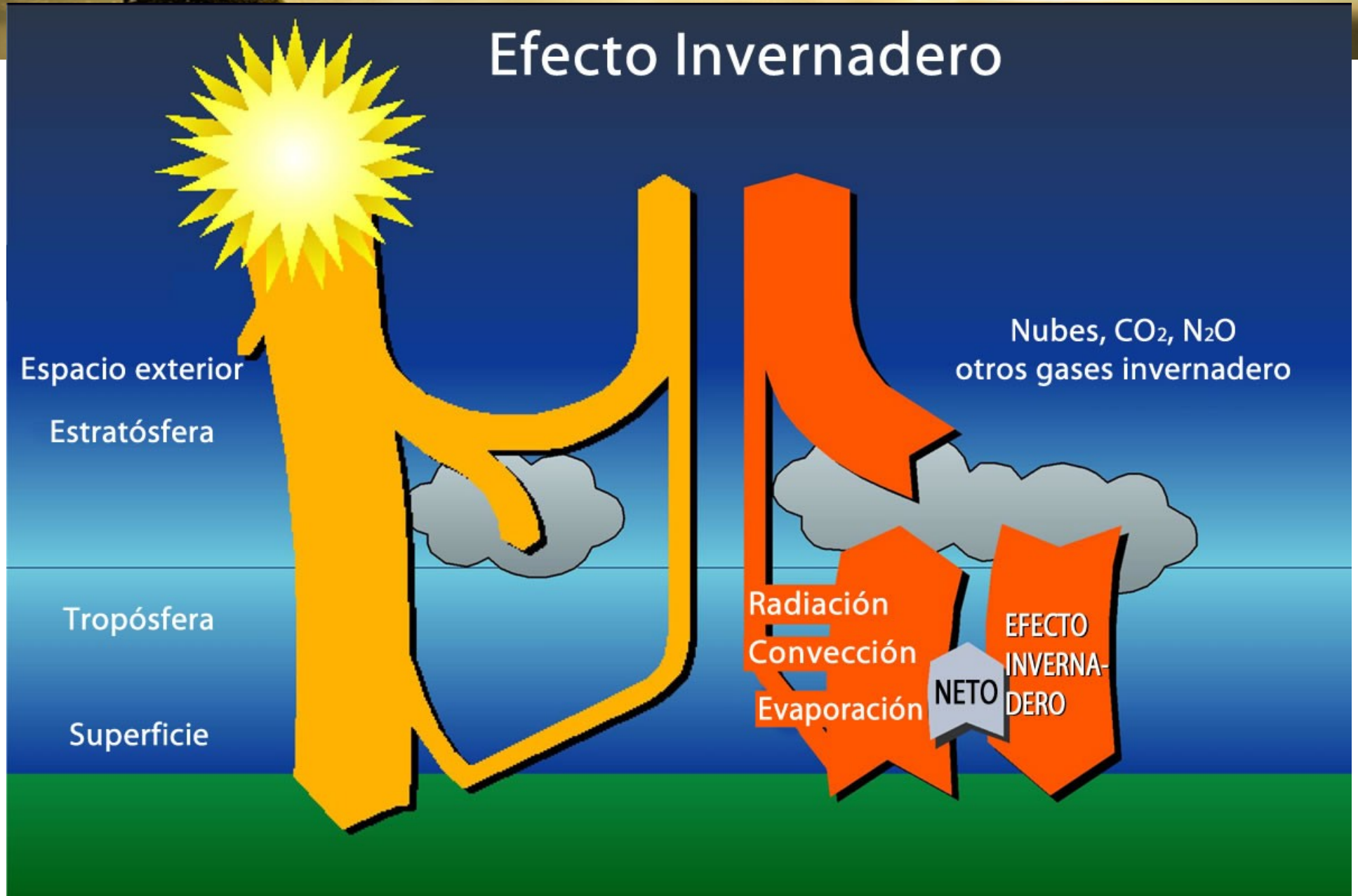




# Emisiones de CO2 vs PIB (per capita)



# Efecto invernadero

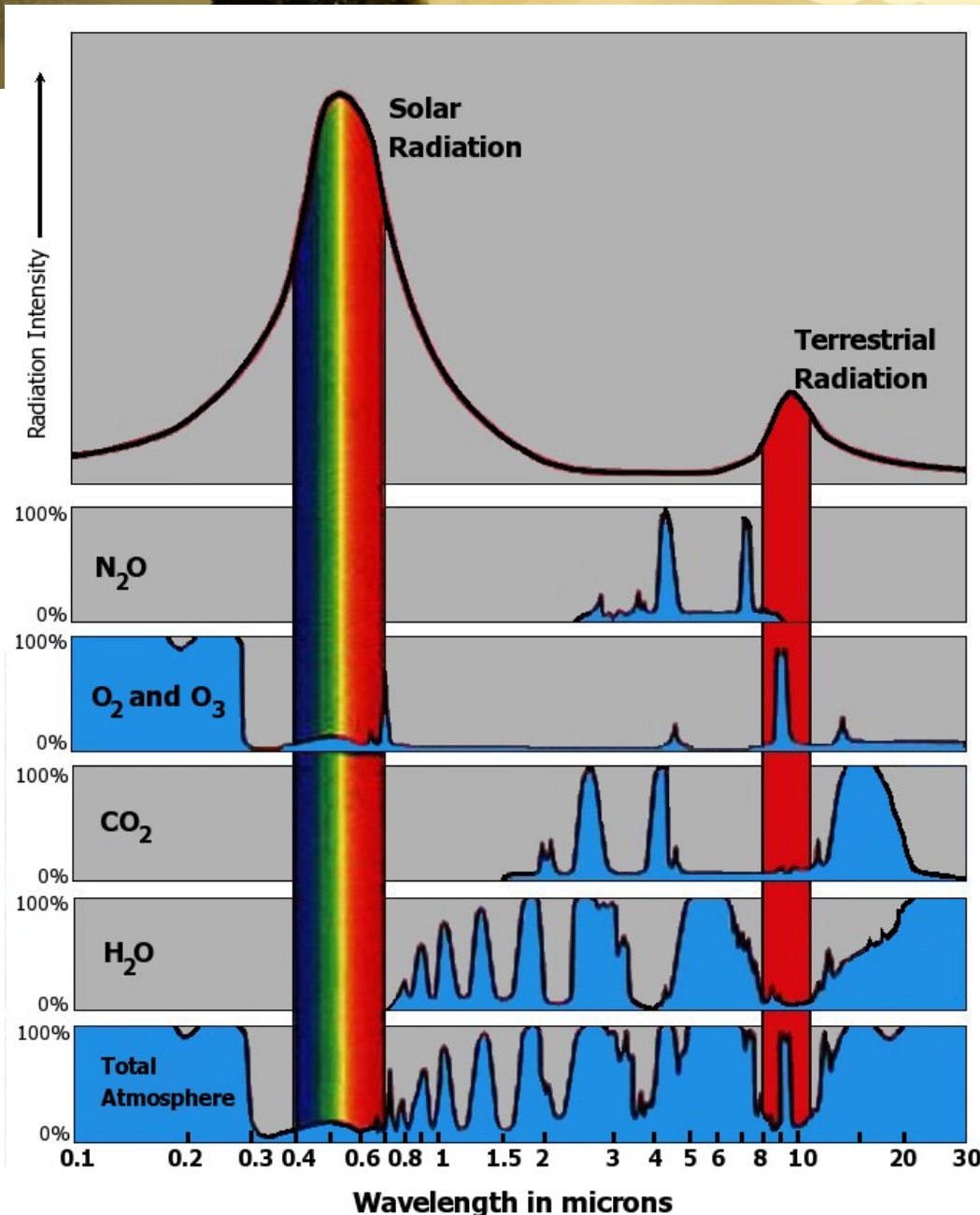




Todo tiende al equilibrio



# Gases de efecto invernadero



- Son aquellos que contribuyen a la absorción de radiación electromagnética en el aire

- Naturales:

- $O_2$ ,  $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$

- Antropológicos

- $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ ,



Todo tiende al equilibrio





Todo tiende al equilibrio



# Todo tiende al equilibrio



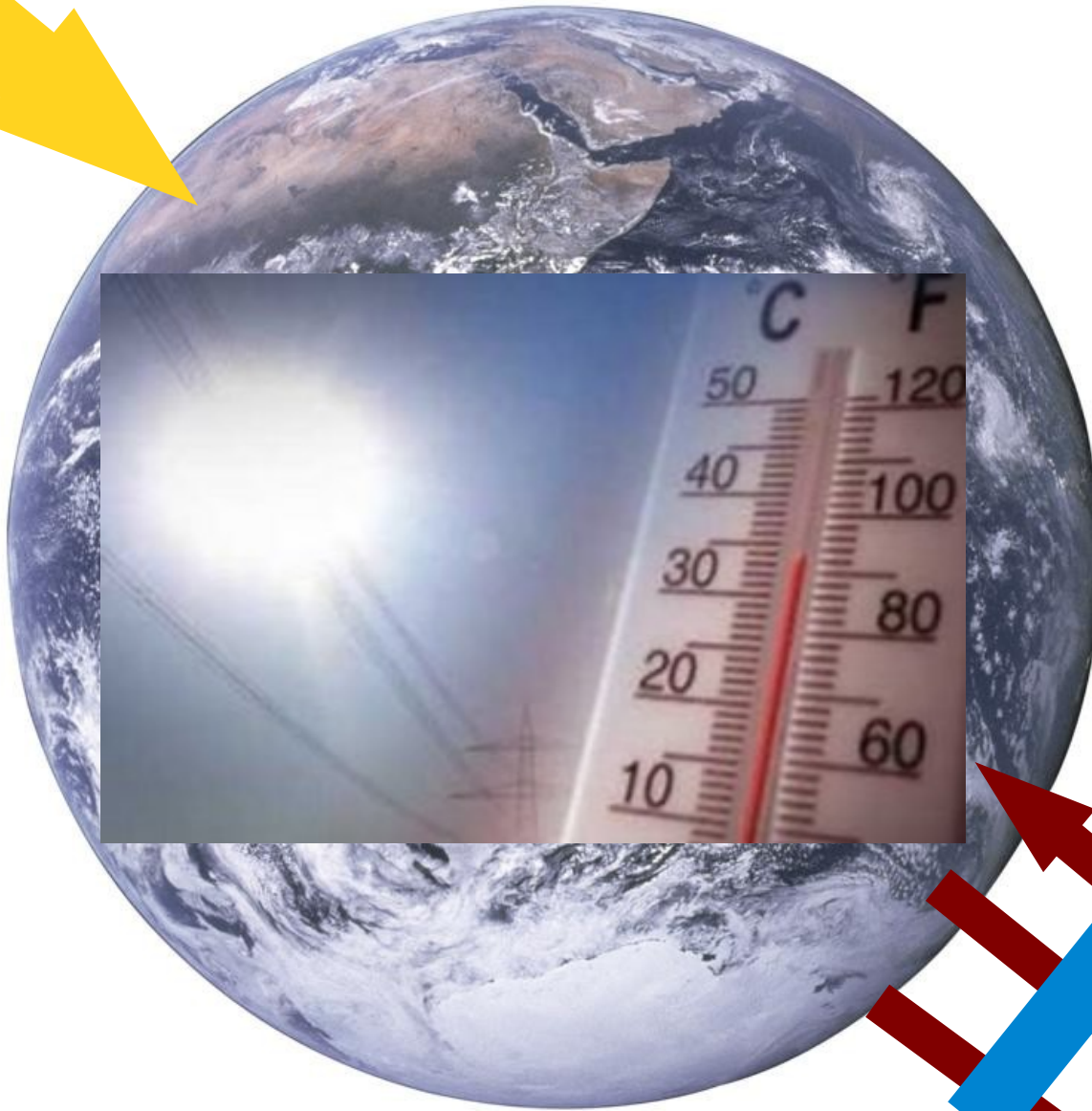


Todo tiende al equilibrio



Todo tiende al equilibrio

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







El gran riesgo...

Mayor  
temperatura



Más evaporación  
de agua

**Avalancha del  
Efecto Invernadero**



Más absorción  
en el aire



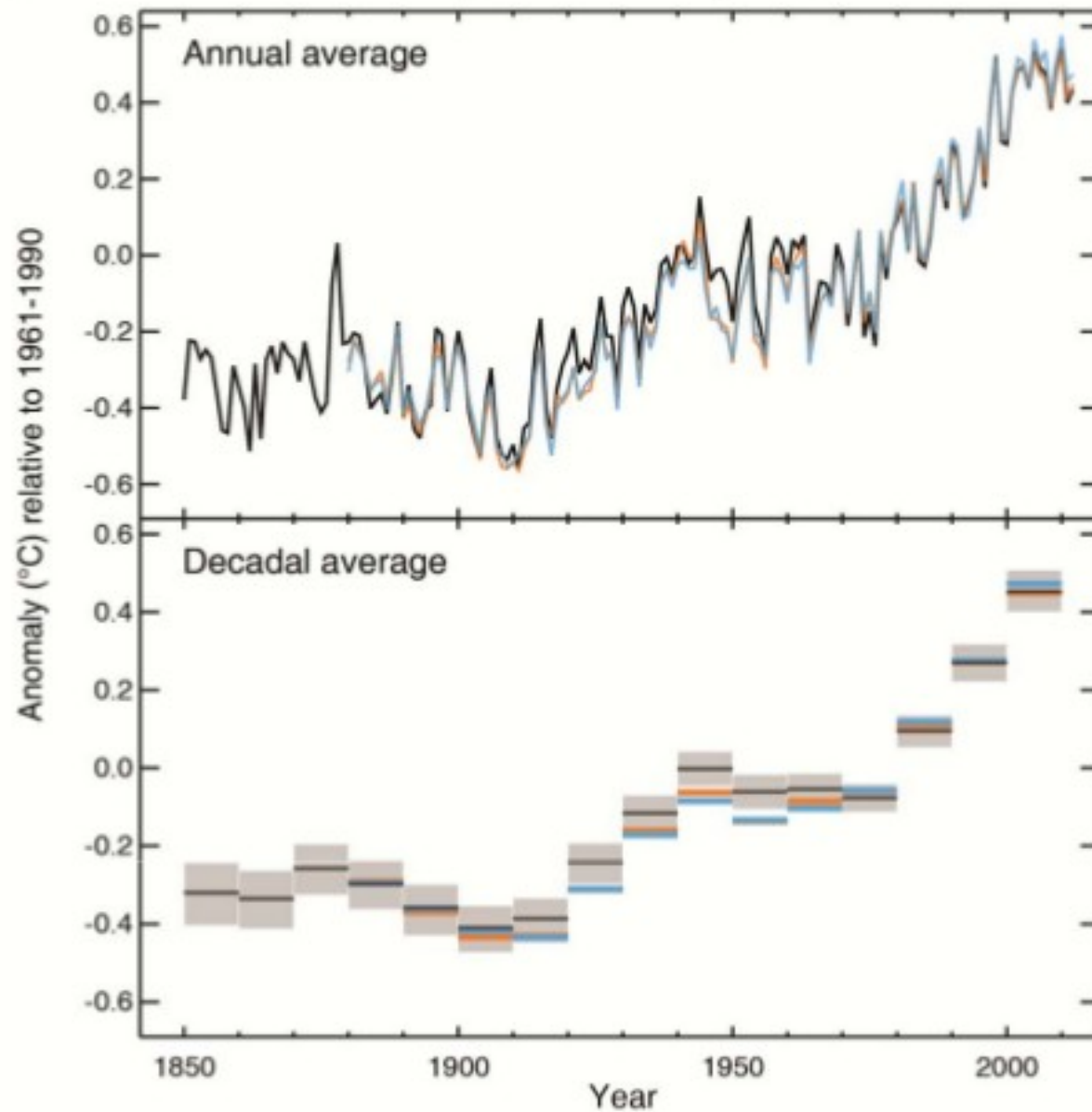
Más vapor  
de agua



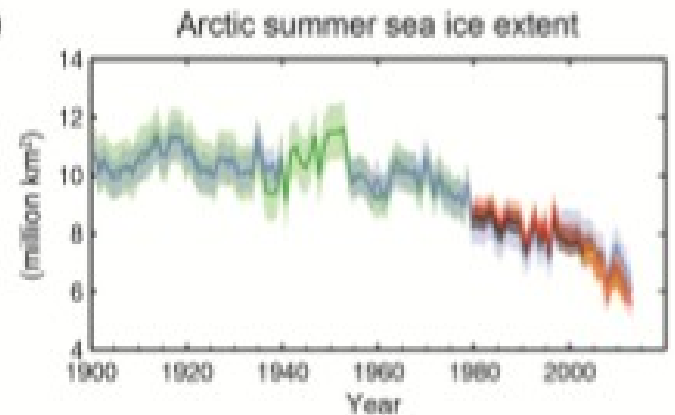
# Calentamiento Global

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012

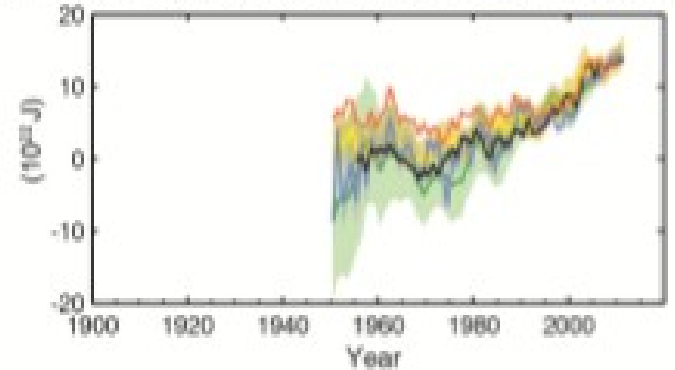
(a)



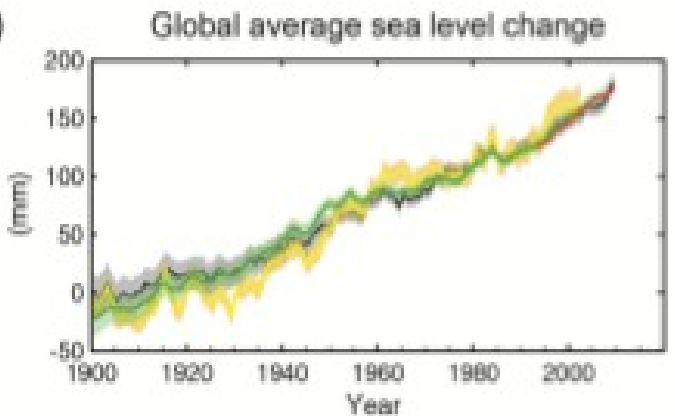
(b)



(c) Change in global average upper ocean heat content

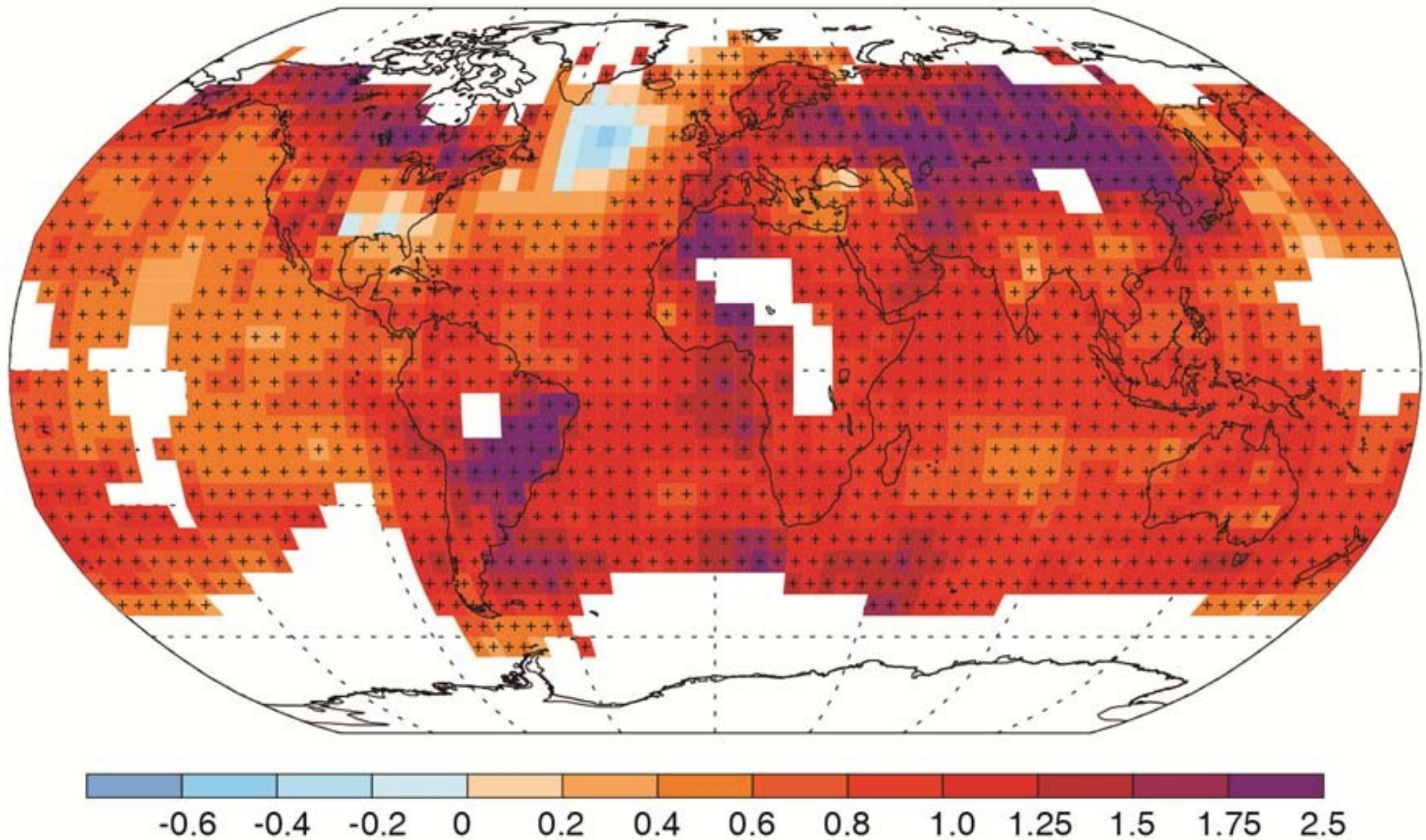


(d)





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



Tendencia (°C sobre todo el período)

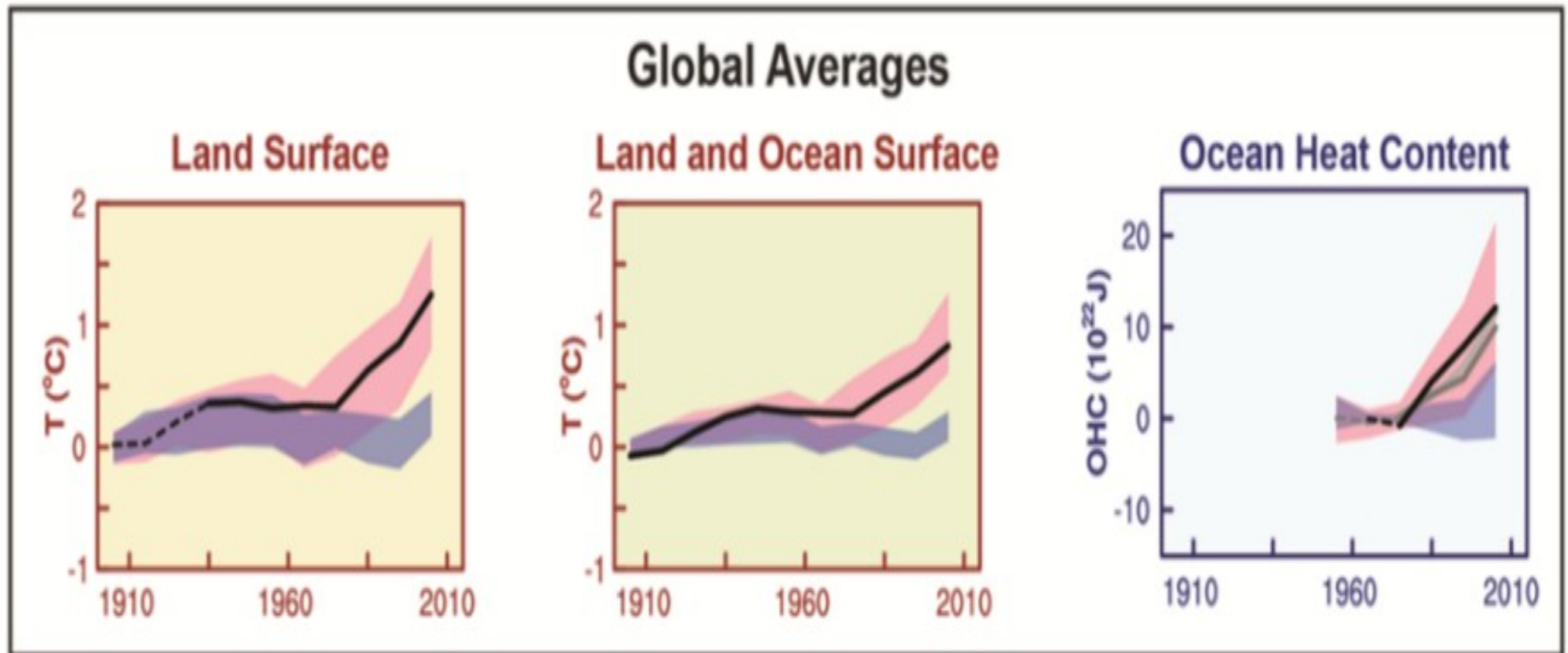
**“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde 1950s, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en tiempos de décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo se han reducido, el nivel del mar ha aumentado, y las concentraciones de gases invernadero se han incrementado.”**  
**AR5 WG1, IPCC, 2013**



Tendencia (°C sobre todo el período)



¿¿¿YO NO FUI??? ¿En serio?



— Observations

Models using only natural forcings

Models using both natural and anthropogenic forcings

¿¿¿YO NO FUI??? ¿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.**

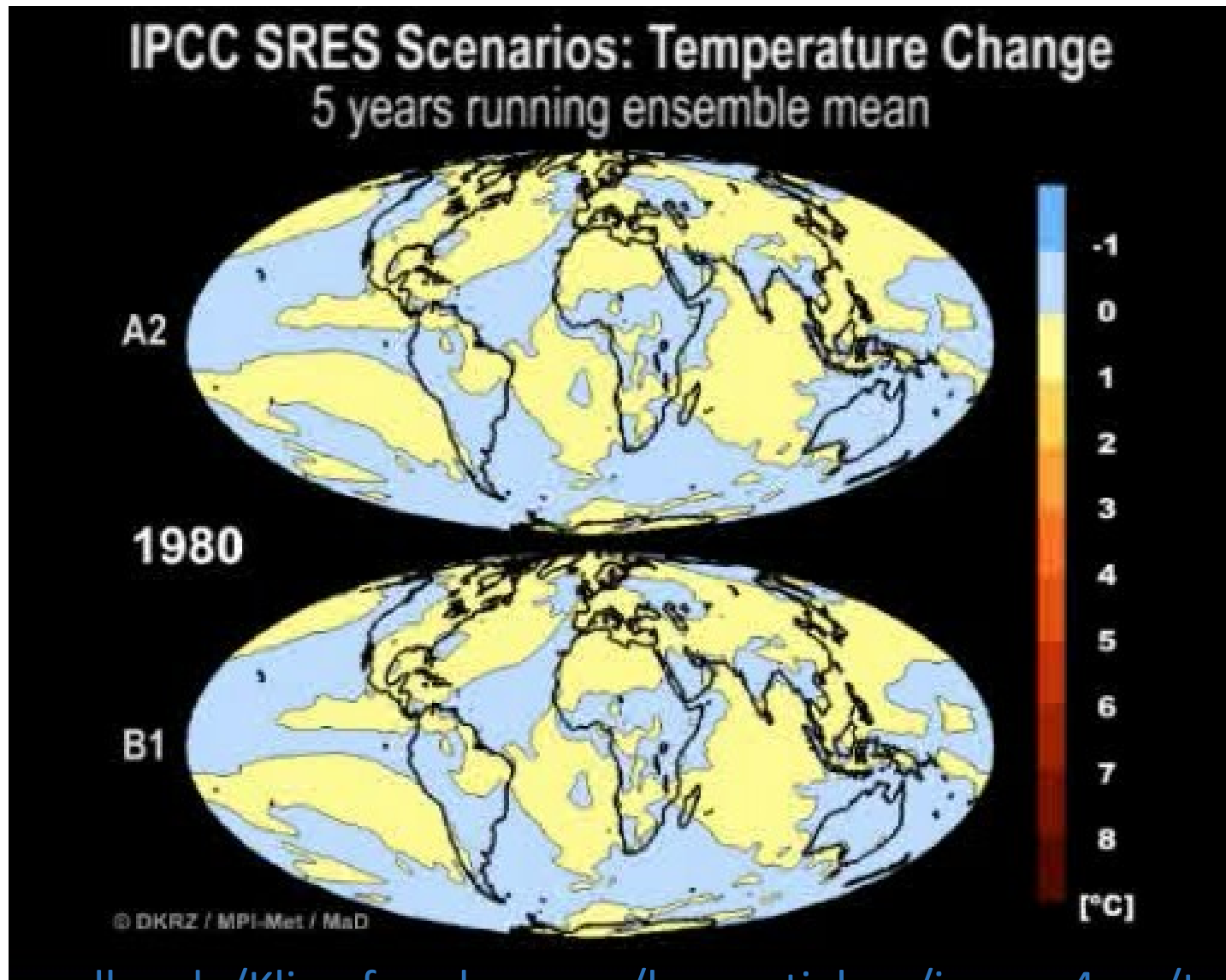
≡ Observations

■ Models using only natural forcings

■ Models using both natural and anthropogenic forcings



# Aún los modelos más optimistas predicen calentamiento global



<http://www.dkrz.de/Klimaforschung-en/konsortial-en/ipcc-ar4-en/temperatur>

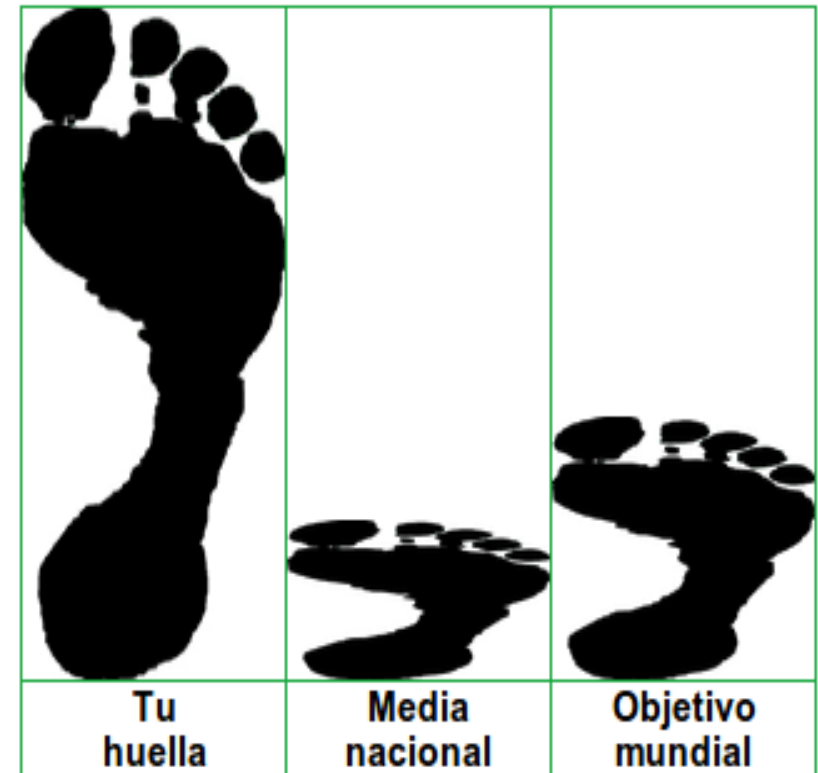
# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 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	0.27 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO <sub>2</sub>

**Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>**

**0.3 Toneladas por año  
en la respiración**



e tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que desees compensar y haz clic en el botón Compensar ahora

**Total a compensar = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>** **Compensar ahora**

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas



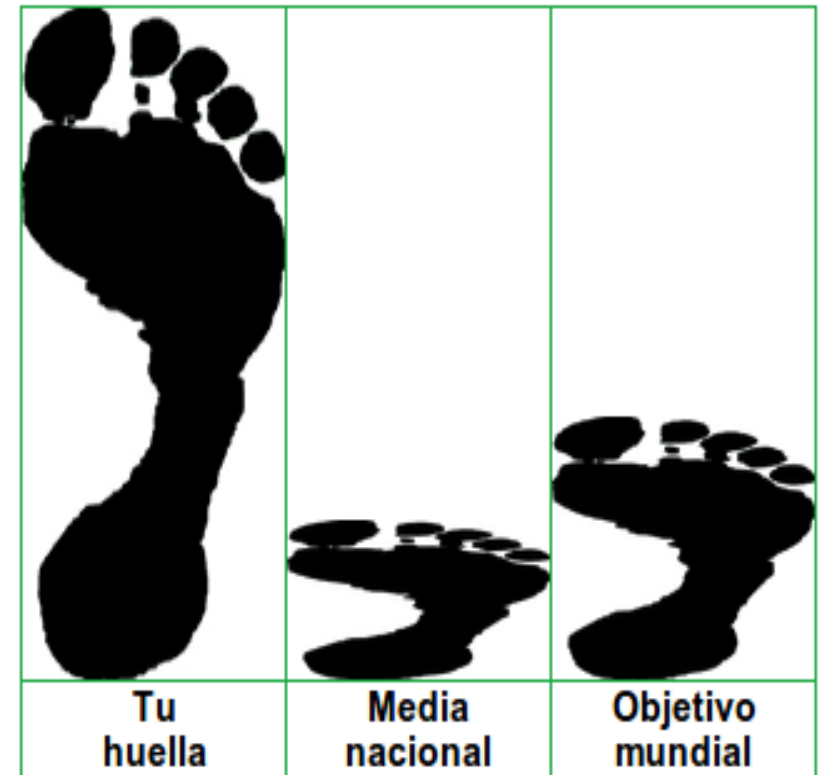
# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 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	0.27 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO <sub>2</sub>

**Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>**

**0.3 Toneladas por año  
en la respiración**



e tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que desees compensar y haz clic en el botón Compensar ahora

**Total a compensar = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>** **Compensar ahora**

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 toneladas
- El objetivo mundial para combatir el cambio climático es de unas 2 toneladas

# Analice su huella de carbono y actúe en consecuencia

<http://www.carbonfootprint.com/>

<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	0.33 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelos	2.17 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Coche	0.00 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	0.27 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Otros combustibles	0.00 toneladas de CO <sub>2</sub>
<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria	2.31 toneladas de CO <sub>2</sub>

**Total = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>**

**0.3 Toneladas por año  
en la respiración**

Necesitamos casi tres  
“mundos” para soportar  
nuestro actual consumo  
de energía  
**sólo tenemos  
uno**



e tu huella de carbono, o toda ella, marca las secciones de la lista anterior que desees compensar y haz clic en el botón Compensar ahora

**Total a compensar = 5.08 toneladas de CO<sub>2</sub>** **Compensar ahora**

- Tu huella es de 5.08 toneladas al año
- La huella media por persona en Colombia es de 1.21 toneladas
- La media de los países industrializados es de unas 11 toneladas
- La huella de carbono media mundial es de unas 4 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





# Estamos a tiempo

Recicla



Reusa

Reduce



# Estamos a tiempo Reflexiona

Reforesta

Recicla



Reusa

Reduce



Estamos a tiempo  
**Reflexiona**

**Reforesta**

**Recicla**

**Responsabilízate**

**Reusa**

**Reduce**

**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



▶ VER VÍDEO



February 2001



June 2007



October 2007

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