



semana 2: cambio climático en el contexto del cambio global

eh1d3 - calentamiento global:
un análisis científico-humanista

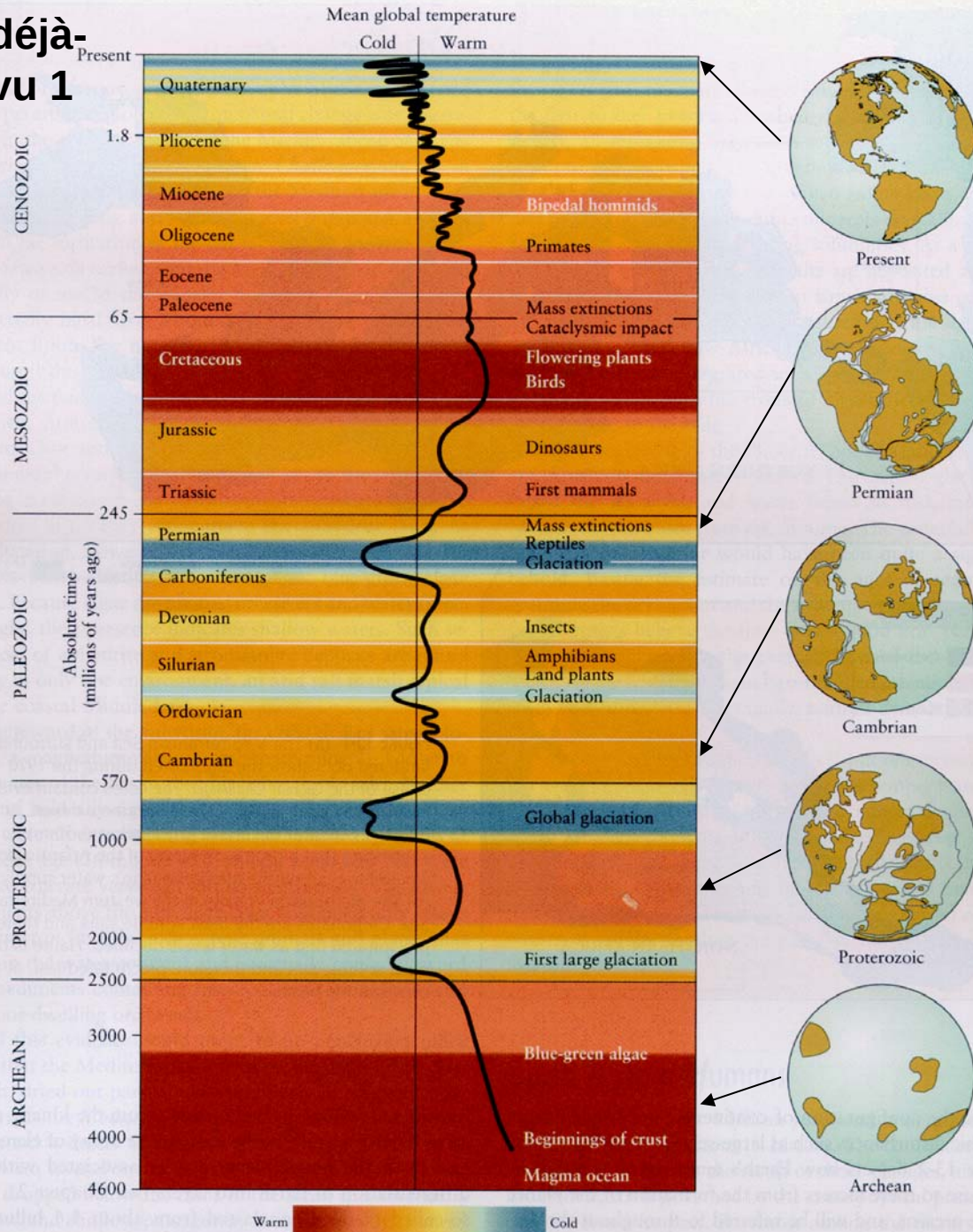
Martín Jacques Coper
martin@dgf.uchile.cl

contenidos

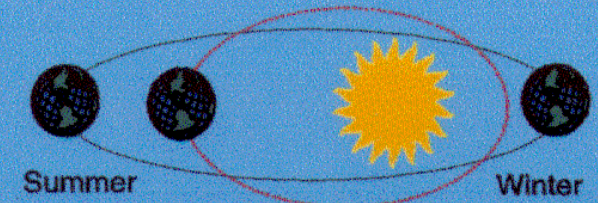
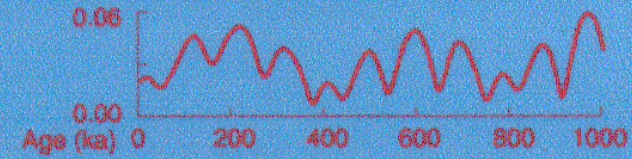


- cc y desarrollo de sociedades en el pasado
 - *anazasis, mayas, tiwanakotas, vikingos...*
- nuestra era: el antropoceno
 - la sociedad actual y sus necesidades
 - ejemplos: alimentación y energía
 - agricultura, ganadería
 - quema de biomasa
 - la electricidad en Chile
- el cambio global

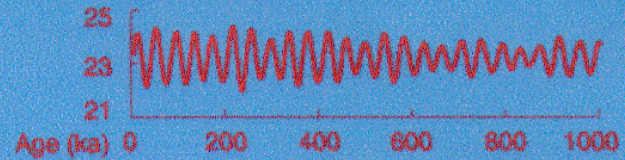
déjà-
vu 1



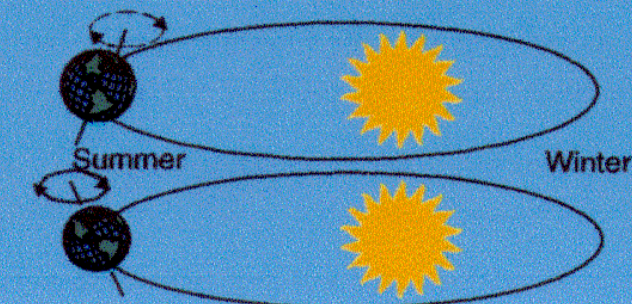
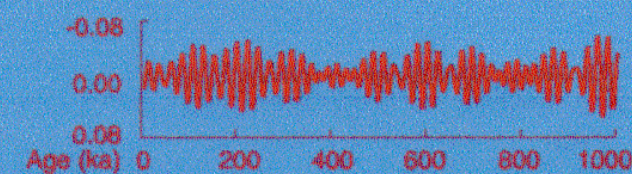
A Eccentricity: 400 ka and 100 ka



B Obliquity: 41 kyr



C Axial precession: 23 kyr



el ser humano ha estado
aquí...



The recent human influence on the carbon cycle

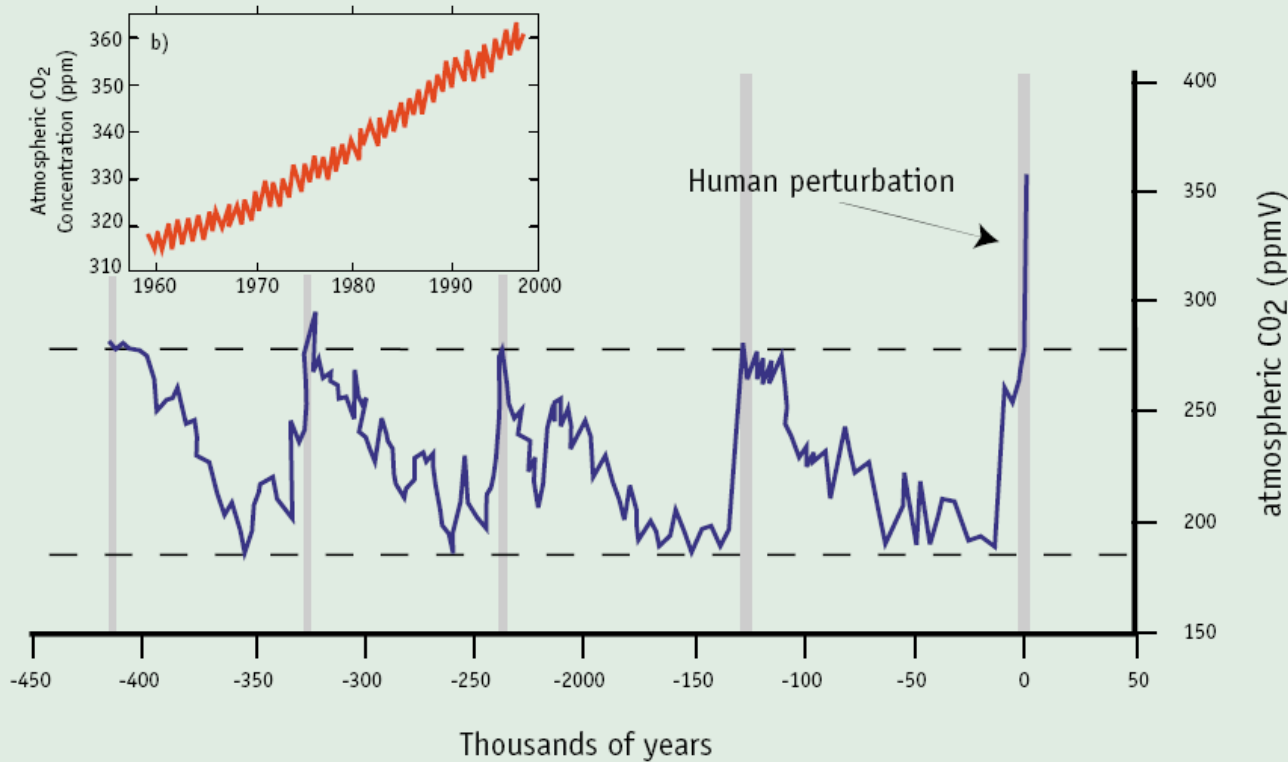


Figure 2 Atmospheric CO₂ concentration from the Vostok ice core record with the recent human perturbation superimposed. The inset shows the observed contemporary increase in atmospheric CO₂ concentration from the Mauna Loa (Hawaii) Observatory.

Sources: Petit et al. (1999) *Nature* 399, 429-436 and National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), USA

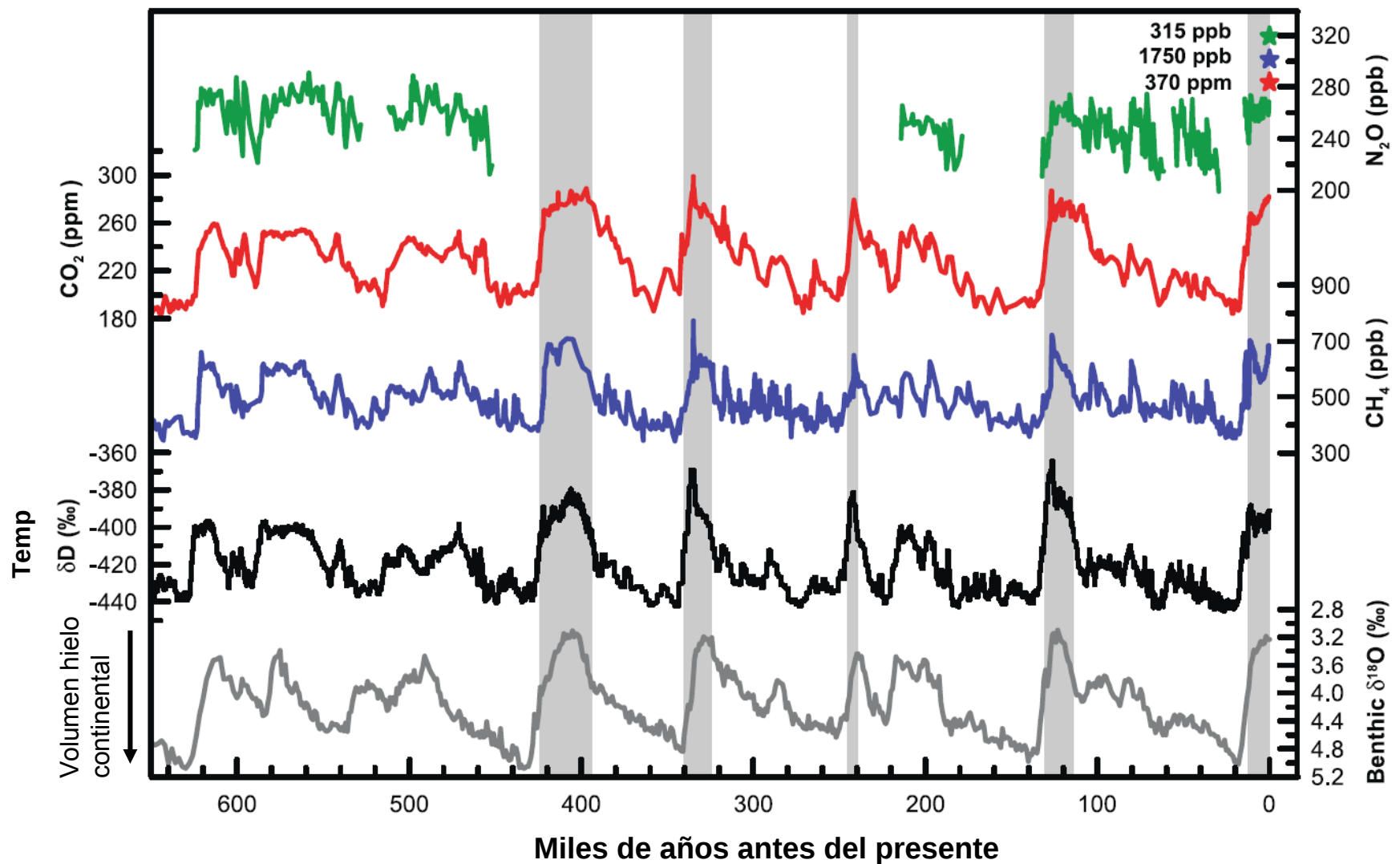
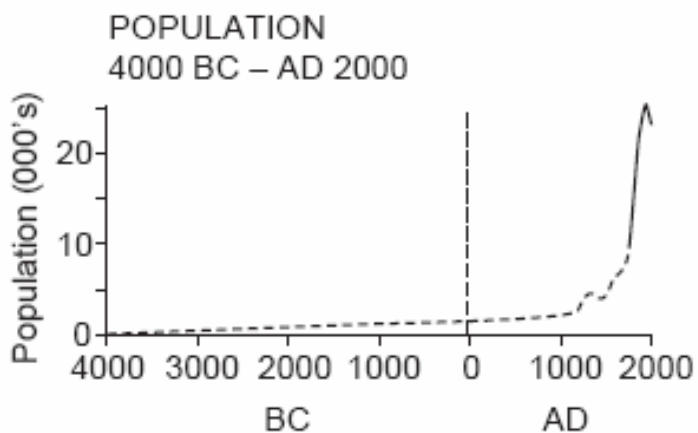
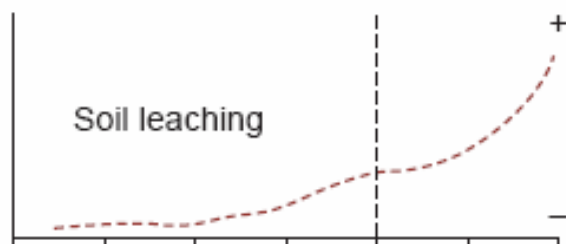
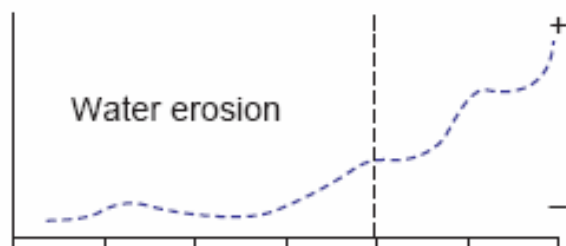


Figure 6.3. Variations of deuterium (δD ; black), a proxy for local temperature, and the atmospheric concentrations of the greenhouse gases CO₂ (red), CH₄ (blue), and nitrous oxide (N₂O; green) derived from air trapped within ice cores from Antarctica and from recent atmospheric measurements (Petit et al., 1999; Indermühle et al., 2000; EPICA community members, 2004; Spahni et al., 2005; Siegenthaler et al., 2005a,b). The shading indicates the last interglacial warm periods. Interglacial periods also existed prior to 450 ka, but these were apparently colder than the typical interglacials of the latest Quaternary. The length of the current interglacial is not unusual in the context of the last 650 kyr. The stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ marine records (dark grey), a proxy for global ice volume fluctuations (Lisiecki and Raymo, 2005), is displayed for comparison with the ice core data. Downward trends in the benthic $\delta^{18}O$ curve reflect increasing ice volumes on land. Note that the shaded vertical bars are based on the ice core age model (EPICA community members, 2004), and that the marine record is plotted on its original time scale based on tuning to the orbital parameters (Lisiecki and Raymo, 2005). The stars and labels indicate atmospheric concentrations at year 2000.

HUMAN INDUCED CHANGES

SOILS



BIOTA

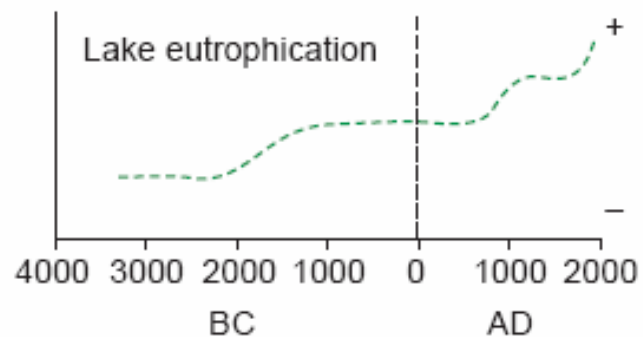
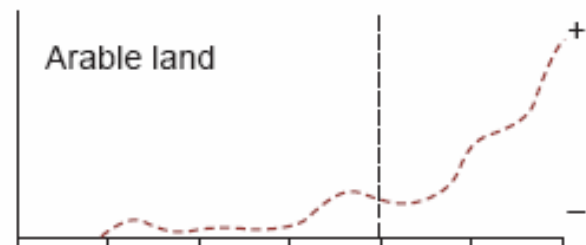
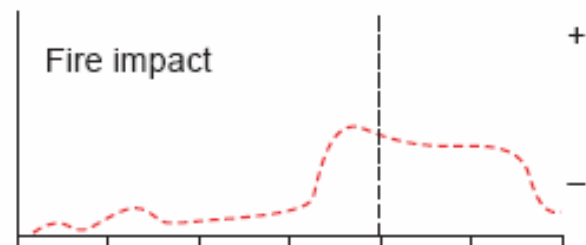
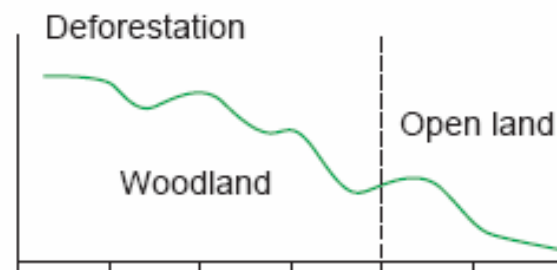
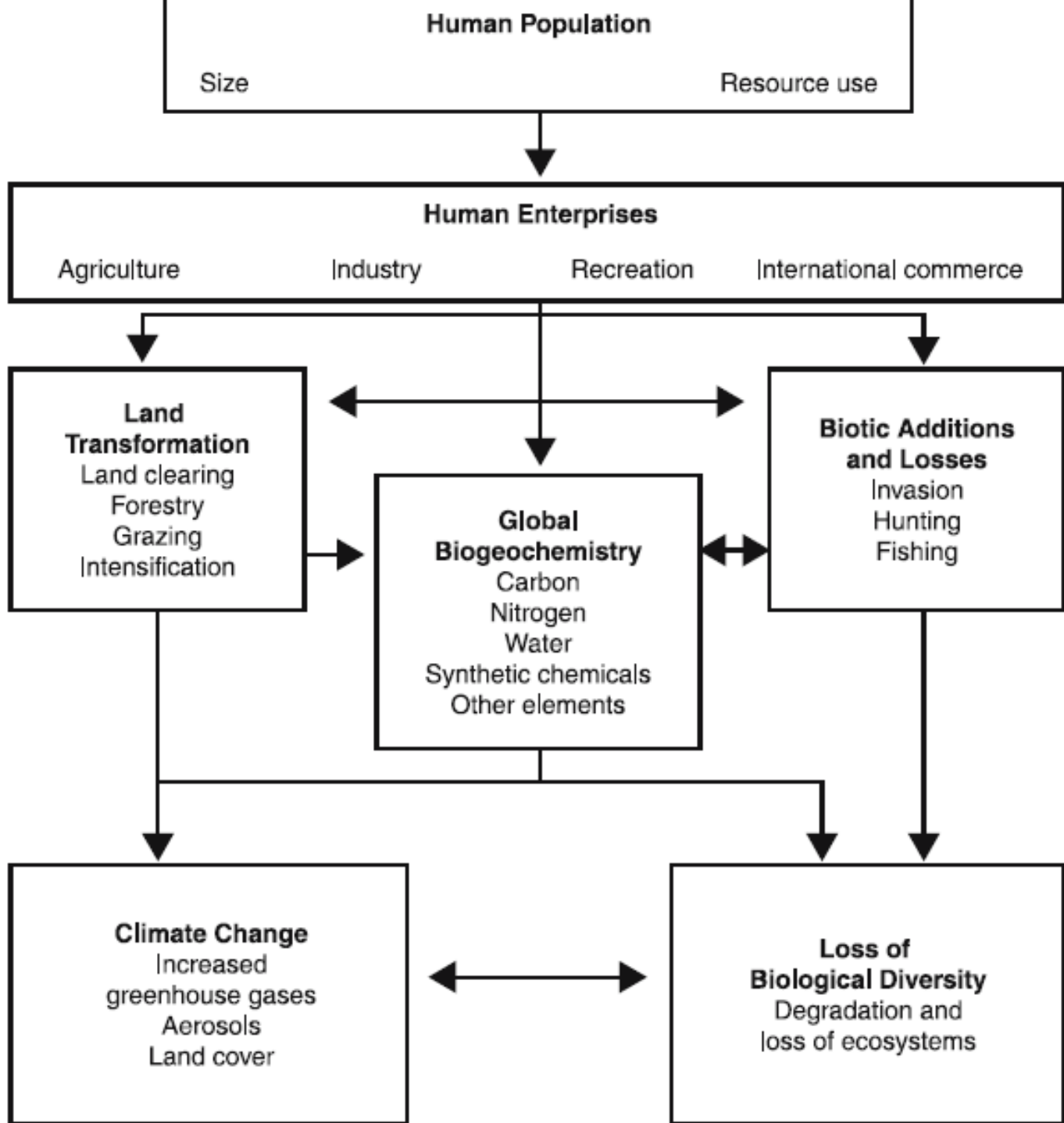


Fig. 3.4.
The scope, degree and interactive nature of human alteration of the Earth System (adapted from Vitousek et al. 1997a)



el ser humano como agente de alteración del entorno

- actualmente, el planeta está dominado por las actividades humanas
- éstas pueden ser un forzante importante en ciclos biogeoquímicos
- los efectos en el sistema Tierra son múltiples, complejos e interrelacionados
- escala espacial: hasta alcance global
- escala temporal: de *crecimiento exponencial*
- e.g.: alteración de ciclos naturales, cambio de variables climáticas, modificación de la biósfera
- ¿y qué sucedió en el pasado?





Anasazi-houses

Anasazis: (600-1140 DC)

Daño Ambiente: deforestación → erosión

Cambio Clima: sequías periódicas en 1040, 1090 y 1117 DC



The Anasazi & Their Neighbors

The Anasazi occupied the Four Corners area. Three main groups are often distinguished: Kayenta centered in AZ, Chaco centered in NM, and Mesa Verde centered in CO.



Cultura Maya: (250 a 909 DC)

Deforestación

Sequías en:

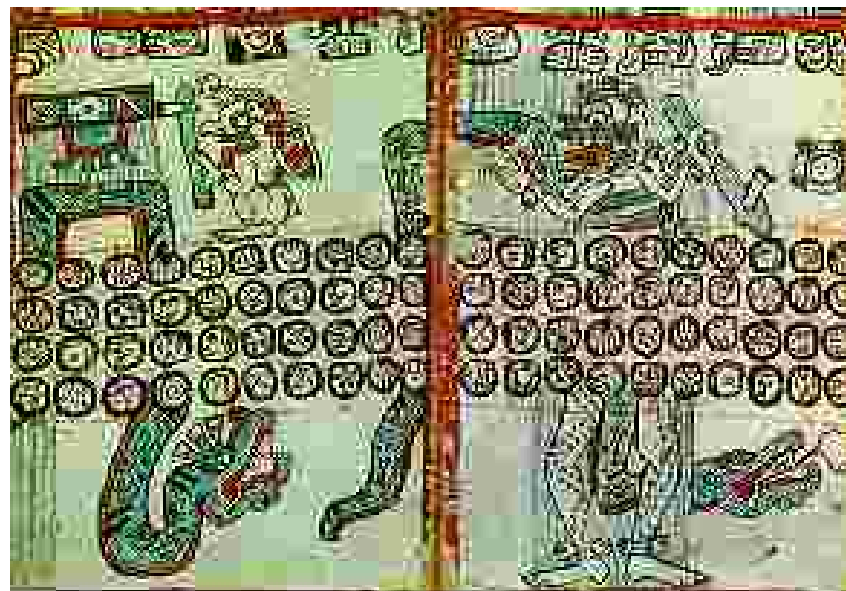
475-250 AC

125-250 DC

600 DC

760/800 DC

...





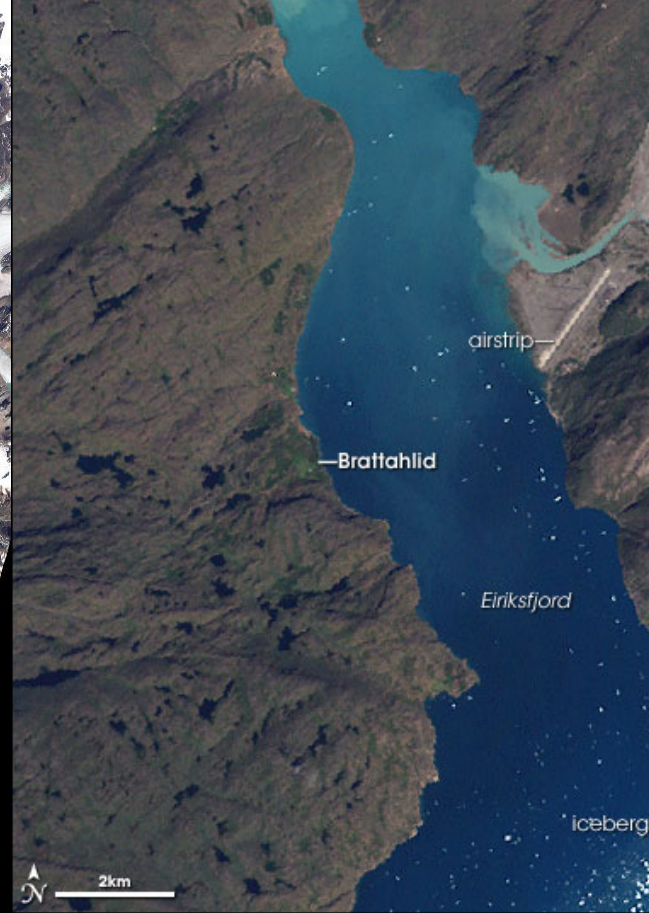
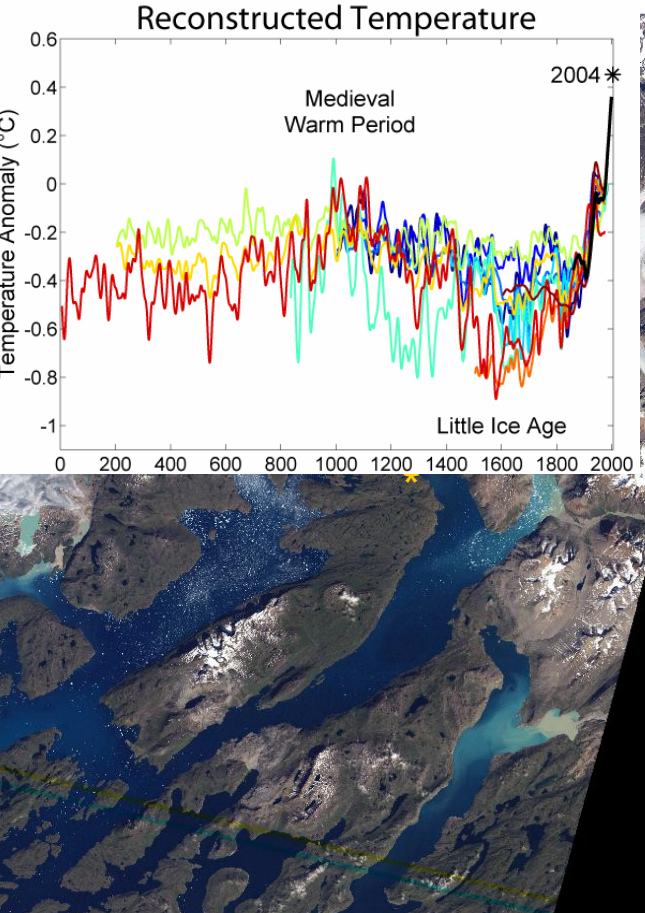
Ruinas de Tiwanaku
(100 a 1100 DC)

70 km al SE de La Paz
4000 m de altura

Sequías
Sobrepoblación



Puerta del Sol



Escandinavos en Groenlandia: 924-1440 DC

Daño Ambiente: deforestación en clima precario → erosión

Cambio Clima: Little Ice Age 1300-1400

Vecinos Hostiles: Esquimales

Vecinos Amigables: Hielo cortó comunicación con Noruega

Reacción Cultural: conservadores y con elite aislada

Población: de 4000 a 0



	Anazasi	Mayas	Tiwanaku	Vikingos en Groenlandia		Actual
Daño ambiental	✓	✓	X	✓		? ✓
Sobrepoblación	✓	✓	✓	✓		? ✓
Cambio clima	✓	✓	✓	✓		? ✓
Indiferencia	✓	✓	?	✓		...?
	600-1140	250-909	100-1100	924-1440		2000-????

Hoy día:

Mundo globalizado y con tecnología (resuelve todo?)

Globalización (un colapso local = problema global, inmigración, terrorismo, epidemias), pero tenemos información que nos permite optar ...



el antropoceno

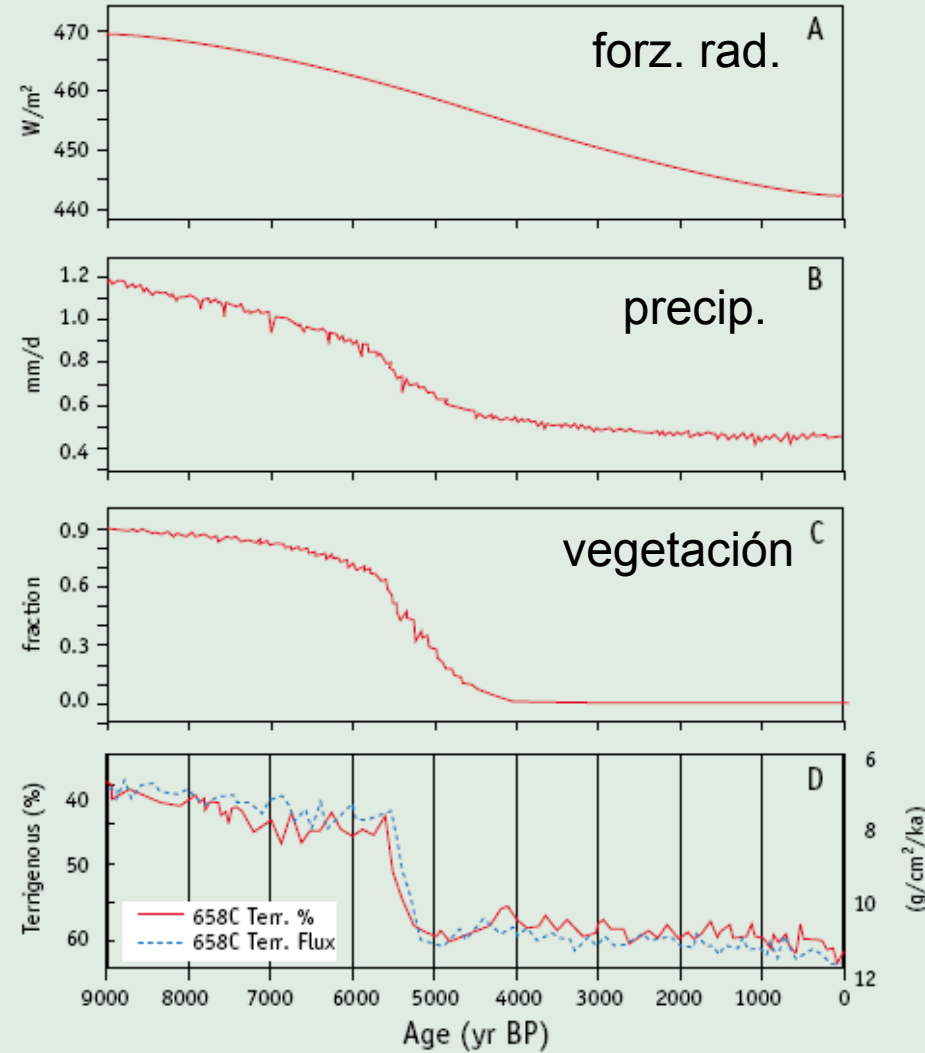
- ‘bautizo’ de la *era geológica* caracterizada por la presencia del ser humano en el planeta y sus efectos significativos en la dinámica del sistema Tierra
- las escalas temporales y espaciales de estos cambios no tienen precedente en la historia de la Tierra
- el cc, consecuencia de muchos factores, naturales y de origen humano, es uno más de los síntomas de un gran cambio global

nuestras *necesidades*: algunos ejemplos

- *algo de historia*
- alimentación
 - agricultura, ganadería
 - cambio de uso de suelo
- energía
 - quema de biomasa
 - la electricidad en Chile
- transporte
- salud



el Sahara verde!



- niveles críticos
- procesos biofísicos complejos

- teleconexiones del sistema Tierra

la deforestación: Amazonía

"The Amazon, under the impact of our will and labor, shall cease to be a simple chapter in the history of the world, and made equivalent to other great rivers, shall become a chapter in the history of human civilization. Everything which has up to now been done in Amazonas, whether in agriculture or extractive industry... must be transformed into rational exploitation."
Getúlio Vargas

desde los '60s: ganadería, carreteras,
minería, soya, represas,
aserraderos...

2000-2006: 150.000 km²

2003: 18.000 km²

2005: 9.000 km²



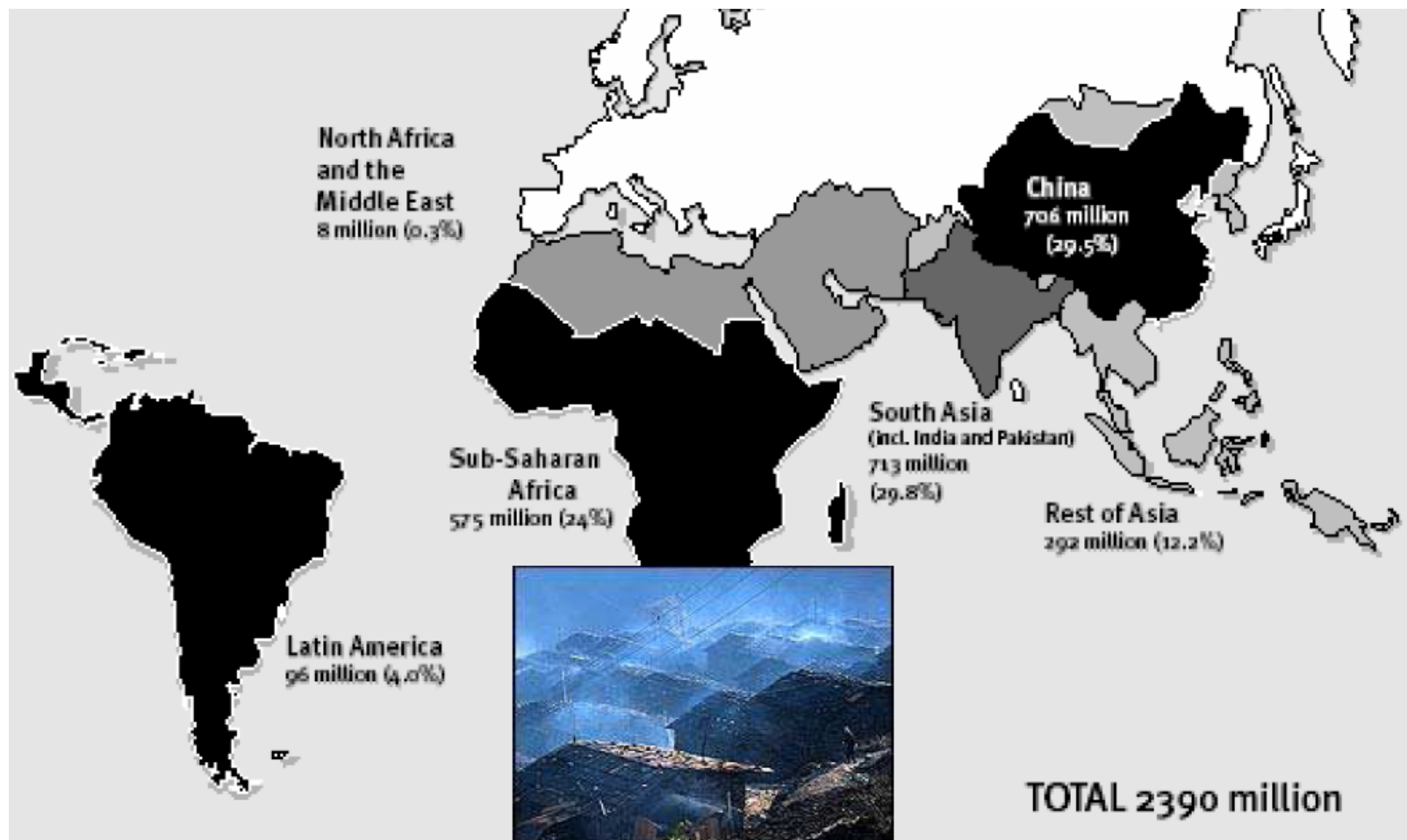
July 28, 2000



July 28, 2000

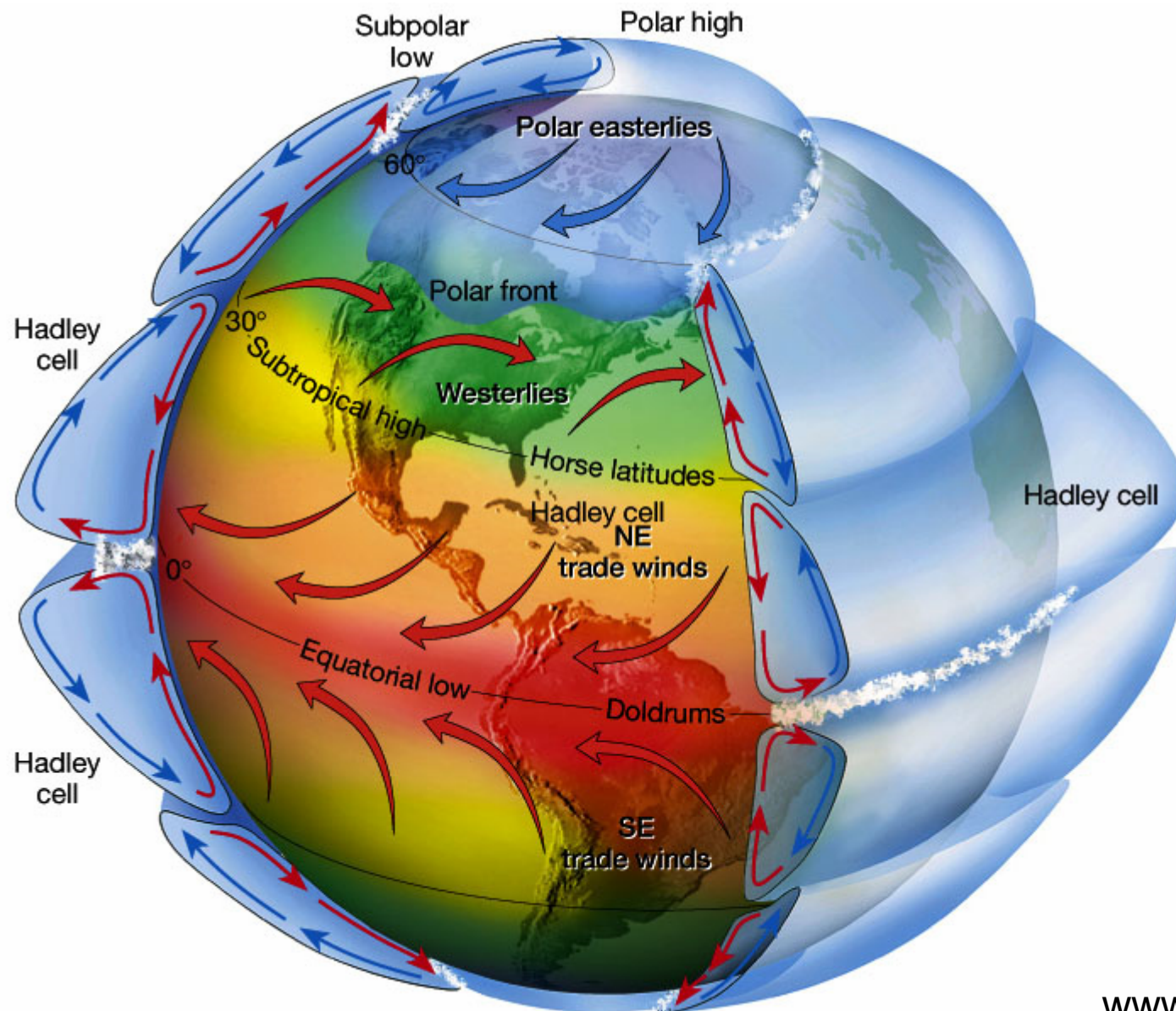
June 29, 2001

quema de biomasa como fuente de energía



principalmente en *el sur*

déjà-vu 2: la dinámica del sistema climático



quema de biomasa: Amazonía

- CO emitido en África subsahariana y en Brasil es dispersado por la circulación atmosférica
- los aerosoles tienen impactos en el clima (temperatura, precipitación):
 - efectos directos: absorción de radiación solar e IR
 - efectos indirectos: CCN
- enfriamiento y calentamiento de capas atmosféricas a distintas alturas
- estimación de modelos: -10 W/m^2 en época seca (ppalmente. ef. indirecto)

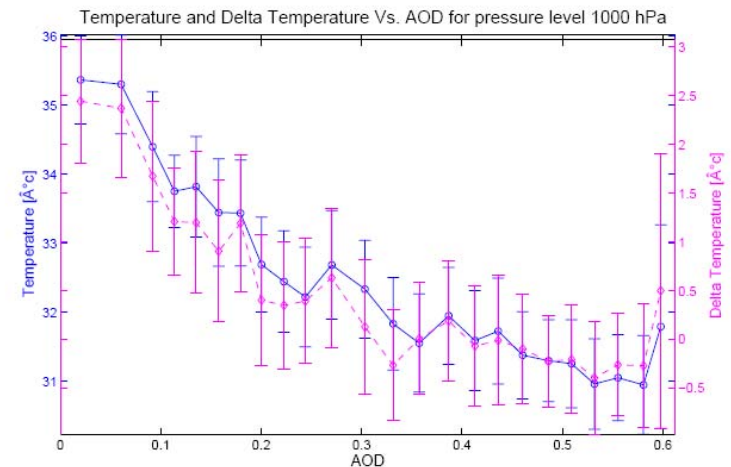
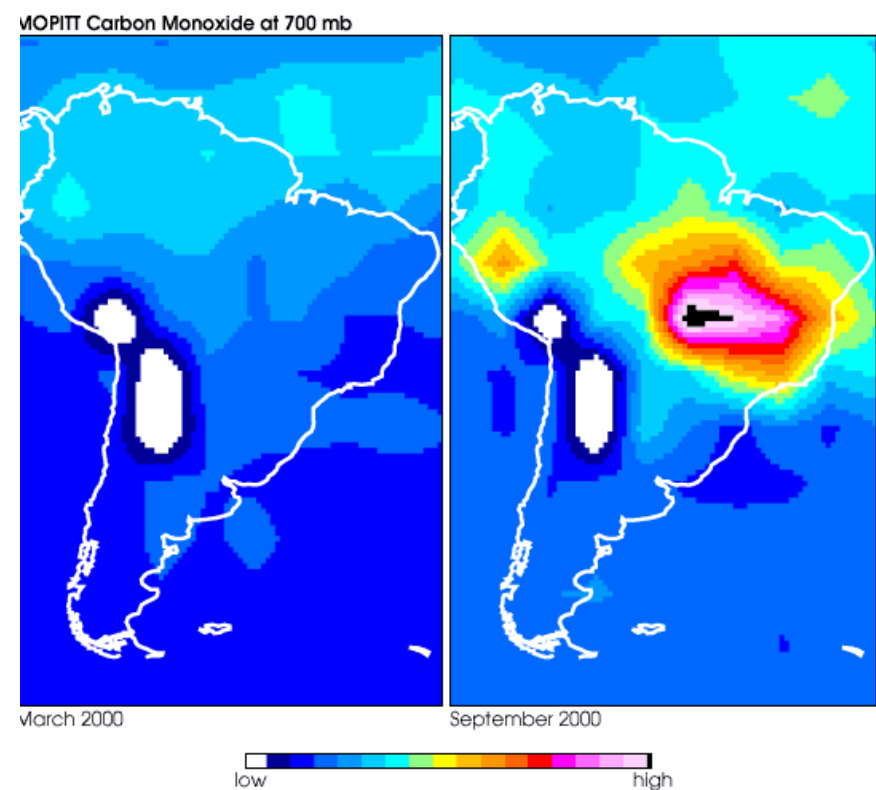
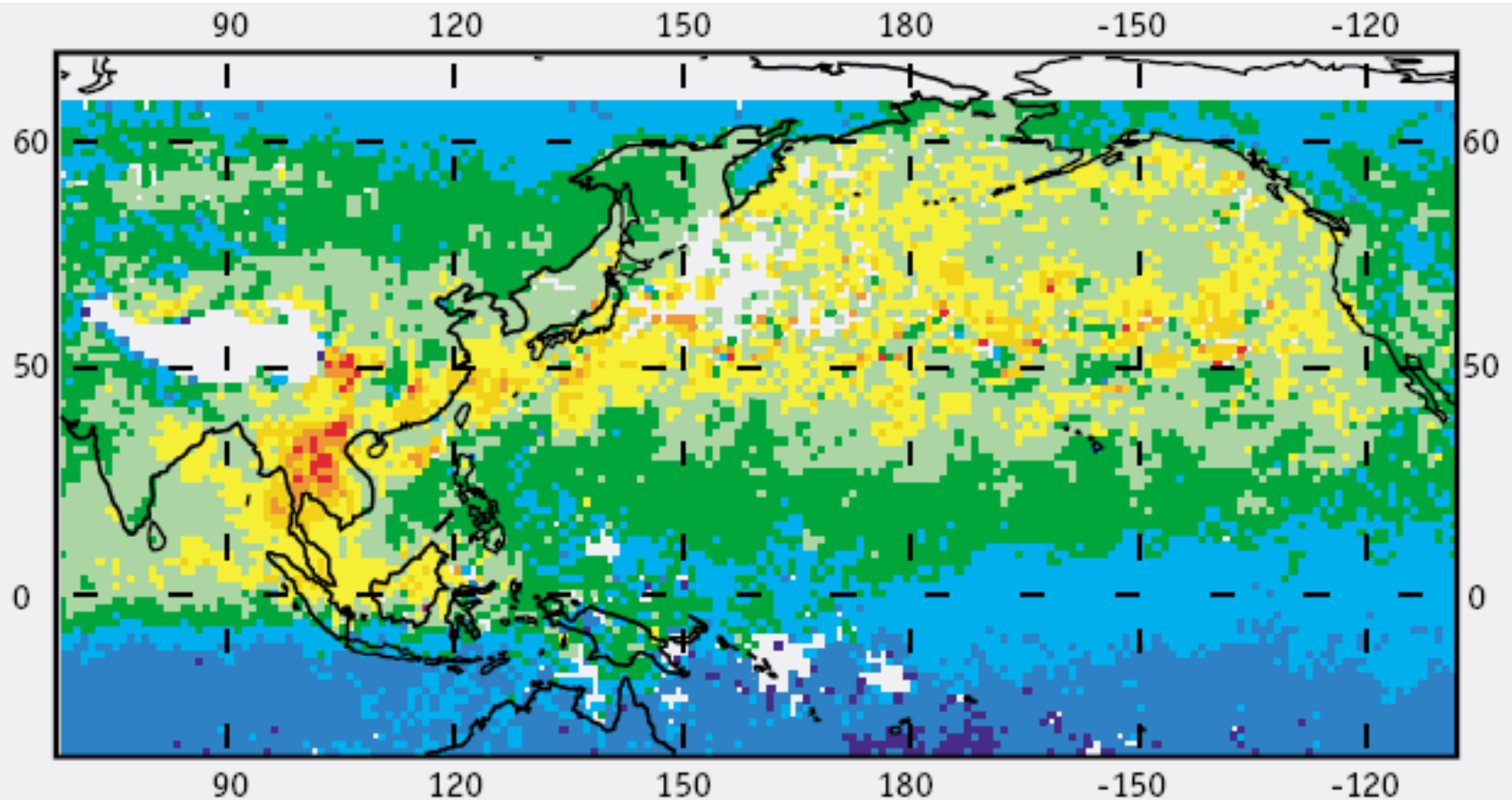


Fig. 2. Scatter plots of temperature (blue) and “delta temperature” (magenta) vs. AOD, for the 1000 hPa level. “Delta temperature” is the difference in the local temperature less the daily average for the region.

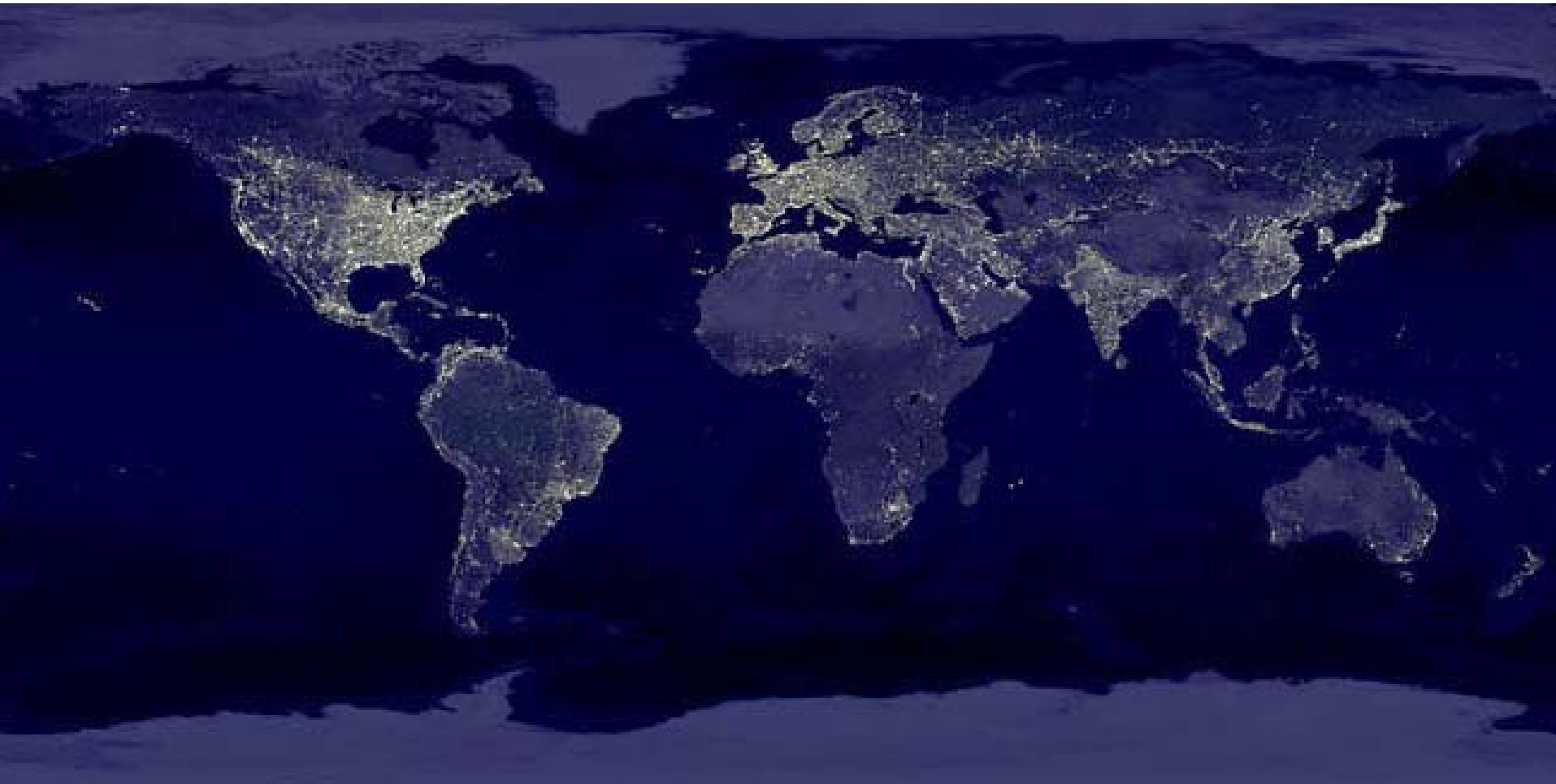
la pesadilla de Terminator...



Generated by NCAR/ACD 2001/4/9 Binned 1.0° Lon by 1.0° Lat

Source: J. Gille and L. Emmons, National Center for Atmospheric Research, USA, J. Drummond, University of Toronto, Canada, and the National Aeronautics and Space Administration (NASA), USA

la electricidad: la Tierra de noche



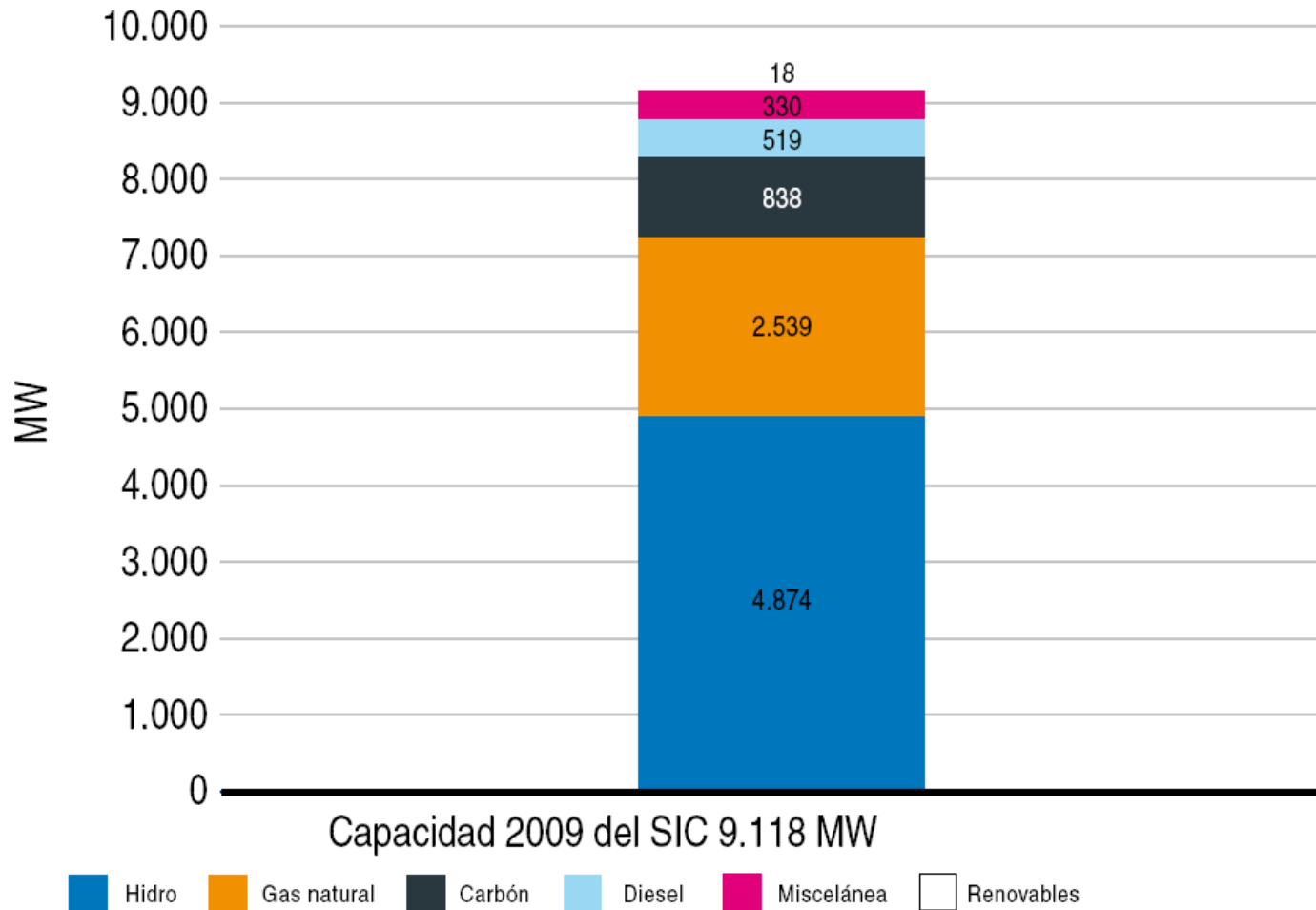
¿dónde se concentra la población?

<http://apod.nasa.gov/apod/ap001127.html>

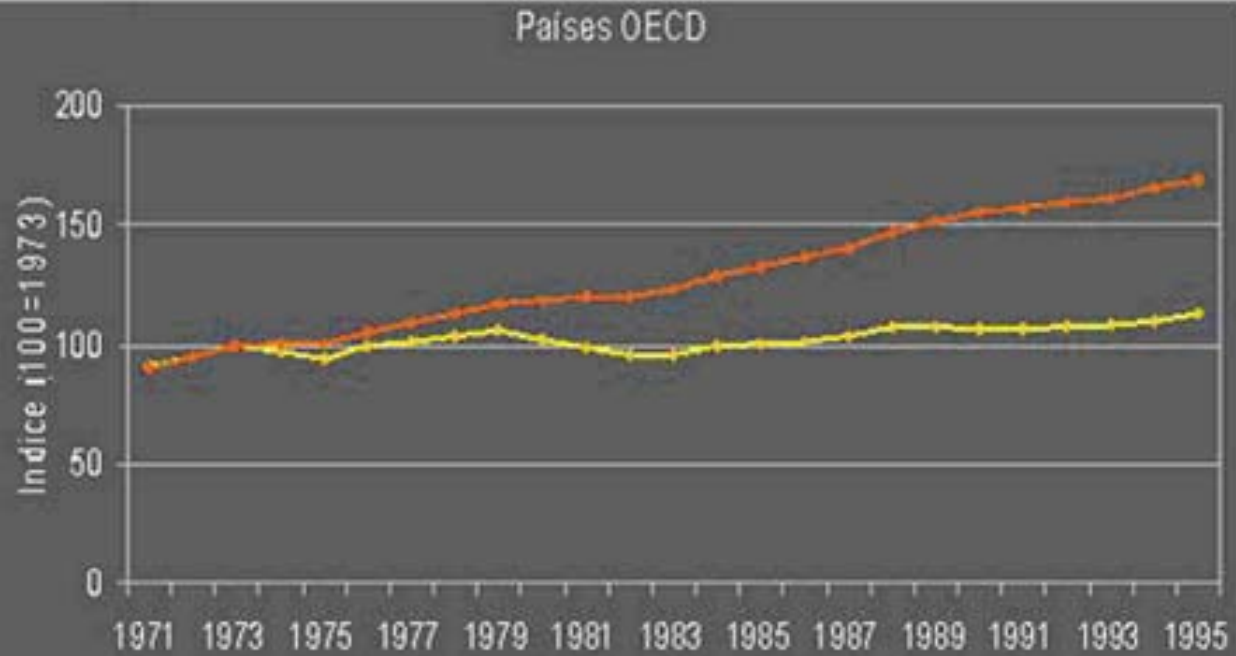
¿dónde se genera y utiliza la energía?

la electricidad: nuestra realidad

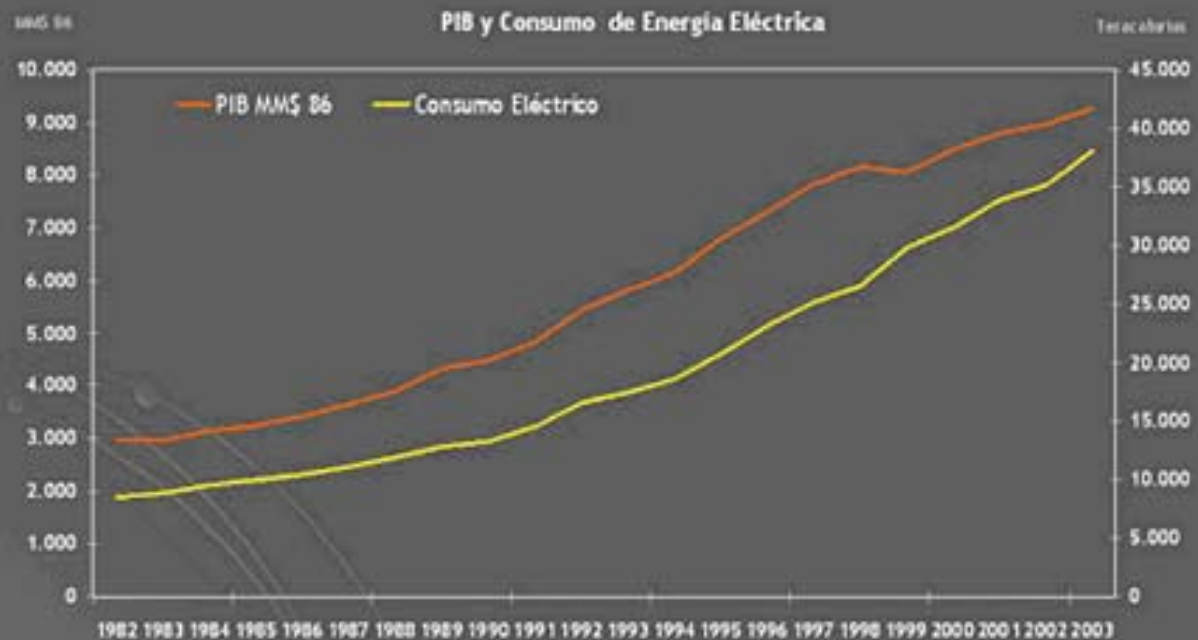
Figura 2: Capacidad instalada en el SIC a 2009



OCDE –
*el club de los países
ricos*



Chile –
quiere entrar al club



Fuente: Elaboración Propia sobre la base de datos del Banco Central y CNE.

el futuro energético [eléctrico] en Chile: visiones opuestas, paradigmas distintos



Consumo de energía se triplicará al 2030, según estudio de la U. de Chile

Documento encargado por el gobierno deja en evidencia que Chile seguirá dependiendo del petróleo y sus derivados, que aportarán el 67% de la matriz energética en los próximos 20 años.

POR JESSICA MARTICORENA - 18/07/2009 - 09:27

[aumentar](#) [disminuir](#) [Comentar](#) [Enviar a un amigo](#) [Imprimir](#) [Alertas](#) [Compartir](#)

La ansiada independencia energética de Chile no se logrará alcanzar en los próximos 20 años. Así se desprende de un estudio realizado por la Universidad de Chile y encargado por el gobierno, que proyecta la evolución de la demanda energética del país en un horizonte de largo plazo.

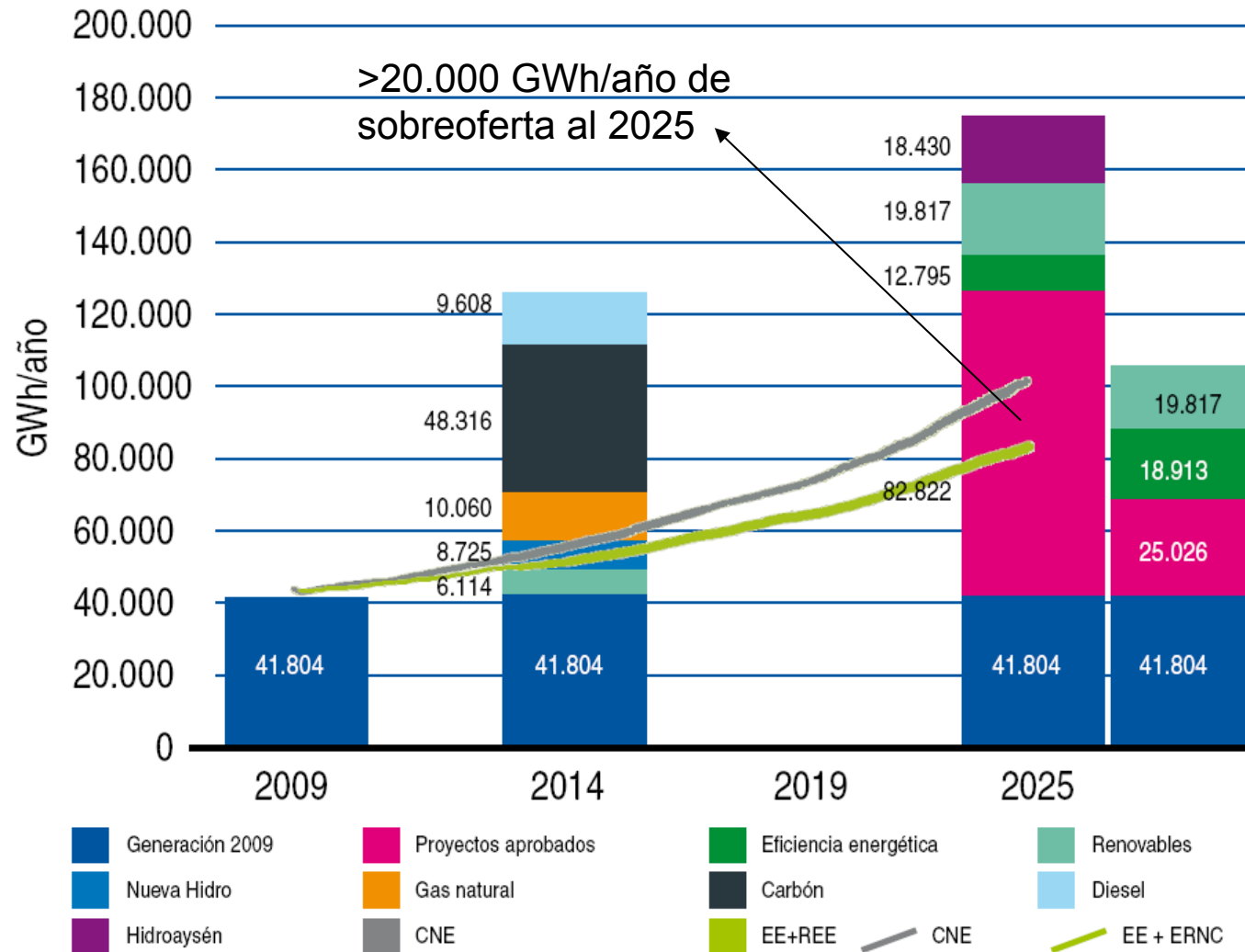
El análisis deja en evidencia que Chile seguirá dependiendo del petróleo y sus derivados, combustibles que al 2030 representarán el 67% de la matriz energética del país. Hoy, ese aporte alcanza al 55%.



- *“Chile seguirá dependiendo del petróleo y sus derivados, combustibles que al 2030 representarán el 67% de la matriz energética del país. Hoy, ese aporte alcanza al 55%.”*
- *“Los resultados muestran que el consumo de energía final entre los años 2007 y 2030 aumentará 3,3 veces, a una tasa promedio de 5,4% anual”*
- *“En los próximos 20 años, la demanda eléctrica crecerá 3,2 veces”*
- *“Chile podría cubrir esos requerimientos instalando unos 8 mil MW hidroeléctricos, otros 3 mil en centrales a carbón y para esa fecha deberían haber unos 3 mil MW en energía nuclear”*

¿se necesitan represas y energía nuclear?

Figura 6: Generación eléctrica del SIC. Presente, proyectos aprobados y en calificación. 2009-2025



algunas consideraciones...

- hacia 2025, bajo un escenario económico típico, se proyecta una participación de 12.799 GWh/año de renovables y 19.817 GWh/año de eficiencia energética (eficiencia energética = 35% del total de la capacidad instalada)
- considerando las plantas convencionales existentes y los proyectos de energías renovables, habrá sobreoferta incluso en 2025, bajo las proyecciones de la CNE de abril de 2008
 - se puede prescindir de la energía nuclear, de HidroAysén (2750 MW) y de un 40% de nuevas termoeléctricas a carbón
 - es más, la proyección de aumento de demanda energética de la CNE ha disminuido de un 4,7% a un 2,1% para 2009, producto de la recesión económica (tasa >5% resulta poco realista)
- sólo mediante un uso eficiente de la energía, el país podría ahorrar 20.000 GWh al año, es decir, más de lo que aportaría HidroAysén (18.400 GWh)



un país *afortunado*

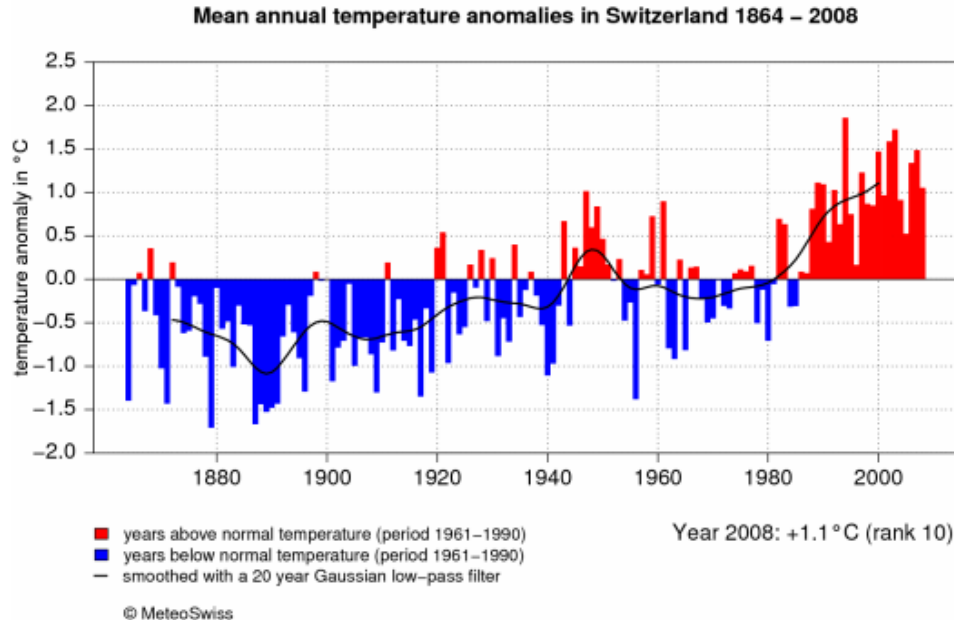
- *“En energía solar sólo ocupando unos 400 kms. cuadrados de territorio, se podría generar la demanda total de energía eléctrica para el 2025, lo cual se podría combinar con Gas Natural Licuado (GNL). En geotermia existe al menos un potencial energético de 3.000 MW en el SIC y 6.000 MW en el país. En tanto, en eólica contamos con no menos de 4.000 a 5.000 MW de energía sin explotar”.*



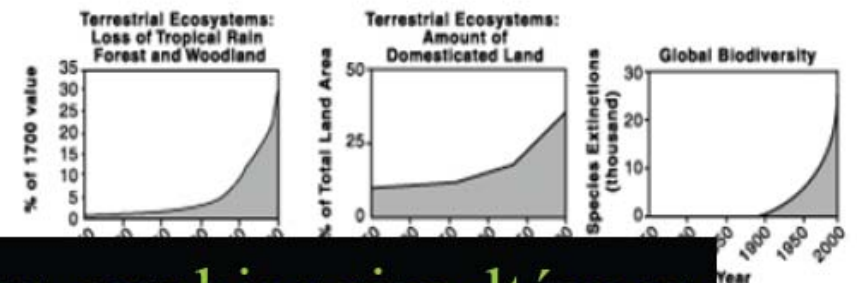
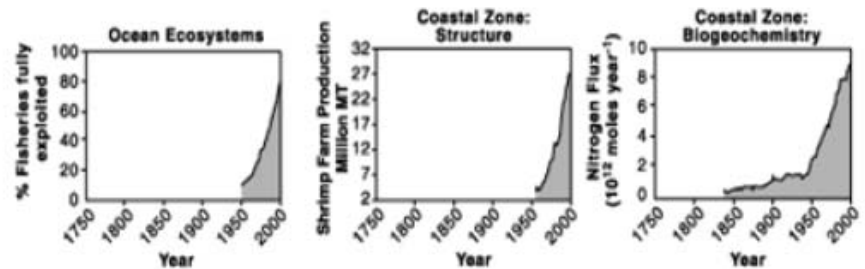
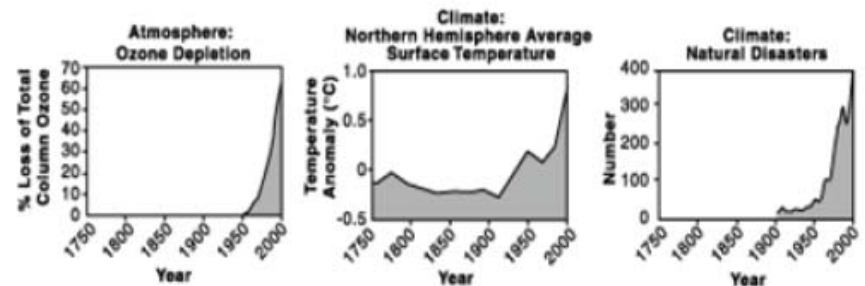
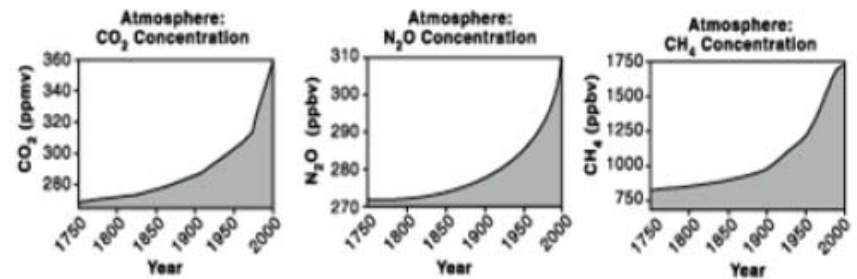
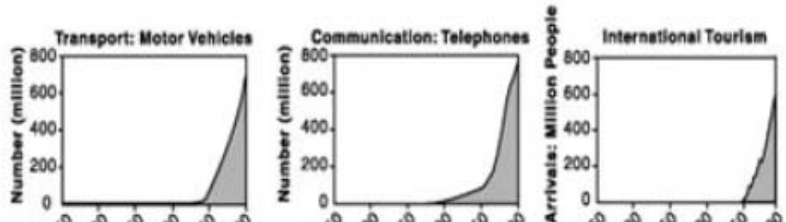
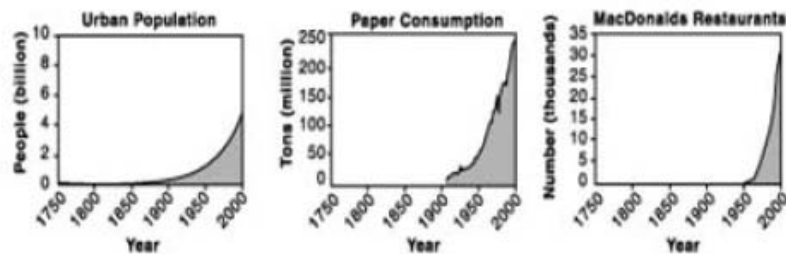
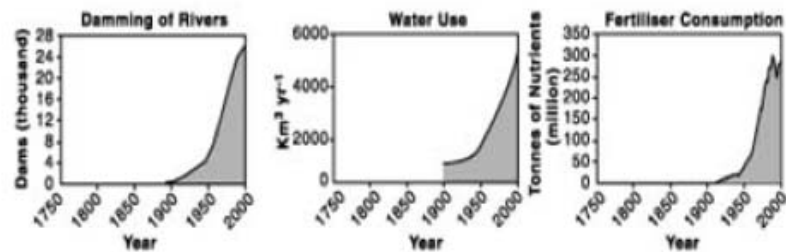
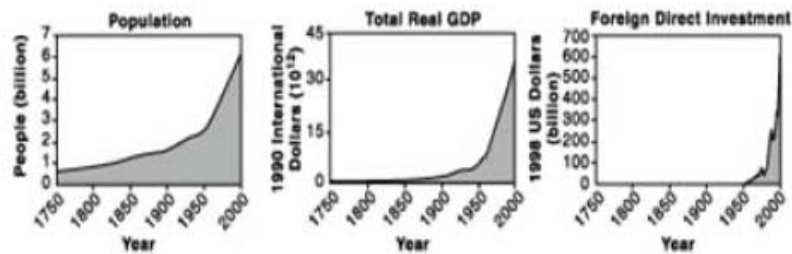
Prof. Roberto Román, FCFM, 2009

el cambio es global!

- el calentamiento es sólo uno de los efectos del cambio global

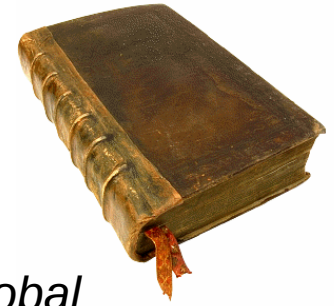


- el sistema terrestre es complejo; la perturbación simultánea de distintos componentes genera respuestas difíciles de predecir
- nuestras actividades no son fruto del azar-



Somos responsables de muchos cambios simultáneos

bibliografía principal



International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP. 2001. *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure. IGBP Science No. 4*. Estocolmo, Suecia.

<http://www.igbp.net/page.php?pid=221>

DIAMOND, Jared. 2007. *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Random House Mondadori. México D.F.

GALLARDO, Laura. 2009. El aire que respiramos en un mundo cambiante. Presentación del Ciclo de Charlas sobre Energía, Grupo Oikos, FCFM. Santiago, Chile.

ROMÁN, Roberto *et al.* 2009. *¿Se necesitan Represas en la Patagonia? Un análisis del futuro energético*. Ocho libros. Santiago, Chile.