



semana 5: gases invernadero

eh1d3 - calentamiento global:
un análisis científico-humanista

Martín Jacques Coper
martin@dgf.uchile.cl

contenidos



- espectros de absorción
- origen emisiones
- concentraciones
- vidas medias
- potencial de calentamiento
- forzamiento radiativo

“increases in anthropogenic greenhouse gas concentrations is very likely to have caused most of the increases in global average temperatures since the mid-20th century”

IPCC, 2007



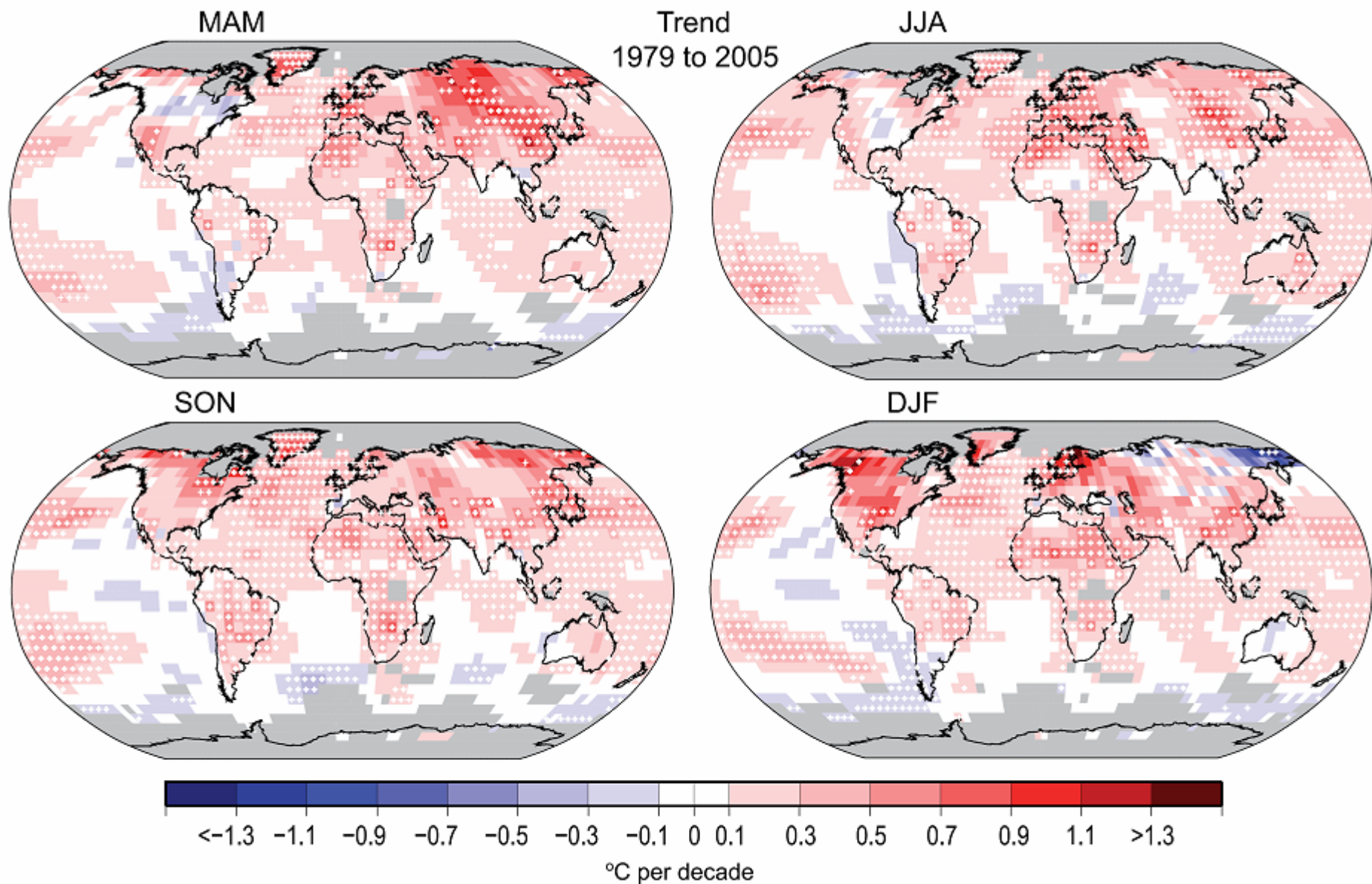
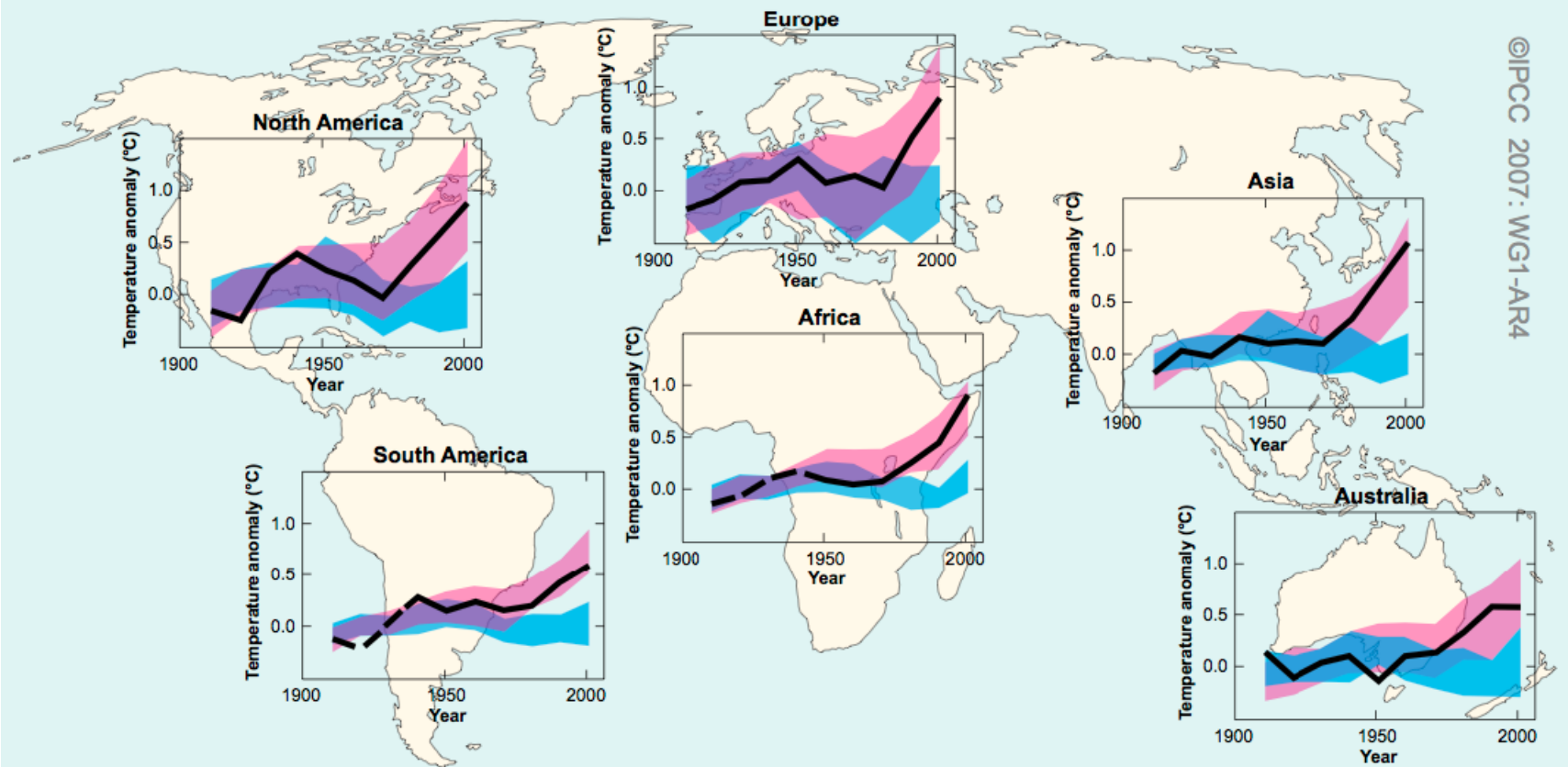


Figure 3.10. Linear trend of seasonal MAM, JJA, SON and DJF temperature for 1979 to 2005 (°C per decade). Areas in grey have insufficient data to produce reliable trends. The minimum number of years required to calculate a trend value is 18. A seasonal value is available if there are two valid monthly temperature anomaly values. The dataset used was produced by NCDC from Smith and Reynolds (2005). Trends significant at the 5% level are indicated by white + marks.

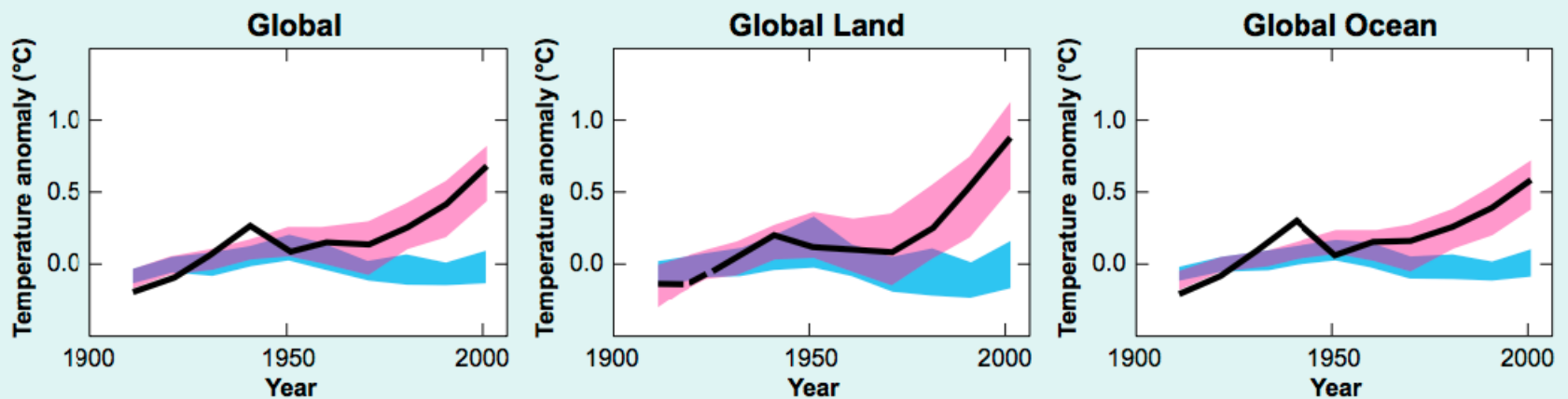
comparación de observaciones y simulaciones de modelos climáticos...

- anomalías de T entre 1906-2005 respecto del periodo 1901-1950
- líneas punteadas: <50% de cobertura espacial de observaciones
- banda azul: rango 5-95% de 19 simulaciones de 5 modelos (forzantes naturales: actividad solar + volcanes)
- banda rosa: 58 simulaciones de 14 modelos (forzantes naturales + antropogénicos)

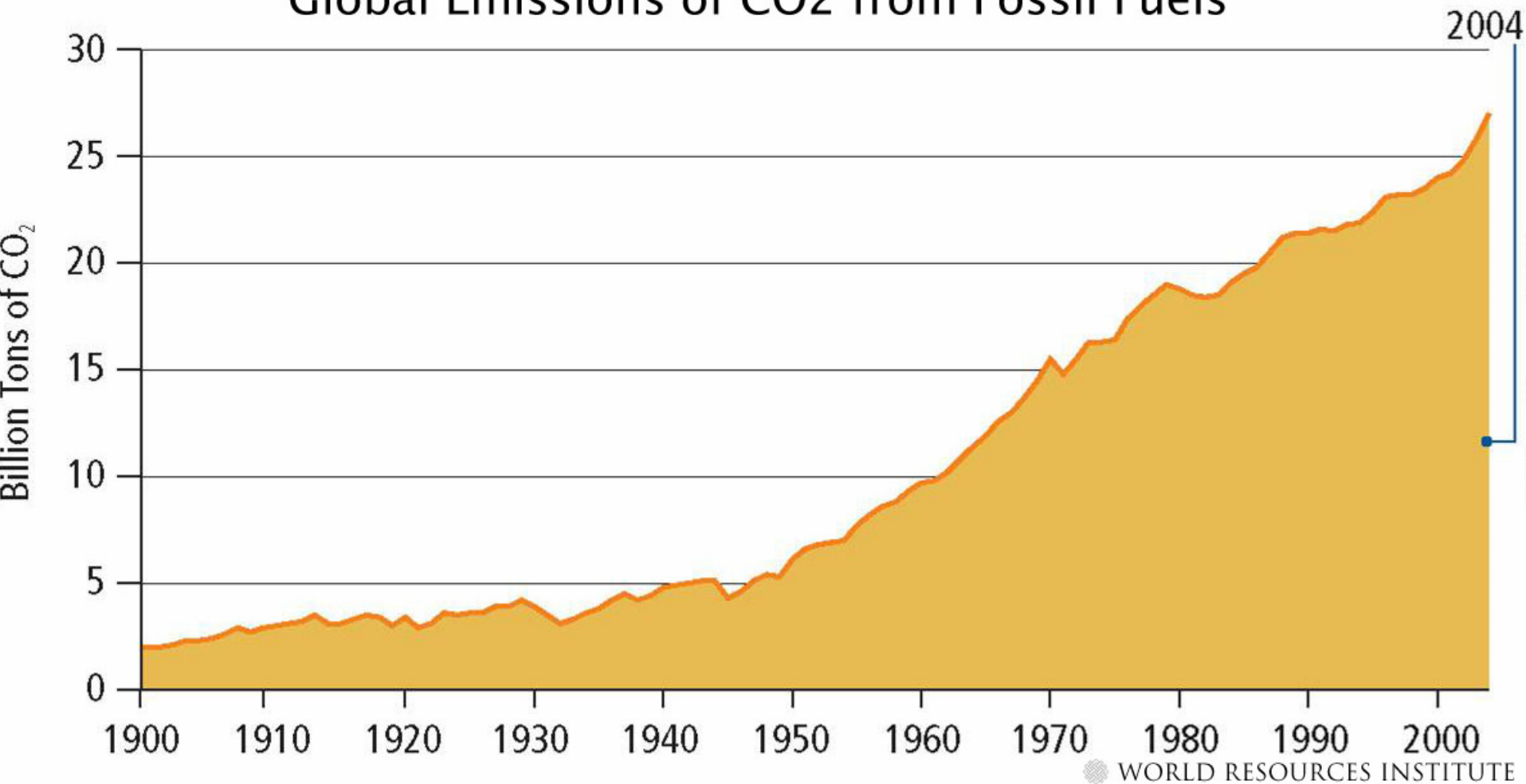
Global and Continental Temperature Change



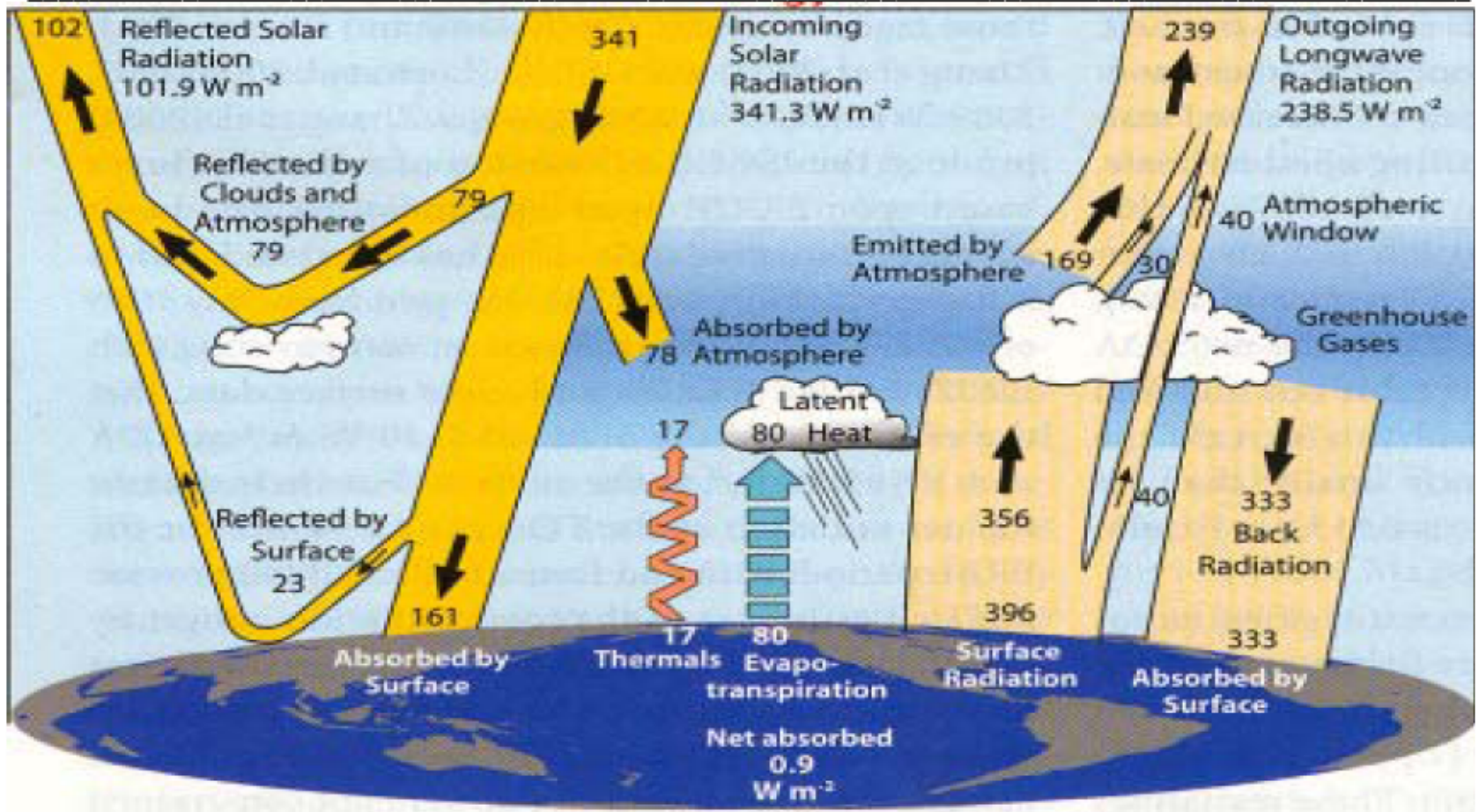
©IPCC 2007: WG1-AR4



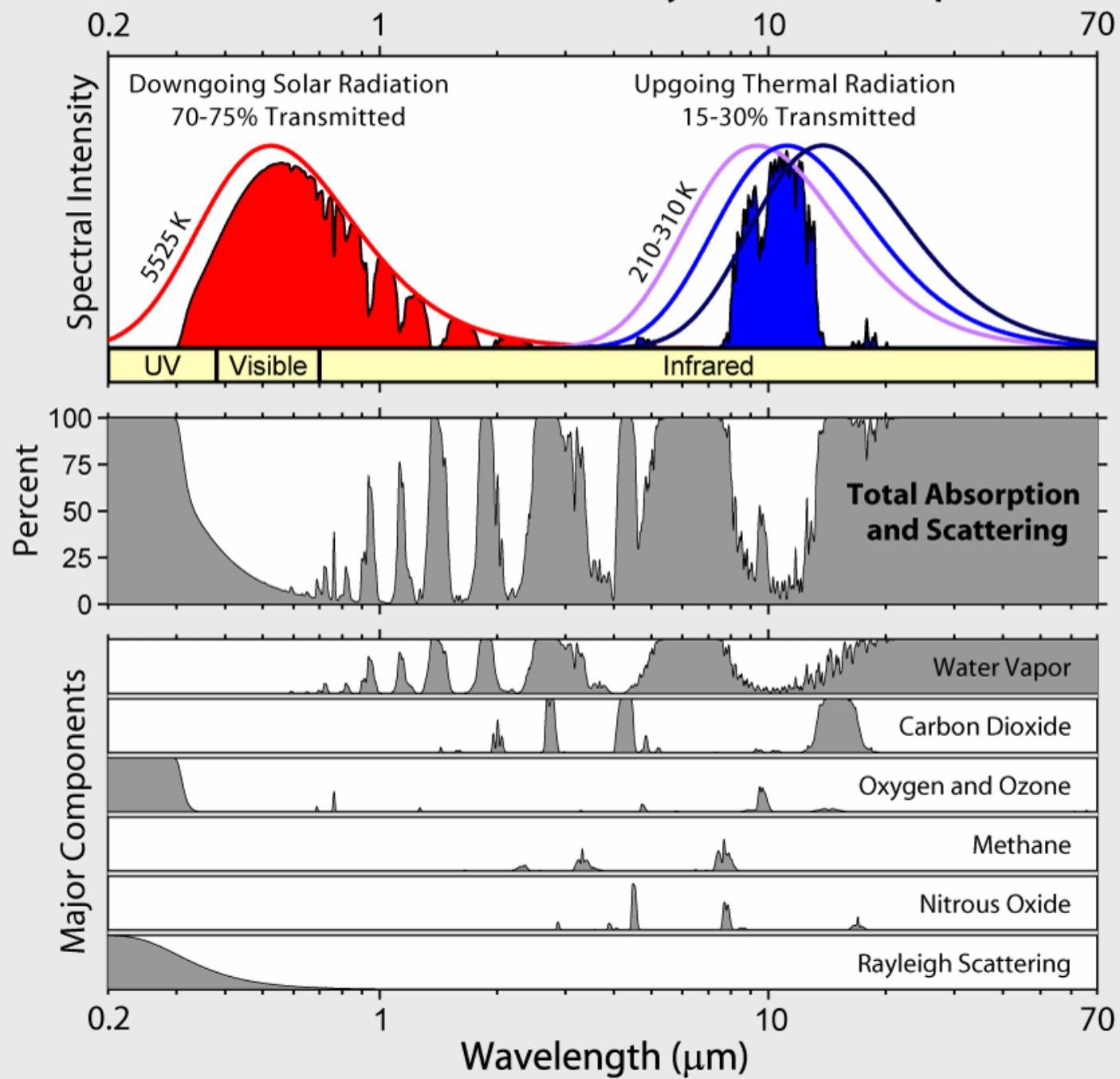
Global Emissions of CO₂ from Fossil Fuels

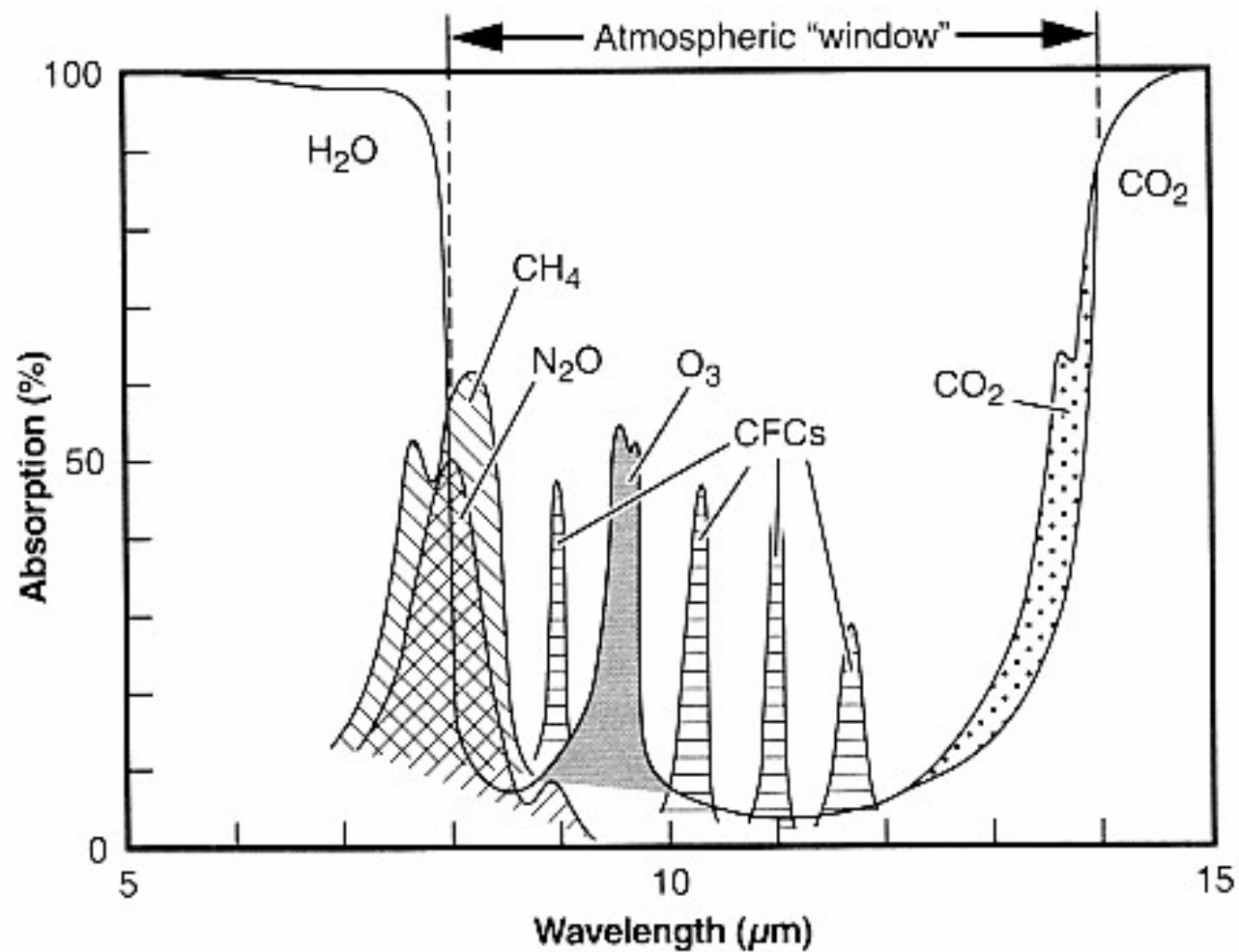


balance energético de la Tierra



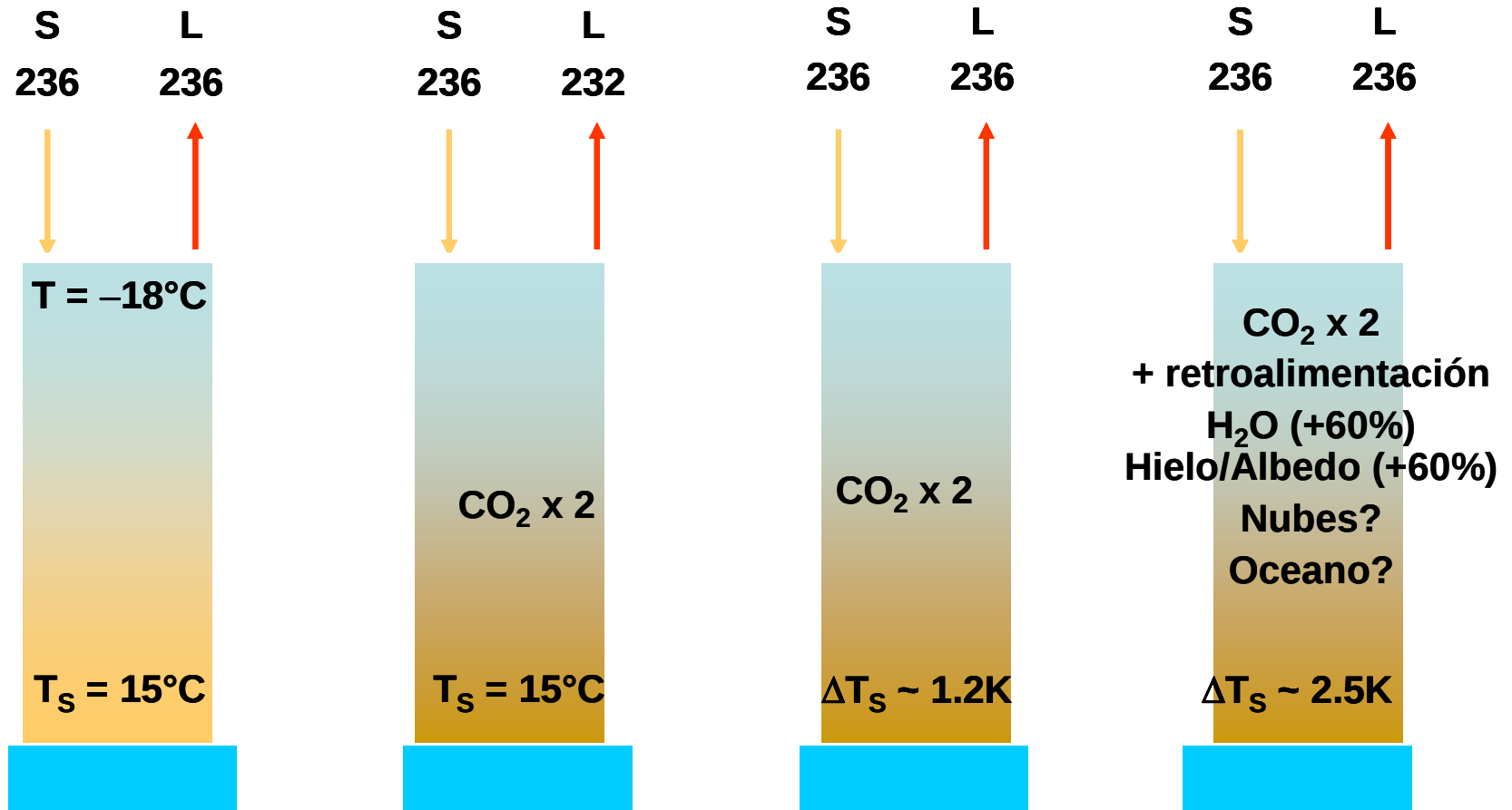
Radiation Transmitted by the Atmosphere



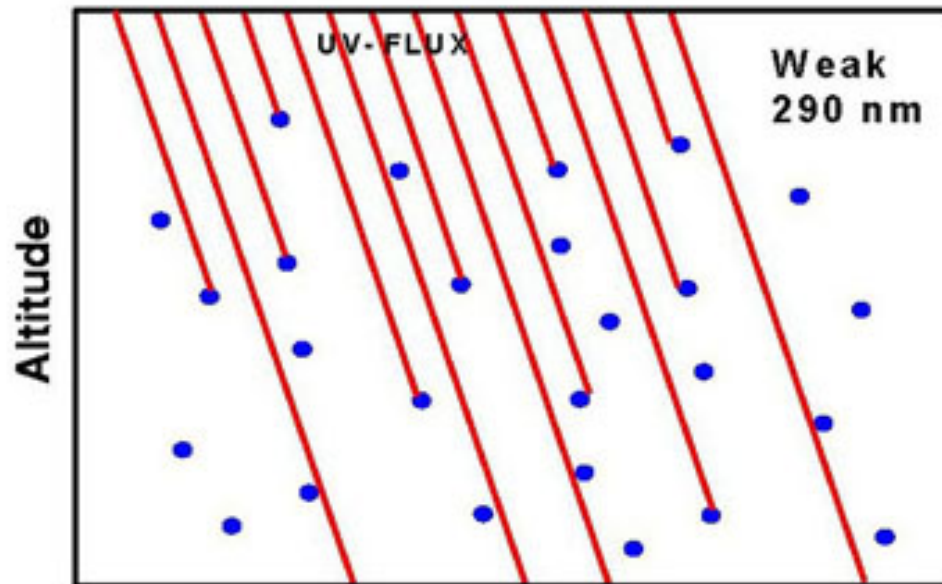


Espectro de absorción de la atmósfera en región de la ventana.
Se ilustran las principales moléculas absorbentes y el tamaño
relativo de sus bandas de absorción.

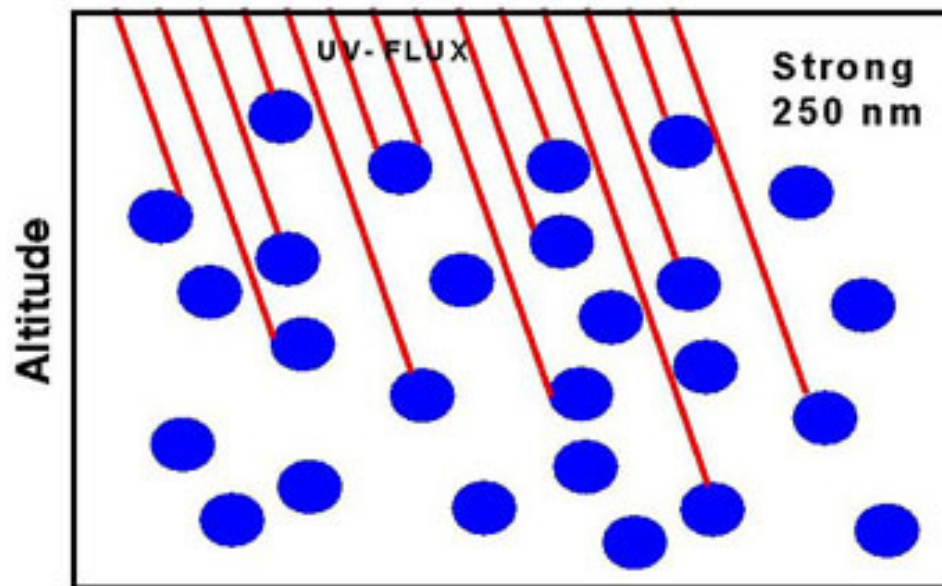
Efecto invernadero antrópico



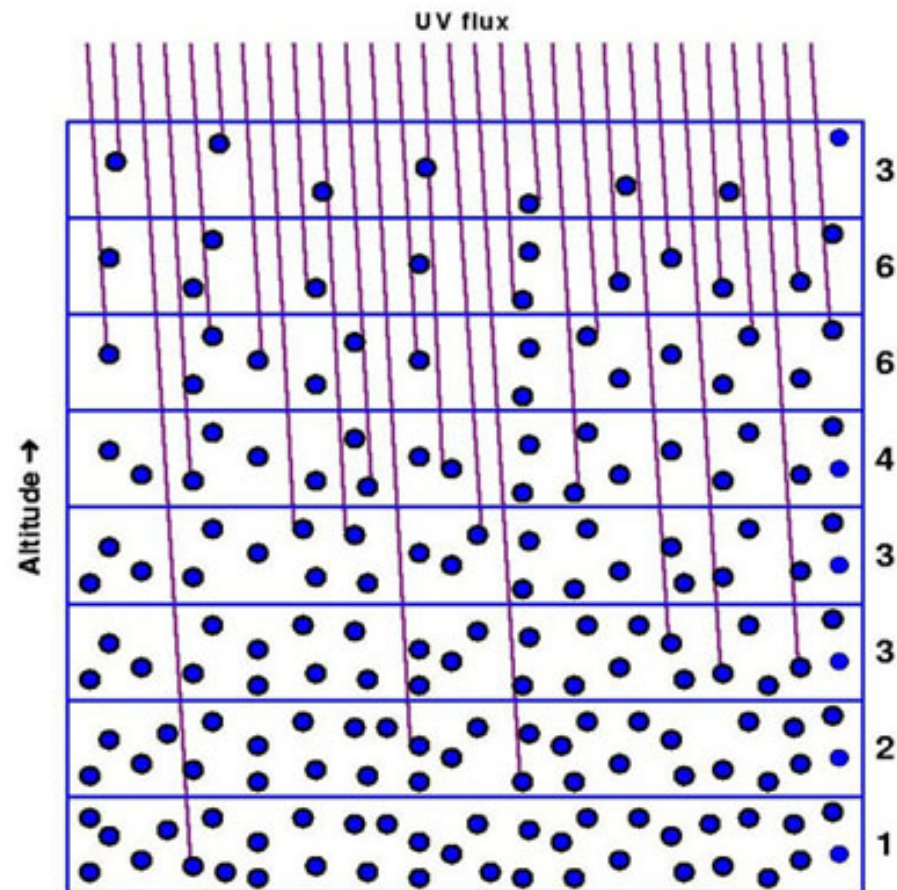
UV Cross sections



Some penetration to surface



No penetration to surface



- Density of molecules decreases with higher altitude, and absorption is proportional to the density of the molecules and the cross-section.
- Greatest absorption occurs in the middle layers where the density-cross section product has become large enough for significant absorption.

$$dI_{\lambda} = -k_{\lambda} \rho I_{\lambda} ds$$

Origen del aumento de gases con efecto invernadero:

- CO₂:** Quema de combustible fósil (carbón y petróleo)
Quema de biomasa (deforestación)
Producción de cemento
Océanos y continentes han absorbido la mitad de lo emitido
- CH₄:** Quema de combustible fósil
Ganado, arrozales y rellenos sanitarios.
- N₂O:** Suelo agrícolas e industria química
- Halo C - haloalcanos:** (e.g. disolventes, refrigerantes, extintores);
algunos controlados por Protocolo de Montreal (1989), pero
sucedáneos también son GI y están en aumento.
- O₃:** Aumenta en troposfera por emisiones de precursores (NO_x, p.ej.
combustión vehicular)
Disminuye en estratósfera por CFC

contribuciones al EI

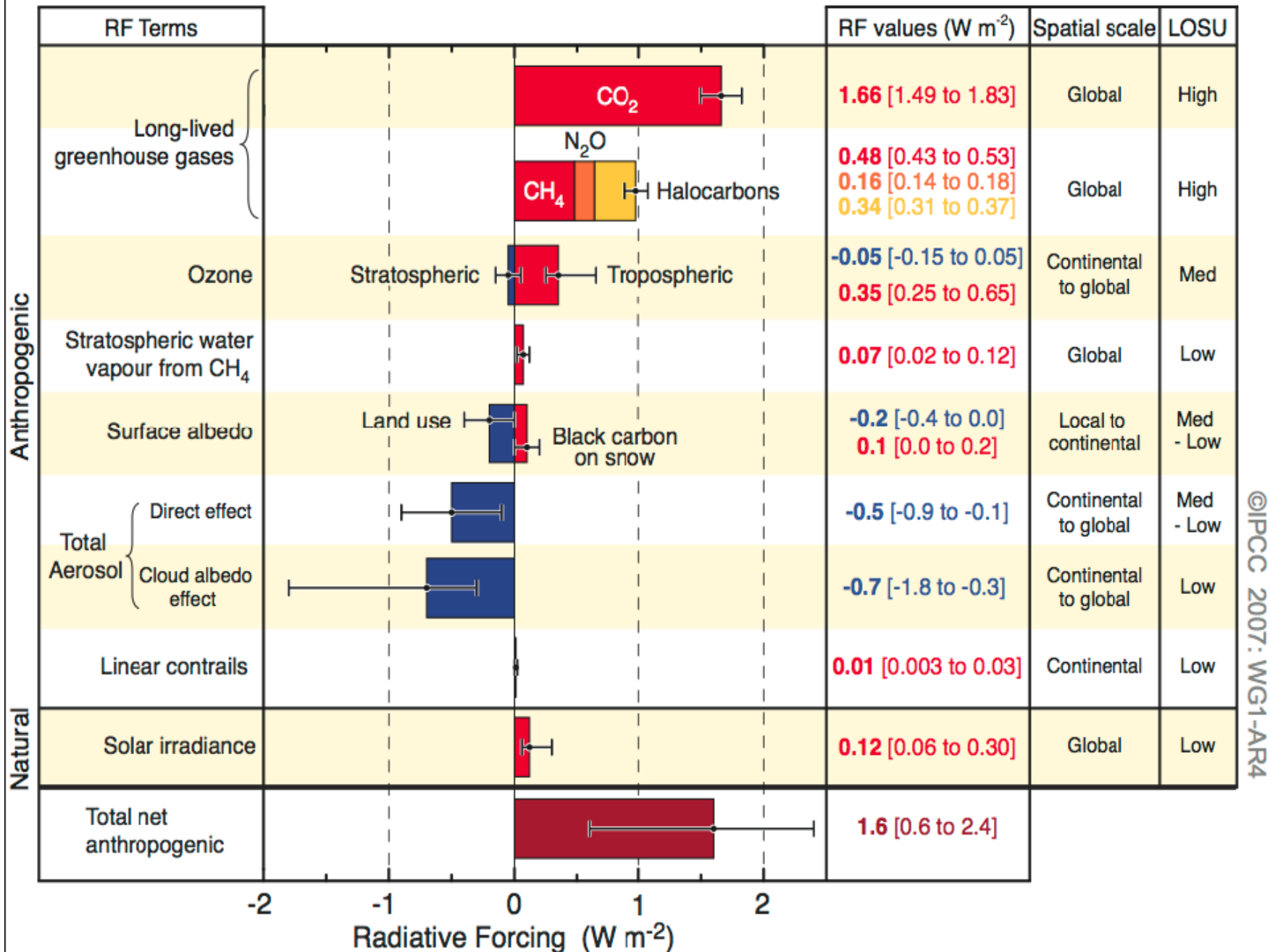
TABLE 3. Clear and cloudy sky radiative forcing (W m^{-2}) and the contribution of individual absorbers to this total. Cloudy sky results are in parentheses.

Gas	Individual contribution	Combined with overlap effects	Percent contribution clear sky
H ₂ O	71 (49)	75 (51)	60
CO ₂	29 (22)	32 (24)	26
Overlap H ₂ O–CO ₂	7 (4)		
O ₃	8 (7)	10 (7)	8
Overlap with O ₃	2		
CH ₄ + N ₂ O + ovlp	8 (4)	8 (4)	6
Total	125 (86)	125 (86)	100

algunos conceptos

- forzamiento radiativo (FR): tasa de cambio de energía por área unitaria medido en el tope de la atmósfera [Wm^{-2}] respecto a valores pre-industriales (<1750); puede desglosarse por compuesto. calentamiento (+), enfriamiento (-)
- eficiencia radiativa: FR por unidad de masa o volumen
- potencial de calentamiento global (PCG, GWP): índice que mide la contribución de cierta masa de un gas al calentamiento global (CO_2 como referencia =1) en un periodo de tiempo determinado. el PCG se usa para transformar a CO_2 -eq. este valor considera:
 - absorción IR
 - longitudes de onda del espectro de absorción
 - tiempo de residencia

Componentes del forzamiento radiativo



Gases Invernadero: propiedades

	Emis.2004	Concentraciones		Vida med	Efic.rad	GWP	GWP	GWP
	Gt/a	1750	2007	años	w/m2/ppb	20a	100a	500a
		ppm						
CO2	38	280	375	1000	1,40E-05	1	1	1
		ppb						
CH4	0,31	700	1750	12	3,70E-04	72	23	7,6
N2O	0,003	270	316	114	3,10E-04	310	296	153
CFC-11	0,5	0	250	45	0,25		4600	
CFC-12		0	545	100	0,32		10600	
		ppt						
HFC-23		0	14	260	0,16	12000	14800	12200
HFC-134a		0		13,4	0,15	3830	1430	435
HCFC-22		0	170	12,1	0,2		1700	
SF6		0	5,2	3200	0,52	16300	22800	32600
CF4		0		50000	0,08		5700	
CCl4		0	93	35	0,13		1800	

Global anthropogenic GHG emissions

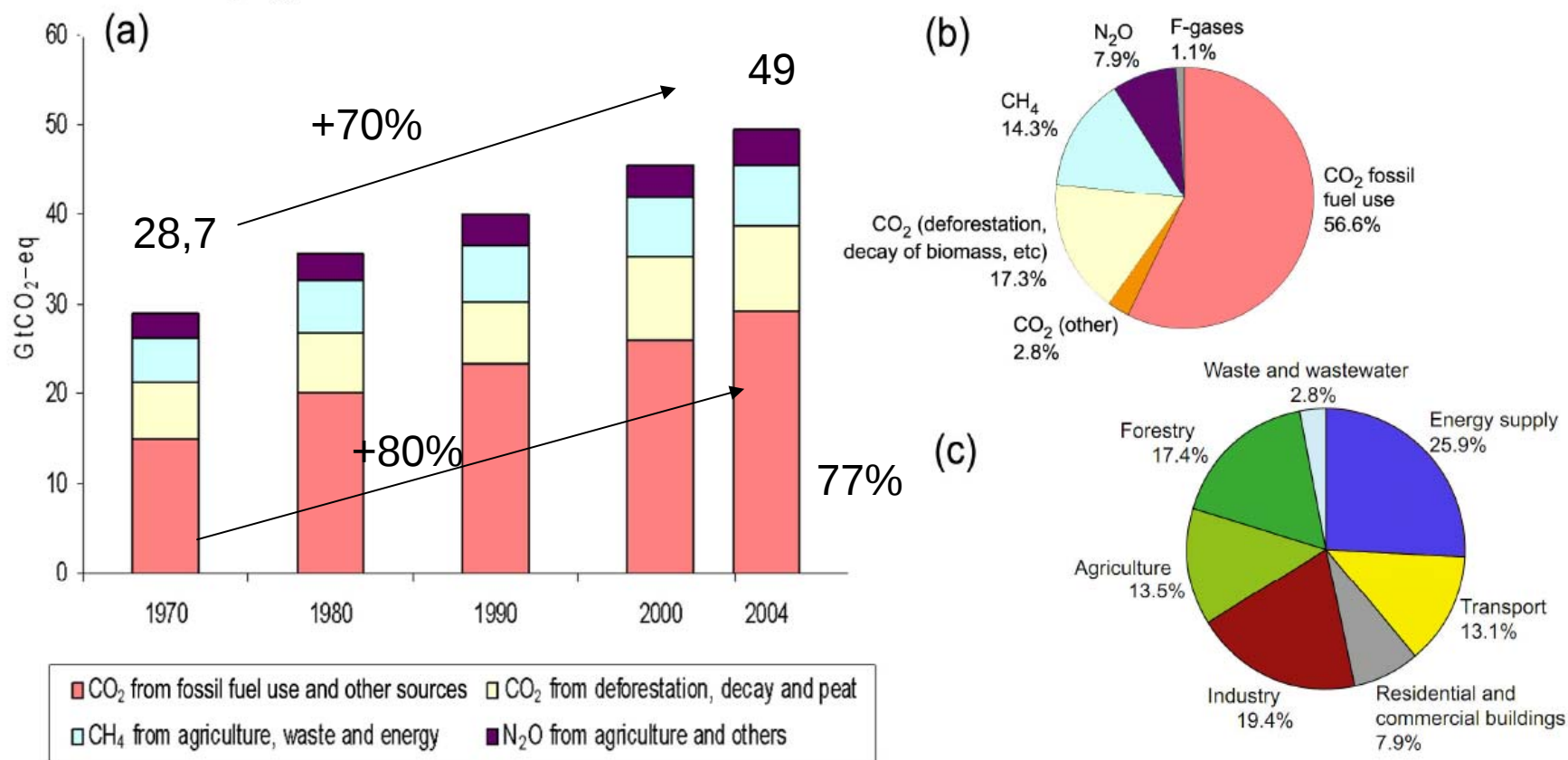


Figure 2.1. (a) Global emissions of principal anthropogenic GHGs between 1970 and 2004. (b) Share of different anthropogenic GHGs in total emissions in 2004 in CO₂-eq. (c) Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in CO₂-eq (forestry includes deforestation). {WGIII Figures TS 1a, TS 1b, TS 2b}

suministro energético 25,9%

industria: 19,4%

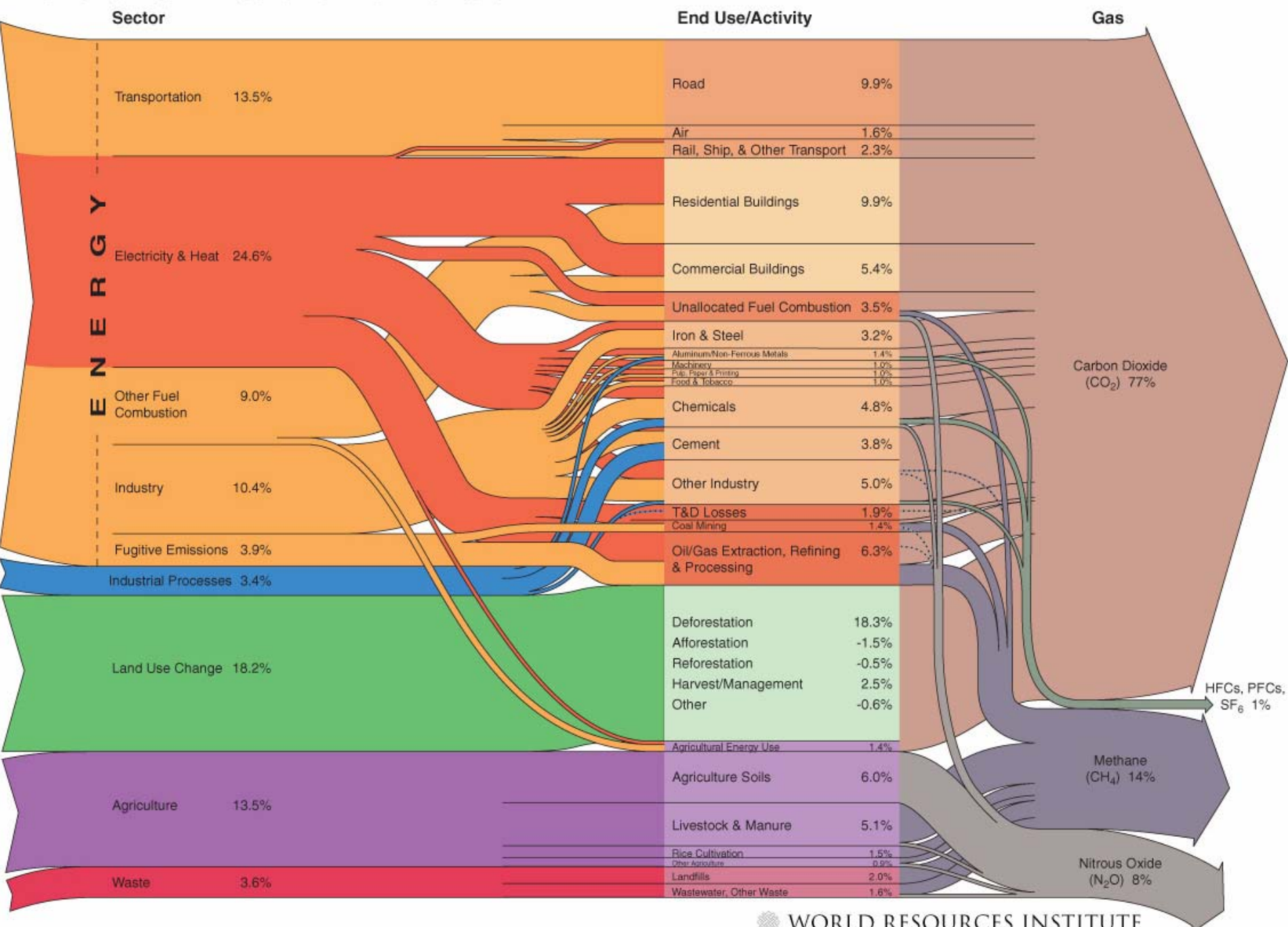
silvicultura: 17,4%

agricultura: 13,5%

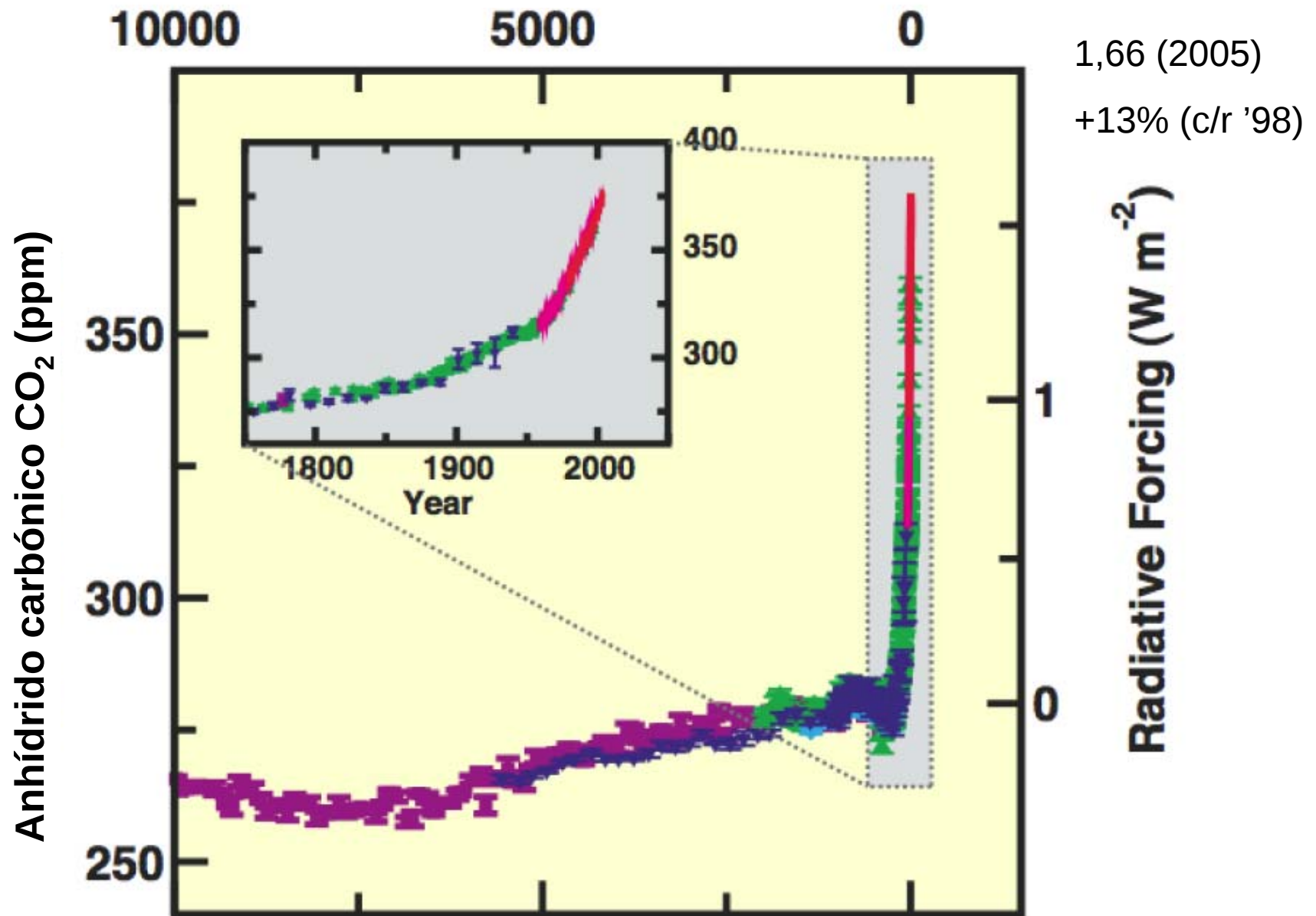
transporte: 13,1

edificios residenciales y comerciales: 7,9%

World GHG Emissions Flow Chart



Años antes de 2005



los países del anexo 1 – CMCC NU

- miembros de la OCDE (1992) + partes en transición a economías de mercado
- los países participantes en la Tercera Conferencia de las Partes (COP3) de la Convención sobre Cambio Climático se comprometieron a reducir antes de 2012 en un 5,2% sus emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles registrados en 1990 o en 1995 (10.12.1997)
- 20% de la población mundial
- 57% PIBppa
- 46% emisiones de GEI

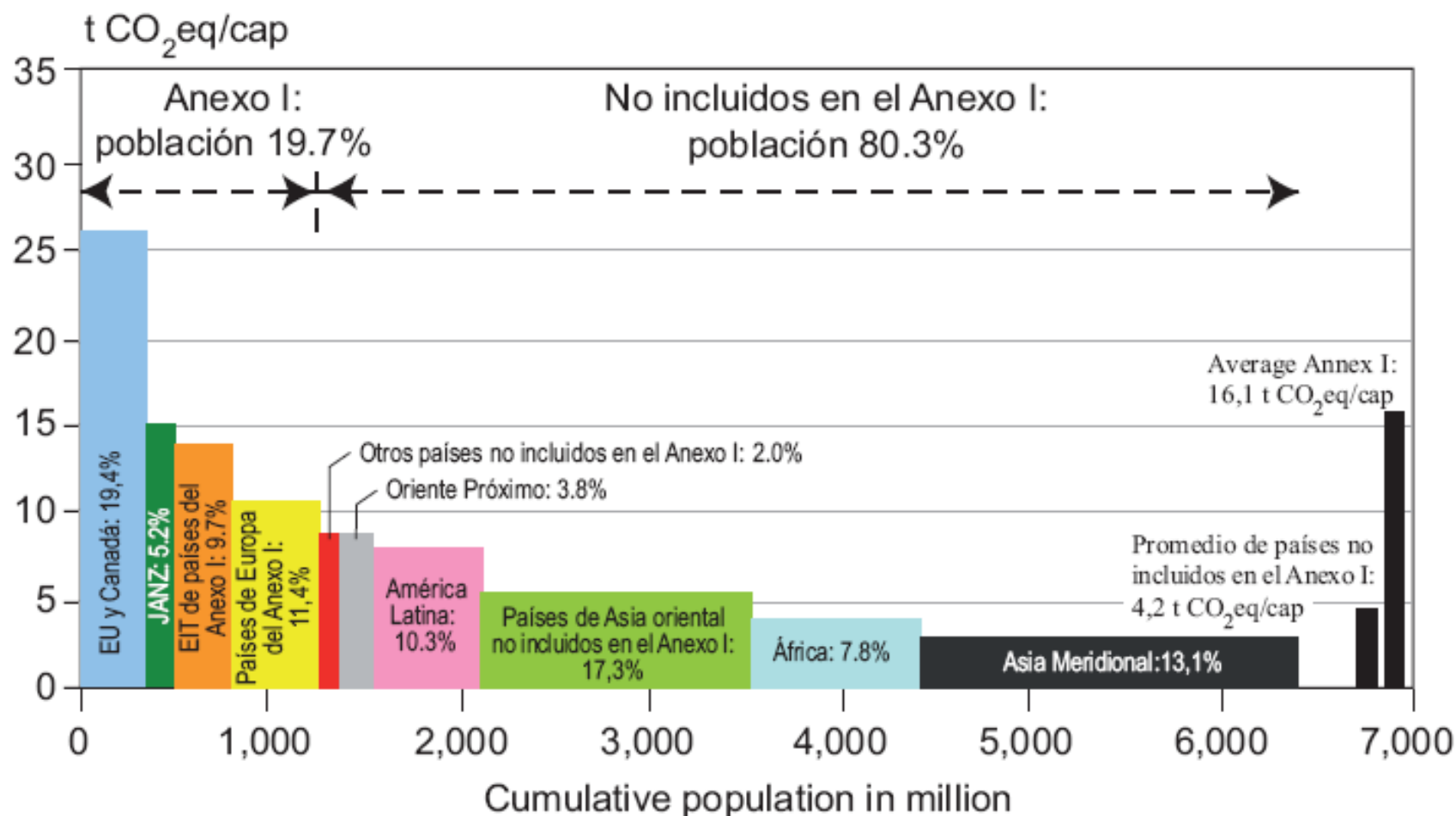


Gráfico RRP.3a: *Distribución de las emisiones regionales de GEI per cápita (todos los gases de Kyoto, incluidos los de usos del suelo) sobre las poblaciones de diferentes grupos de países en 2004. El porcentaje de las barras indica la parte de cada región de las emisiones globales de GEI [Gráfico 1.4a].*

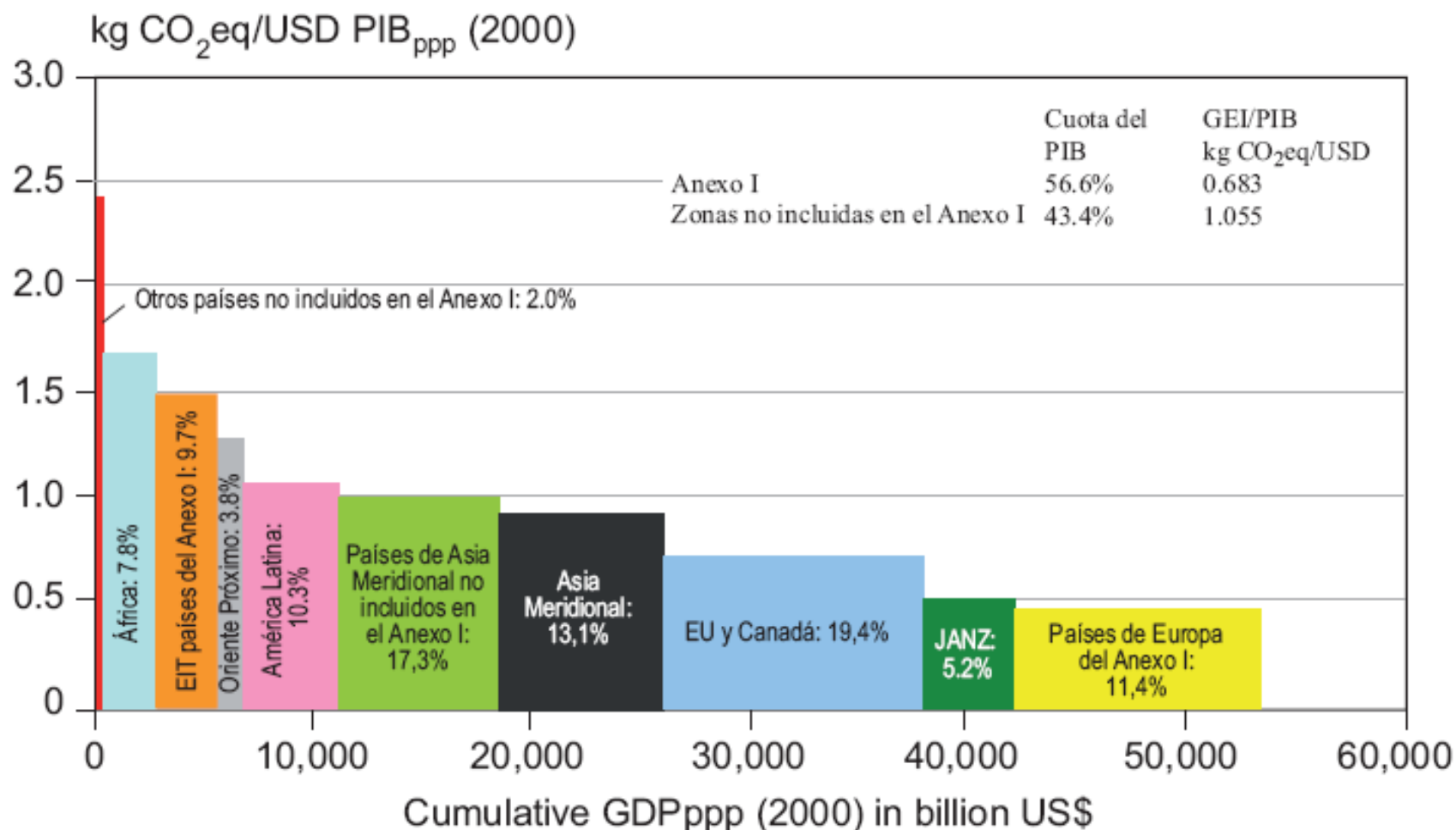
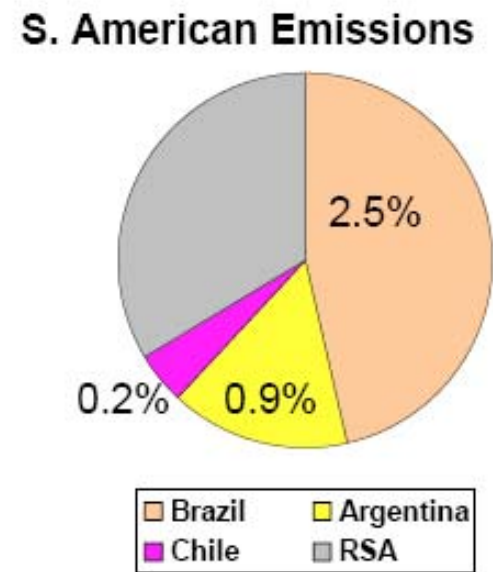
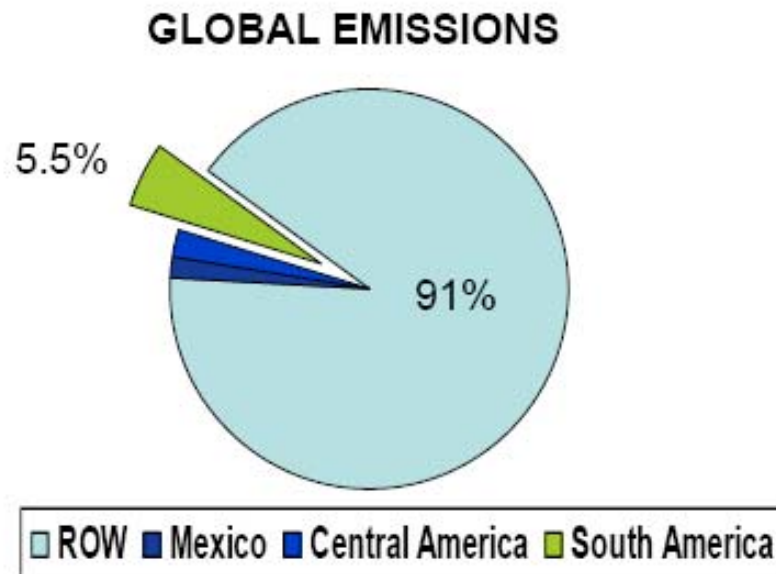


Gráfico RRP.3b: *Distribución de las emisiones regionales de GEI (todos los gases de Kyoto, incluidos los de usos del suelo) por dólar estadounidense de PIBppa sobre el PIBppa de diferentes grupos de países en 2004. El porcentaje de las barras indica la parte correspondiente a cada región de las emisiones globales de GEI [Gráfico 1.4b].*

Latin American Share of Global Emissions



Total South American GHG Emissions

1990 Data, Including Land Use Change

Gas	MtCO ₂	%
CO ₂	2,870.6	73.8
CH ₄	639.6	16.4
N ₂ O	371.5	9.5
PFC	5.1	0.1
HFC	3.5	0.1
SF ₆	1.7	0.0
Total	3,892.0	



Source: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 4.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2007) W R I

South American GHG Emissions

(by sector, 2000 data; w/ and w/o land use)

Excluding Land Use

Sector	MtCO ₂	%
Energy	754.1	95.2
Electricity & Heat	186.8	23.6
Manufacturing & Construction	194.7	24.6
Transportation	264.0	33.3
Other Fuel Combustion	91.0	11.5
Fugitive Emissions	17.7	2.2
Industrial Processes	38.0	4.8
Total	792.1	



Including Land Use

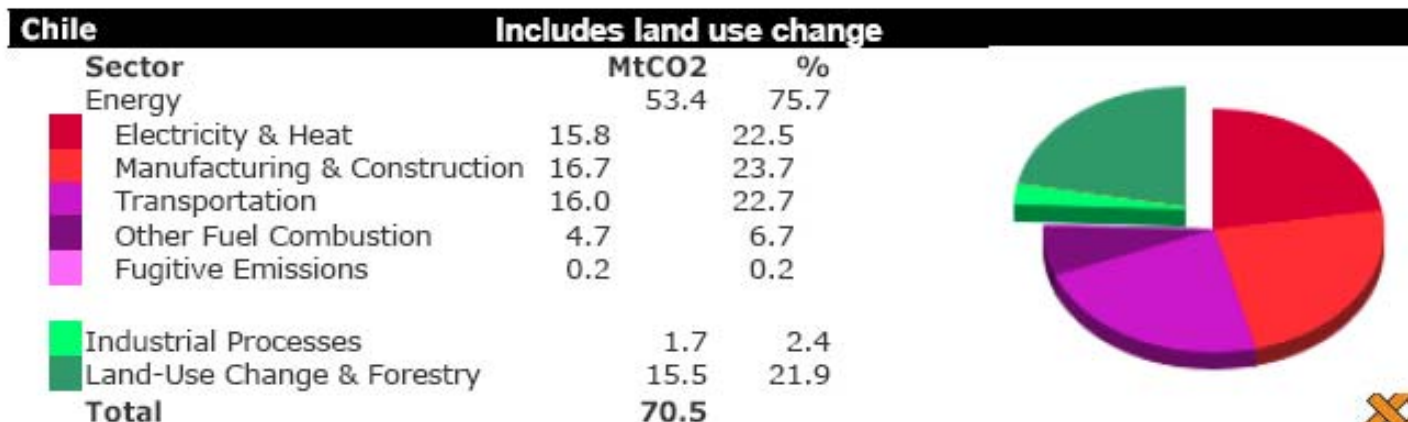
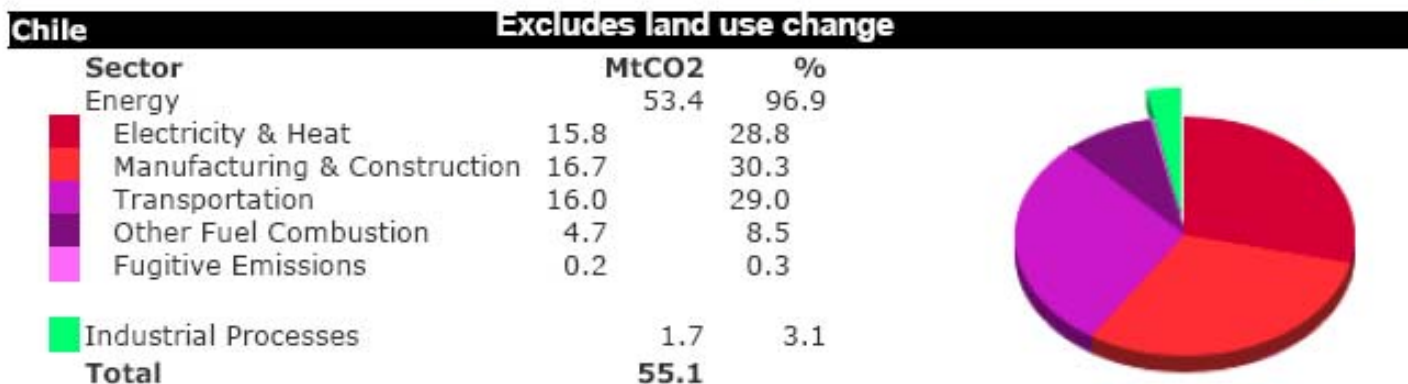
Sector	MtCO ₂	%
Energy	754.1	26.5
Electricity & Heat	186.8	6.6
Manufacturing & Construction	194.7	6.8
Transportation	264.0	9.3
Other Fuel Combustion	91.0	3.2
Fugitive Emissions	17.7	0.6
Industrial Processes	38.0	1.3
Land-Use Change & Forestry	2,053.9	72.2
Total	2,846.0	



Source: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 4.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2007) W R I

Chile

CO₂ Emissions by Sector in 2000



Source: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 4.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2007) WRI

jaguares de LA

Tecnología

Miércoles 28 de noviembre de 2007

Por J. Gasparini / P. Lazcano / La Nación

Según informe de Desarrollo Humano 2007-2008

Chile registra el mayor aumento en emisiones de CO2 de la región

Aunque el país aparece bien posicionado en el índice elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), no lo coloca en muy buen pie en materia de contaminación. El análisis puso acento en el cambio climático y contiene un llamado a los países ricos a detener el proceso, porque de concretarse la catástrofe "los daños serán irreversibles". El organismo expuso sus metas para al menos paliar el fenómeno.



El mundo dispone de menos de diez años para mitigar la amenaza del calentamiento global, un freno en la lucha para erradicar la pobreza, estimó el último Informe de Desarrollo Humano (IDH 2007-2008) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), publicado ayer en Brasil.

El problema es que Chile no aparece muy bien posicionado en esta materia. En rigor, el IDH 2007-2008 -dedicado al cambio climático- el país registra el mayor aumento en el nivel de emisiones de CO2 comparado con el resto de los países latinoamericanos y del Caribe. El dato favorable, eso sí, es que nuestro país está en el

vota por el artículo

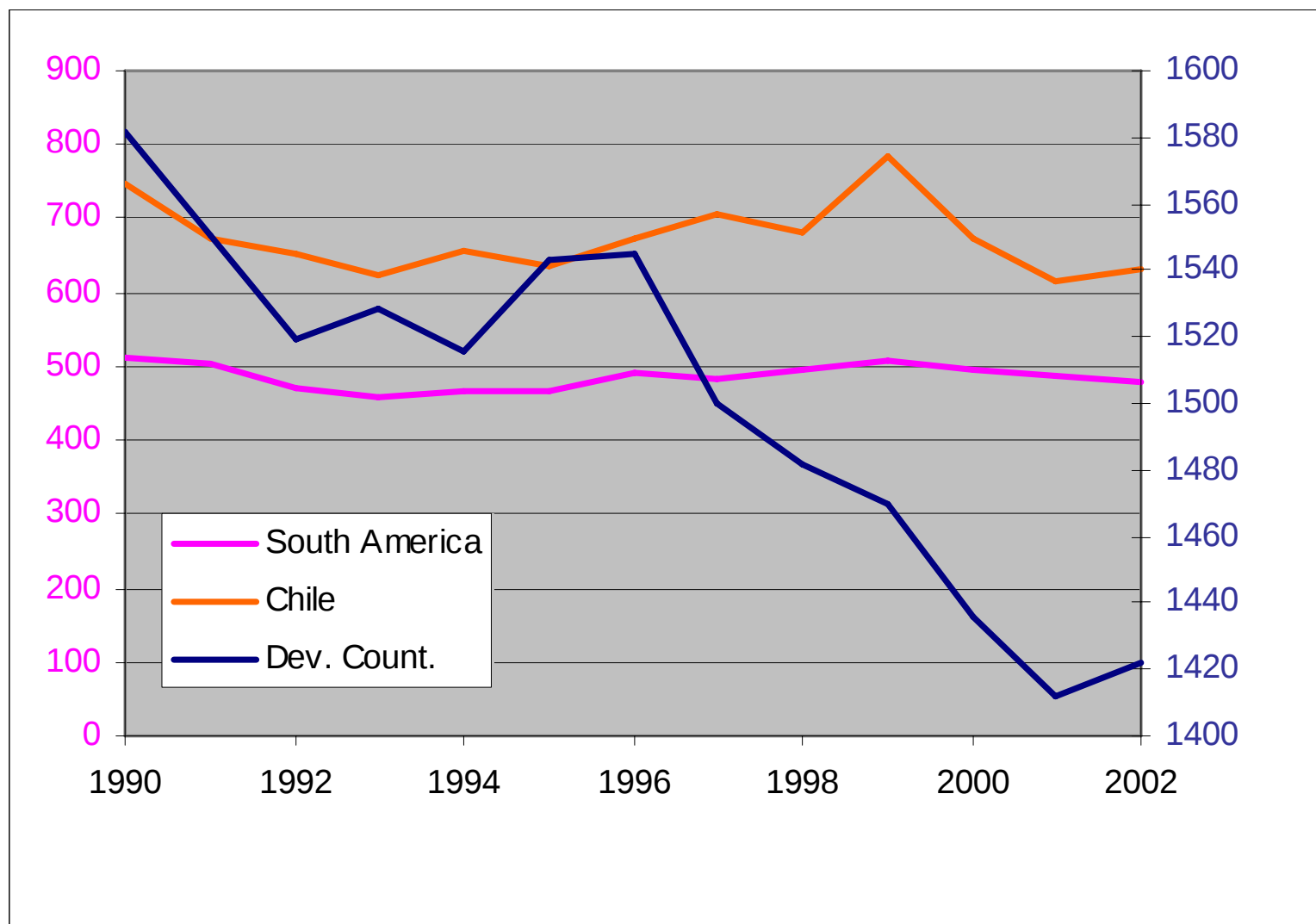


5 votos

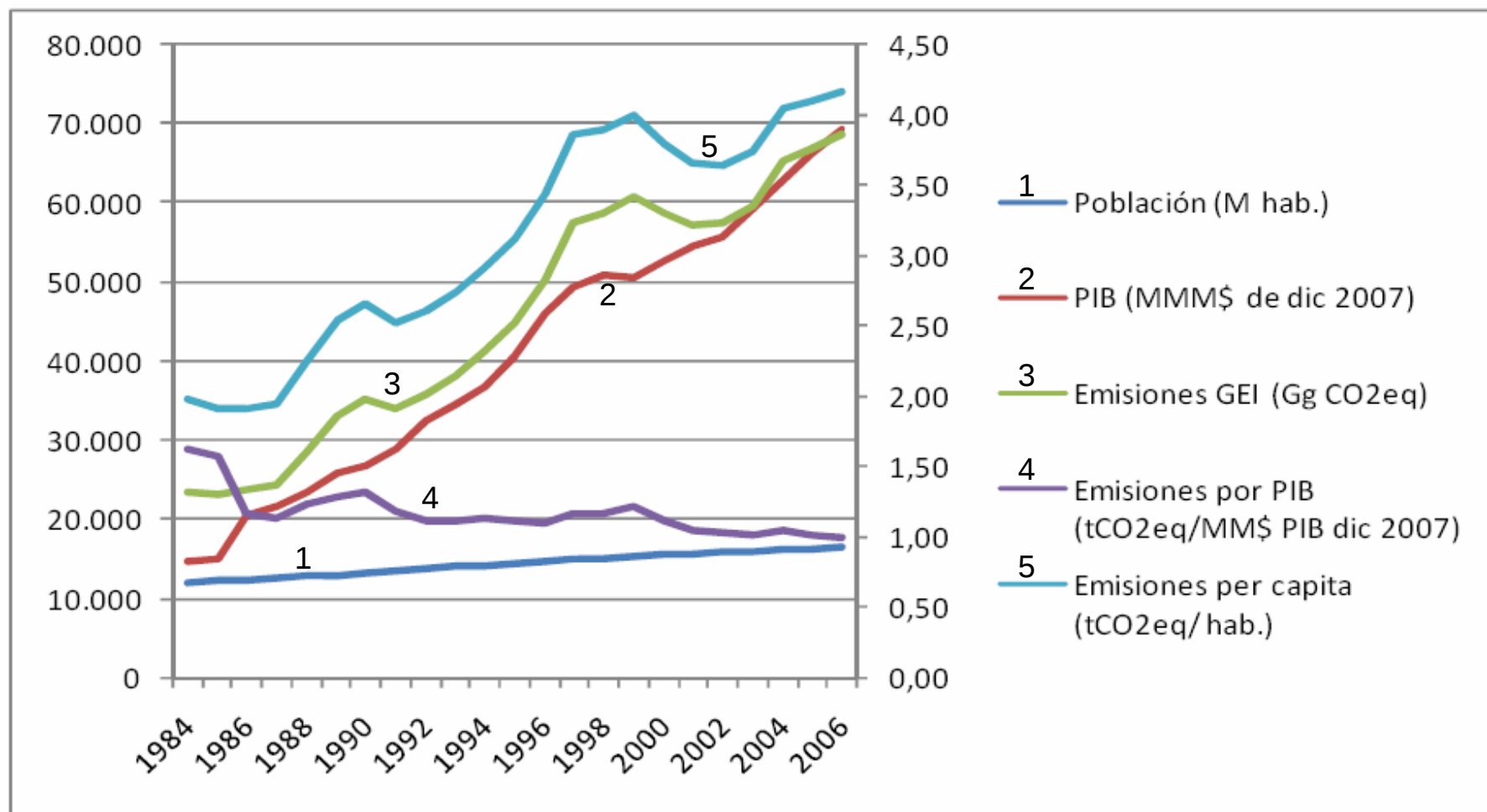
Resultado: 4,2

http://www.lanacion.cl/prontus_noticias_v2/site/artic/20071127/pags/20071127192731.html

Emisión de CO2 anual por PIB

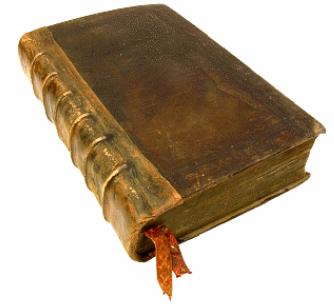


Emisión de CO₂ anual por PIB en ton CO2/MUS\$1995



Fuente: "Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero".
Elaborado por POCH Ambiental para CONAMA.

bibliografía principal



Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007.
IPCC Fourth Assessment Report - Climate Change 2007: The Physical Science Basis

Kiehl, J. T.; Kevin E. Trenberth (February 1997). "[Earth's Annual Global Mean Energy Budget](#)" (PDF). *Bulletin of the American Meteorological Society* **78** (2): 197–208.

World Resources Institute (WRI, www.wri.org)