GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Cambio climático 2007:

4º Informe de evaluación del IPCC

(www.ipcc.ch)

E. Rodríguez Camino
AEMet

Contenido

- ¿Qué es el IPCC?
- ¿Cuánto cambio climático se ha observado?
- ¿En qué medida es atribuible a actividades humanas?
- ¿Cuáles serán las proyecciones futuras del clima?
- Cambio en los sistemas biofísicos
- Sectores y sistemas especialmente afectados
- Adaptación para reducir los impactos
- Potencial de mitigación mediante diferentes tecnologías y actuaciones

[1] *Climate change* in IPCC usage refers to any change in climate over time, whether due to natural variability or as a result of human activity. This usage differs from that in the Framework Convention on Climate Change, where climate change refers to a change of climate that is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and that is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods.

¿Qué es el IPCC?

- Creado en 1988 por dos organizaciones de la ONU: OMM y PNUMA para evaluar “el riesgo del cambio climático inducido por el hombre”. El IPCC está abierto a todos los miembros de OMM y PNUMA.

- El IPCC es “neutro” con respecto a la política

- Objetivos:
  - Evaluar la información científica sobre CC
  - Evaluar los impactos del CC
  - Formular estrategias de respuesta

¿Qué hace el IPCC?

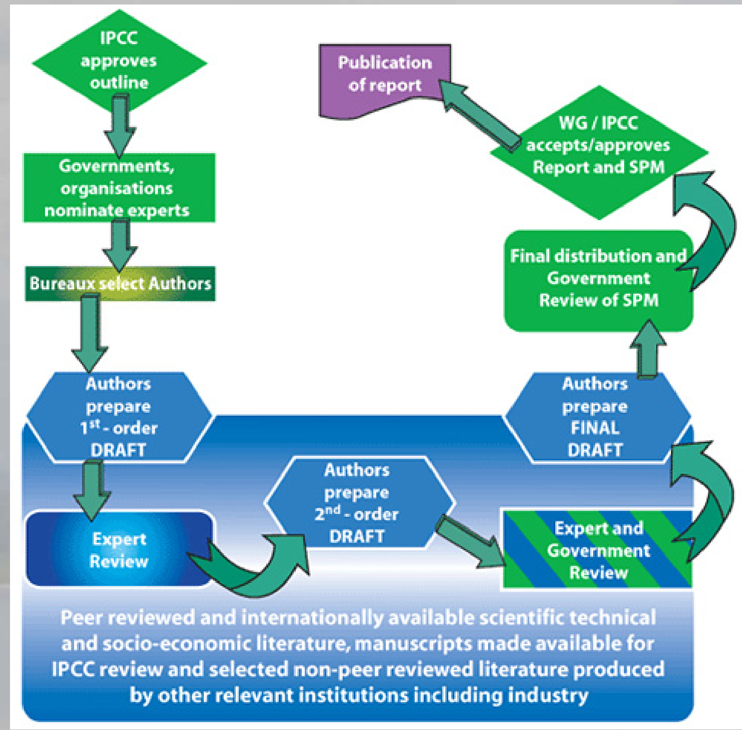
- Revisa y evalúa la información científica, técnica y socio-económica más reciente relevante a la comprensión del CC.

2500+ scientific expert reviewers
800+ contributing authors and
450+ lead authors from
130+ countries
6 years work
4 volumes
1 Report

- Genera a intervalos regulares (5-6 años) informes detallados y rigurosamente documentados que resumen el conocimiento actual y las futuras proyecciones del CC

¿Cómo trabaja el IPCC?

- 3 grupos de trabajo:
  - base científica física
  - impactos, adaptación y vulnerabilidad
  - mitigación
- Revisión → parte esencial que asegura evaluación completa y objetiva de la información disponible
- Revisores expertos y gobiernos comentan los temas científicos y técnicos
- Amplia circulación
- Puntos de vista diferentes aparecen reflejados en los documentos.



Valencia, 17-11-2007

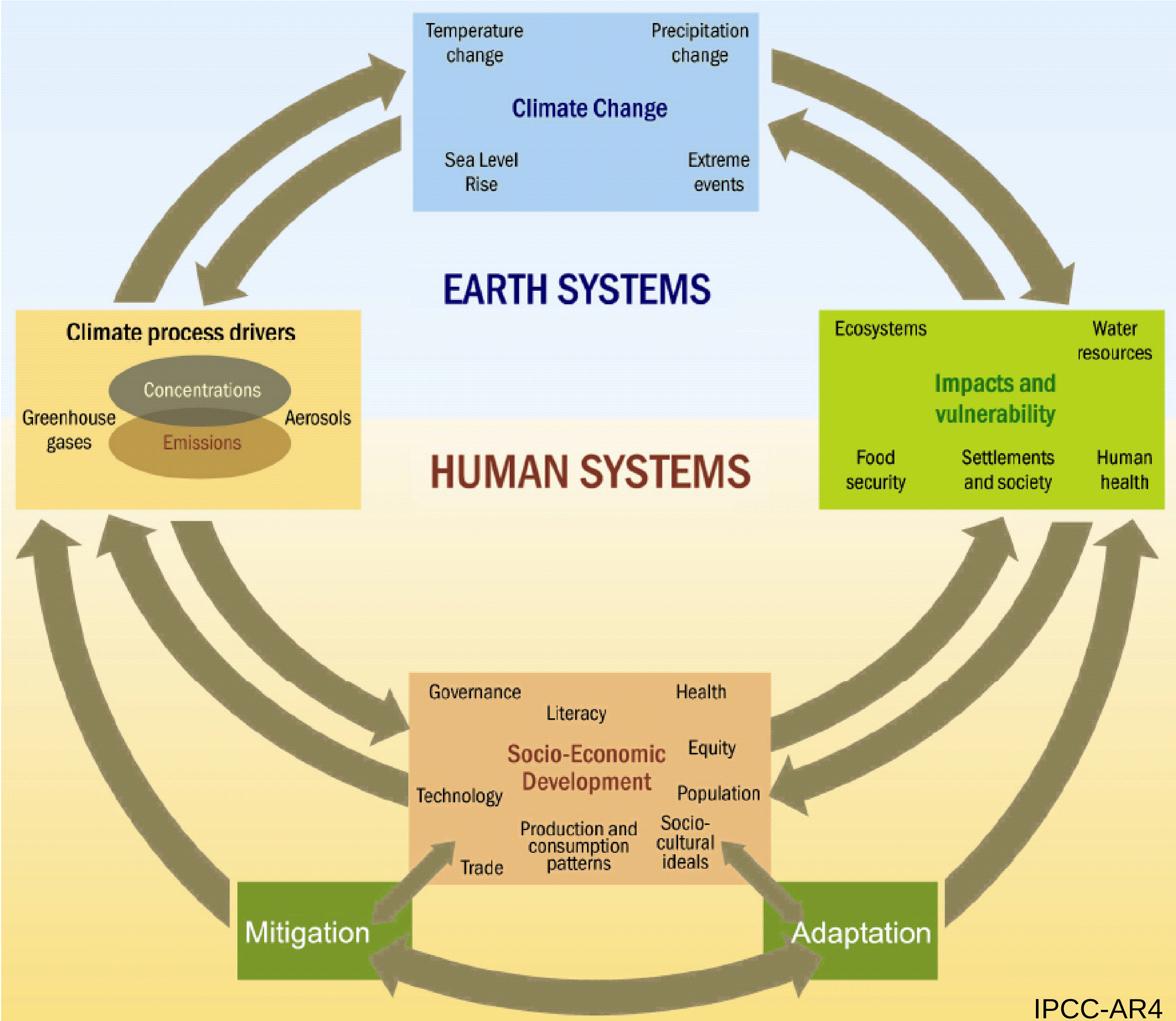
Vision of UN Secretary-General on Climate Change

- "Climate change is a serious threat to development everywhere"
- "Today, the time for doubt has passed. The IPCC has unequivocally affirmed the warming of our climate system, and linked it directly to human activity"
- "Slowing or even reversing the existing trends of global warming is the defining challenge of our ages"
- "Galvanising international action on global warming as one of main priorities as Secretary General"

WMO INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) UNEP

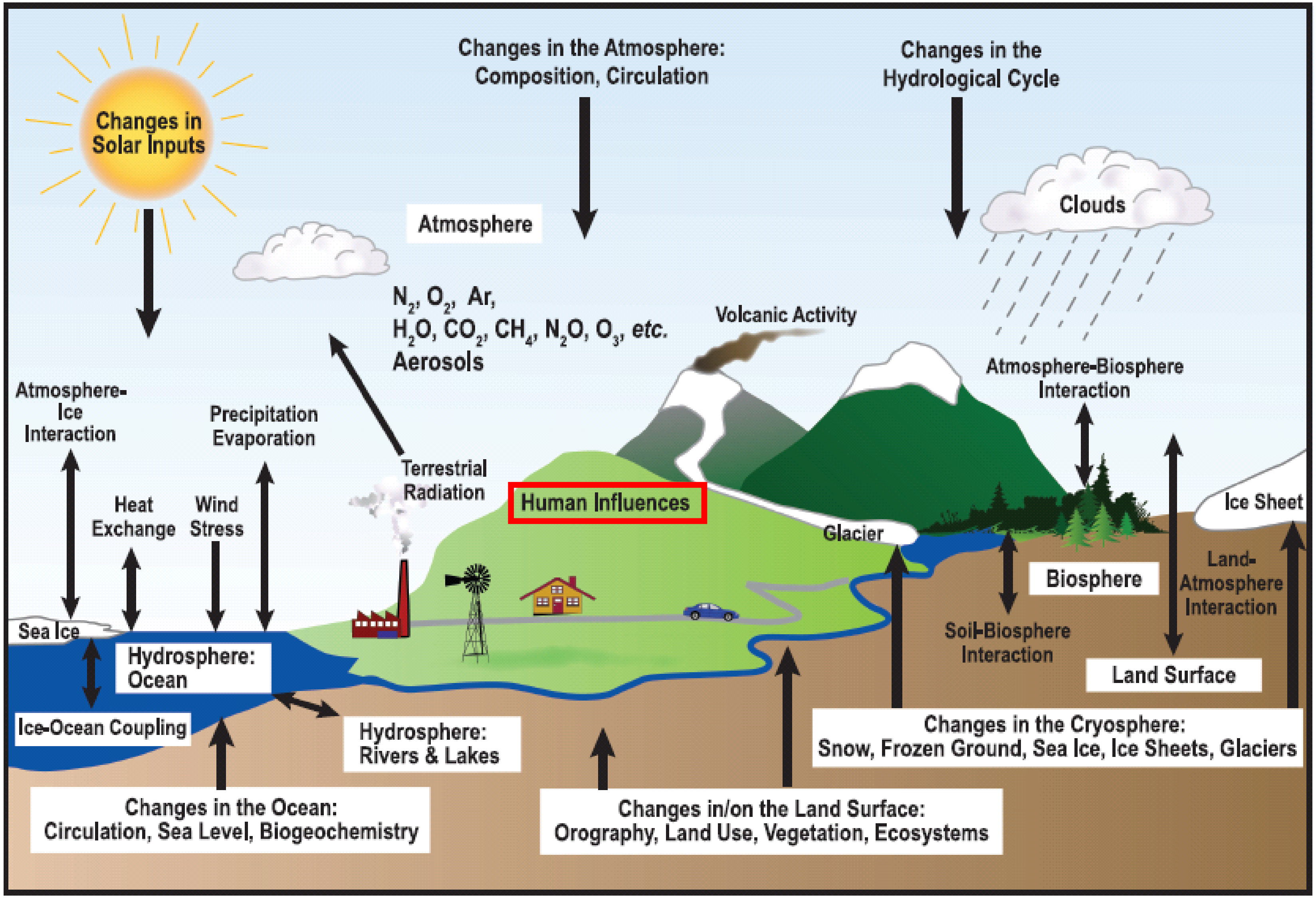
CSI

Schematic framework of anthropogenic climate change drivers, impacts and responses



IPCC-AR4

Sistema climático

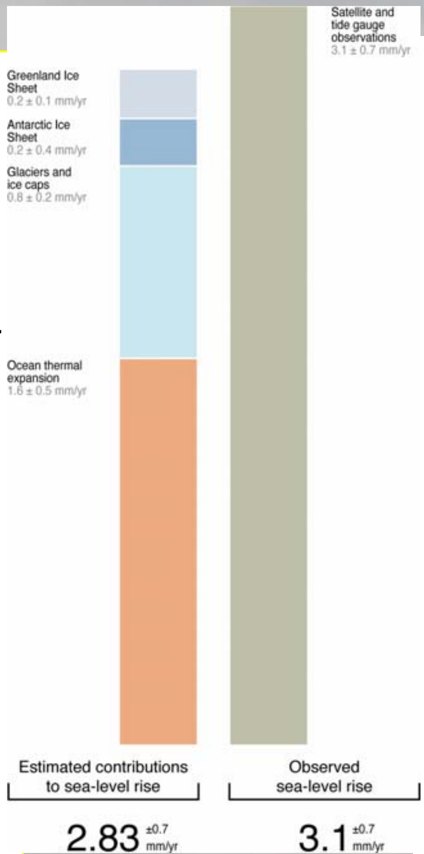


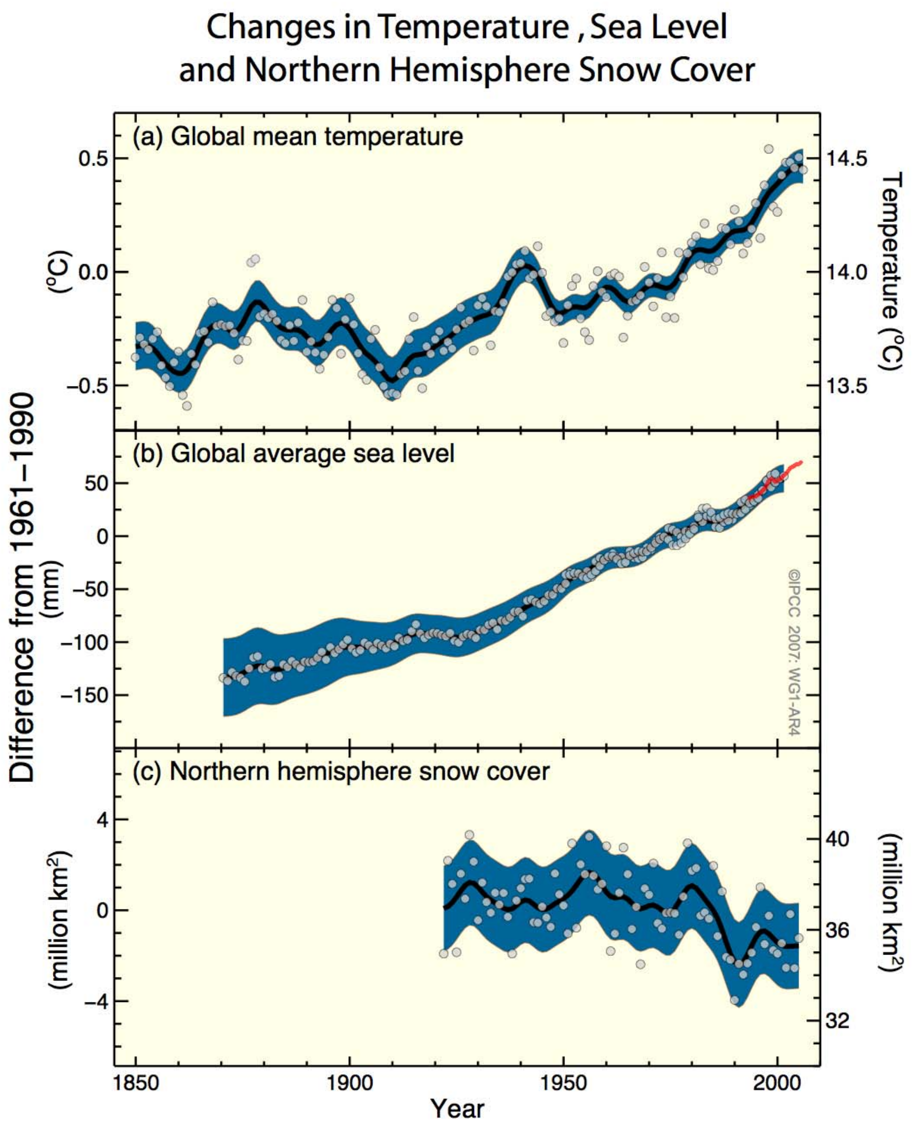
¿Existe el CAMBIO CLIMATICO?

El calentamiento del sistema climático es inequívoco,

tal y como se evidencia de las observaciones del incremento de las temperaturas globales medias del aire y del océano, de la fusión de las nieves y hielos y de la elevación global del nivel medio del mar

(IPCC-AR4 *dixit*)

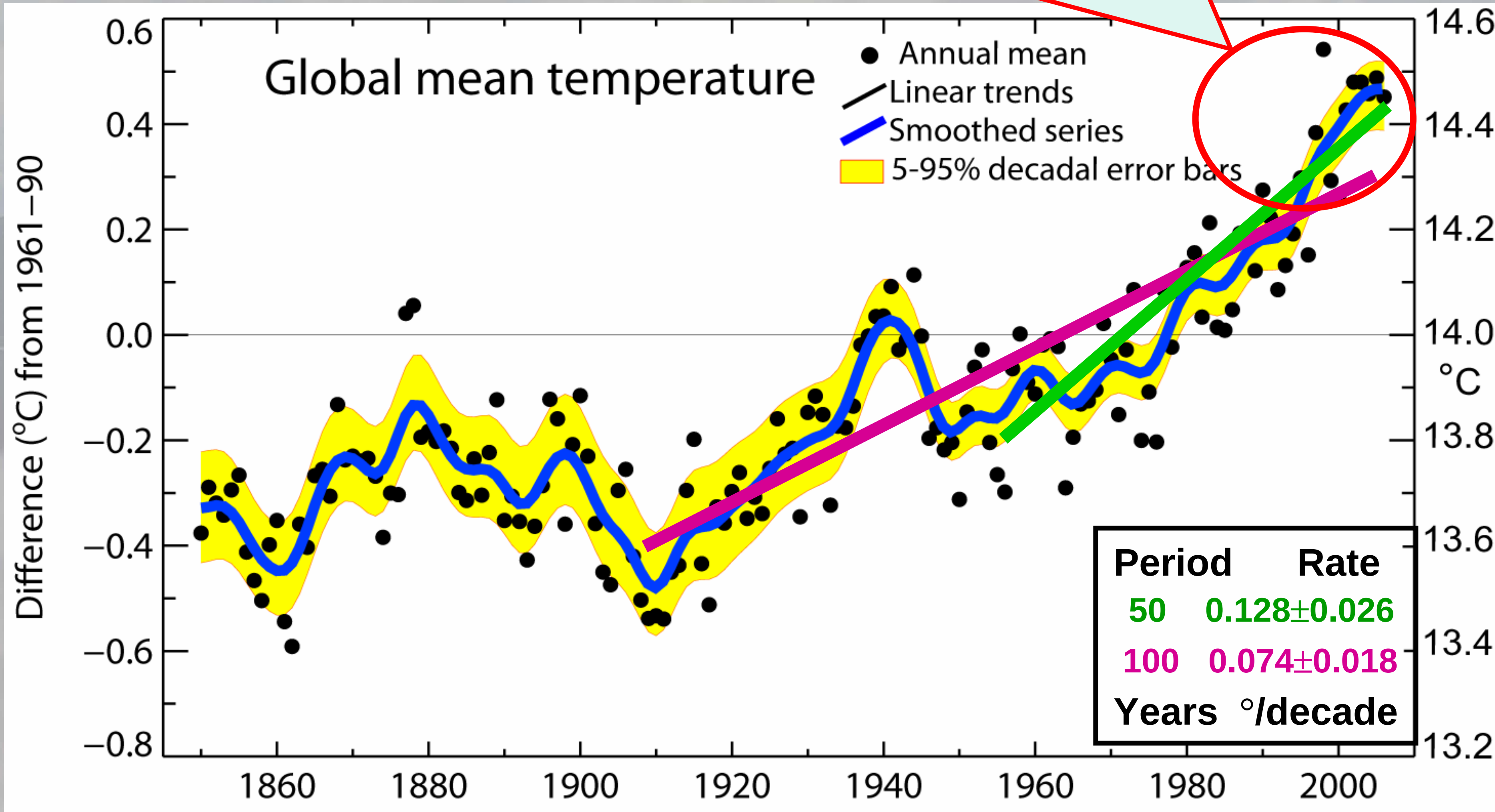


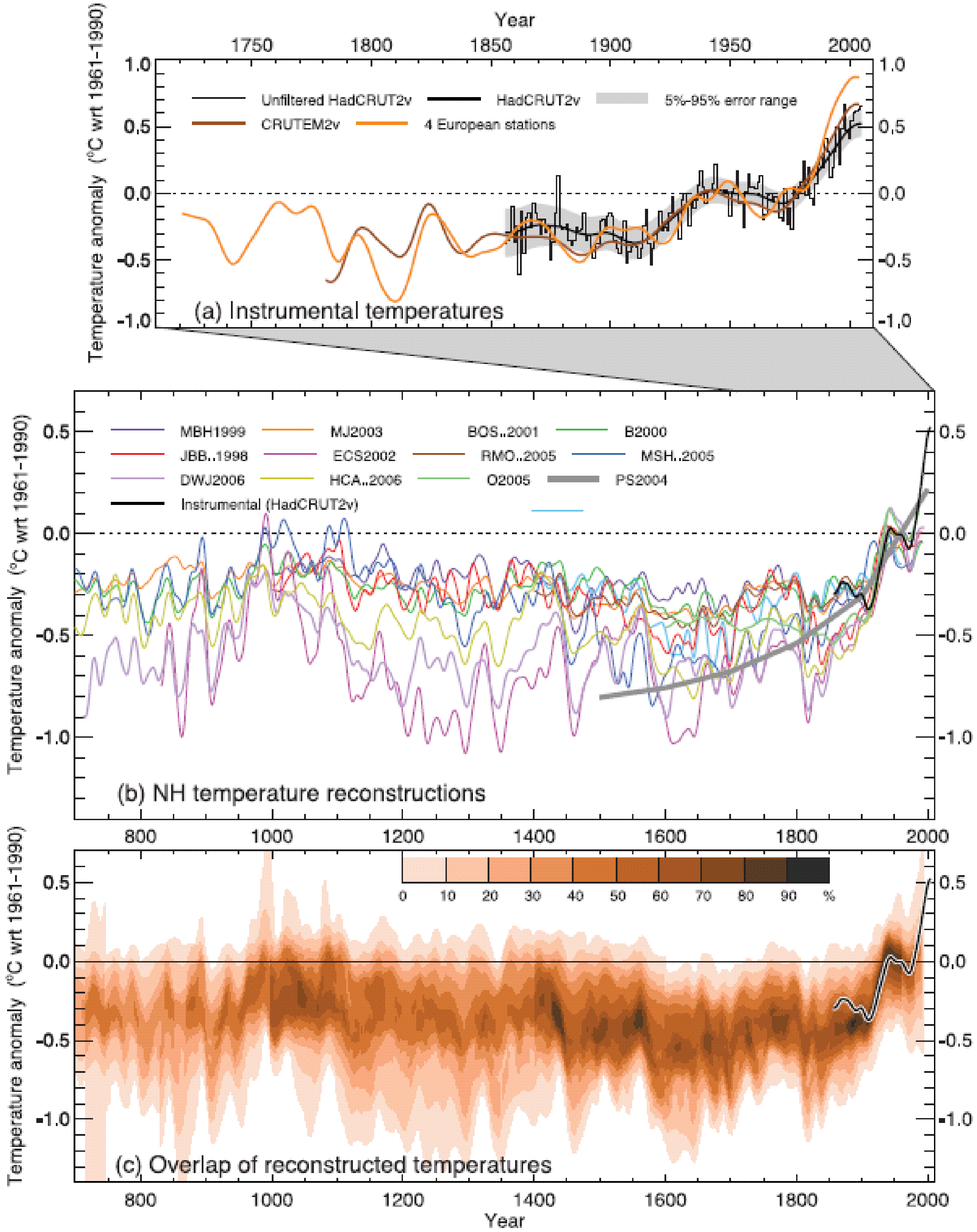


CSI 11

Temperaturas globale … deprisa

Los 12 años más cálidos:
1998,2005,2003,2002,2004,2006,
2001,1997,1995,1999,1990,2000

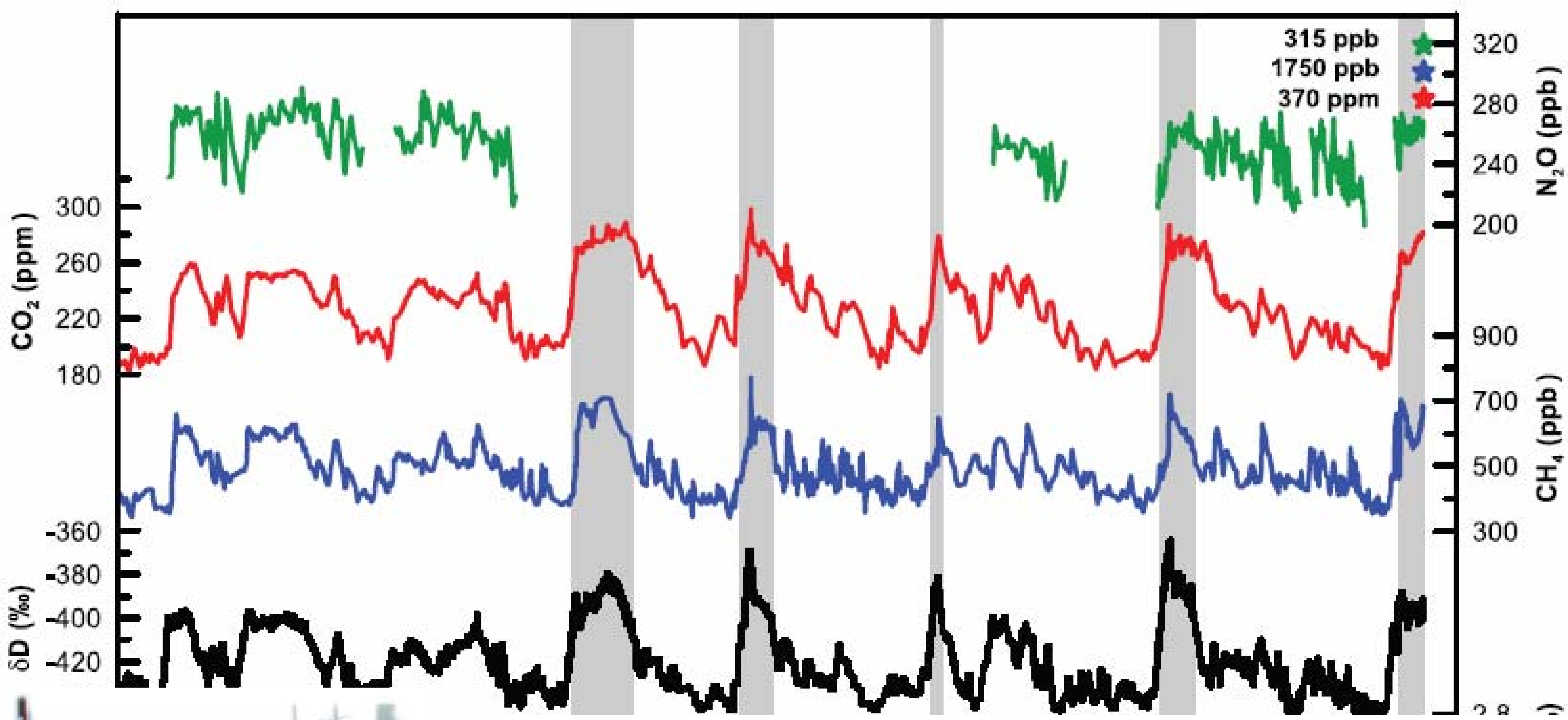




Los últimos 2000 años

(IPCC-AR4, 2007)

EL CLIMA ESTÁ EN PERMANENTE EVOLUCIÓN!!



Todo cambia, nada permanece.

“No podemos bañarnos dos veces en el mismo río”.

Heráclito de Éfeso (siglo V, a.C)

Cambio de temperaturas en España

Brunet et al. 2006

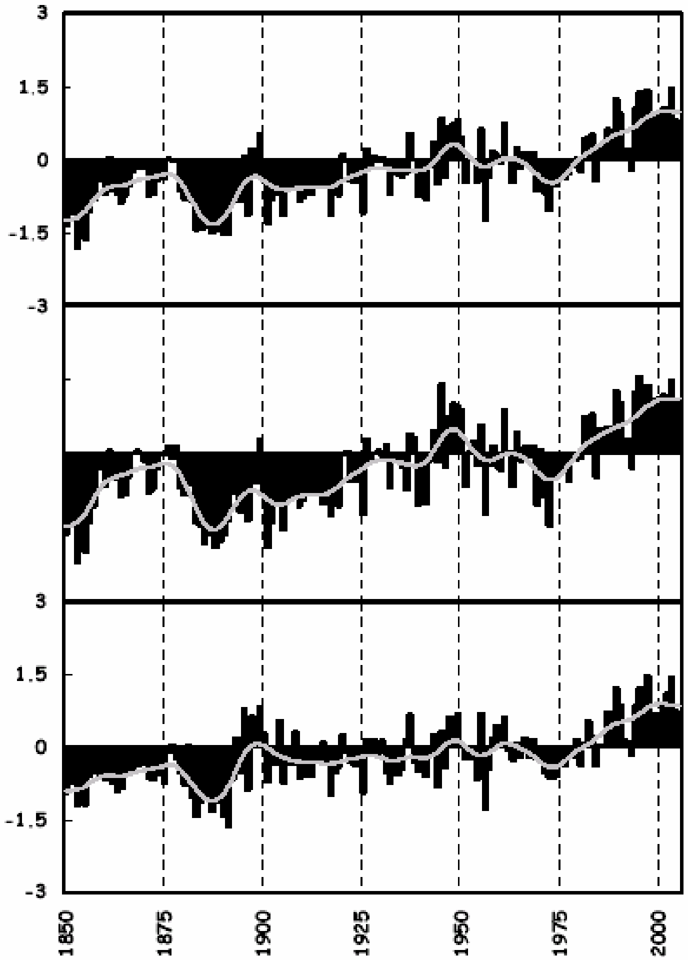
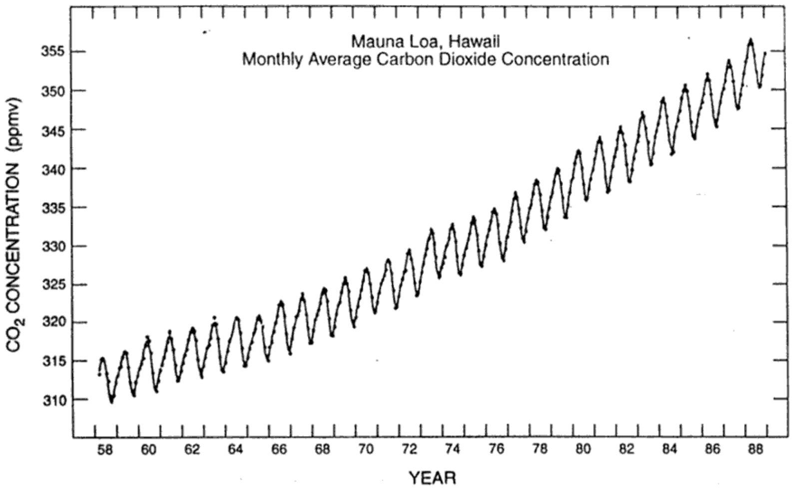


Tabla 2.1.- Tendencias anuales y estacionales de las temperaturas diarias (en ºC/década) junto a sus intervalos de confianza al 95% calculadas para diversos periodos. En negrita (italica) coeficientes significativos al 1% (5%).

Periodos	1850-2005	1901-2005	1901-1949	1950-1972	1973-2005
Temperaturas medias diarias					
Anual	**0.10** (0.08/0.12)	**0.13** (0.10/0.16)	**0.22** (0.11/0.31)	-0.19 (-0.53/0.12)	**0.48** (0.36/0.66)
Invierno	**0.10** (0.07/0.14)	**0.14** (0.08/0.20)	0.10 (-0.08/0.32)	0.11 (-0.58/0.68)	0.27 (-0.09/0.56)
Primavera	**0.08** (0.05/0.12)	**0.12** (0.06/0.17)	**0.25** (0.06/0.43)	-0.52 (-1.03/0.05)	**0.77** (0.54/0.97)
Verano	**0.09** (0.06/0.11)	**0.13** (0.08/0.18)	**0.23** (0.07/0.38)	-0.29 (-0.71/0.13)	**0.67** (0.41/0.92)
Otoño	**0.10** (0.07/0.13)	**0.12** (0.08/0.17)	**0.26** (0.09/0.42)	-0.08 (-0.57/0.53)	*0.29* (0.02/0.58)
Temperaturas máximas diarias					
Anual	**0.11** (0.09/0.14)	**0.17** (0.13/0.21)	**0.37** (0.25/0.46)	-0.28 (-0.74/0.16)	**0.51** (0.34/0.66)
Invierno	**0.12** (0.09/0.15)	**0.16** (0.10/0.21)	0.18 (-0.02/0.36)	-0.04 (-0.61/0.62)	*0.35* (0.06/0.60)
Primavera	**0.11** (0.06/0.15)	**0.17** (0.11/0.23)	**0.37** (0.16/0.60)	-0.62 (-1.38/0.09)	**0.82** (0.53/1.15)
Verano	**0.10** (0.06/0.13)	**0.18** (0.12/0.24)	**0.44** (0.27/0.64)	-0.30 (-0.88/0.17)	**0.73** (0.43/1.04)
Otoño	**0.12** (0.09/0.15)	**0.17** (0.10/0.22)	**0.44** (0.26/0.64)	-0.12 (-0.84/0.70)	0.13 (-0.17/0.47)
Temperaturas mínimas diarias					
Anual	**0.08** (0.06/0.10)	**0.09** (0.06/0.12)	0.08 (-0.02/0.18)	-0.13 (-0.51/0.14)	**0.47** (0.31/0.65)
Invierno	**0.09** (0.06/0.13)	**0.12** (0.05/0.19)	0.06 (-0.15/0.24)	0.15 (-0.56/0.78)	0.06 (-0.28/0.62)
Primavera	**0.07** (0.04/0.09)	**0.08** (0.03/0.13)	*0.15* (0.01/0.31)	-0.19 (-0.72/0.29	**0.66** (0.46/0.84)
Verano	**0.08** (0.05/0.10)	**0.09** (0.04/0.13)	0.00 (-0.13/0.14)	-0.26 (-0.60/0.08)	**0.62** (0.38/0.93)
Otoño	**0.08** (0.05/0.11)	**0.08** (0.04/0.13)	0.09 (-0.06/0.25)	-0.13 (-0.41/0.33)	**0.43** (0.18/0.77)

AUMENTO CONTINUO CO2



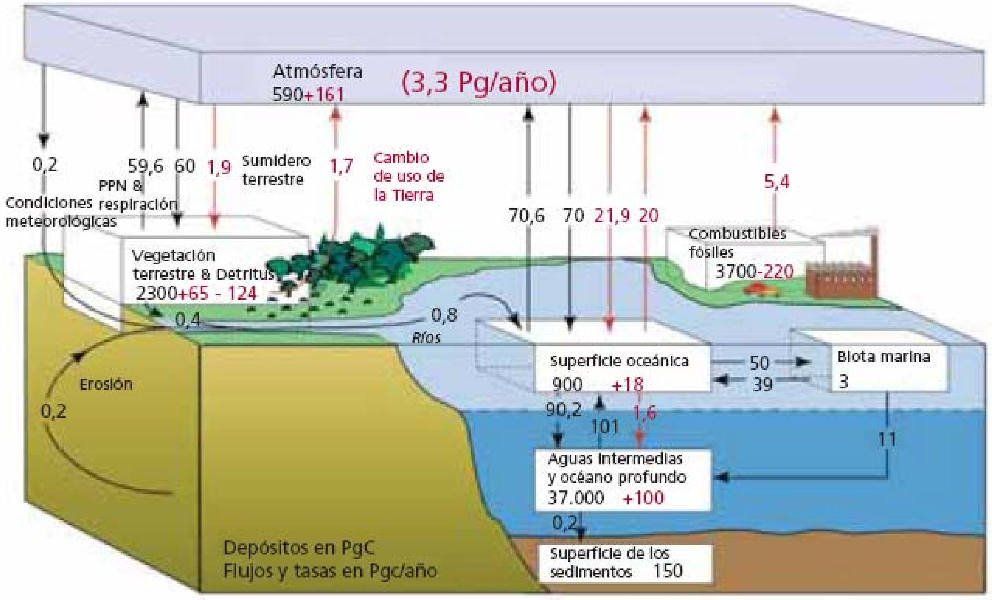
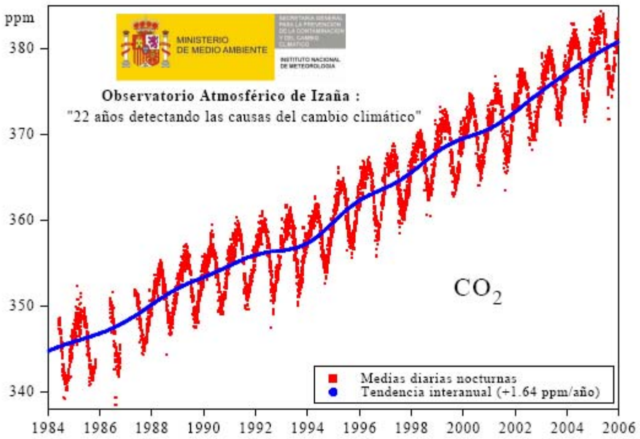
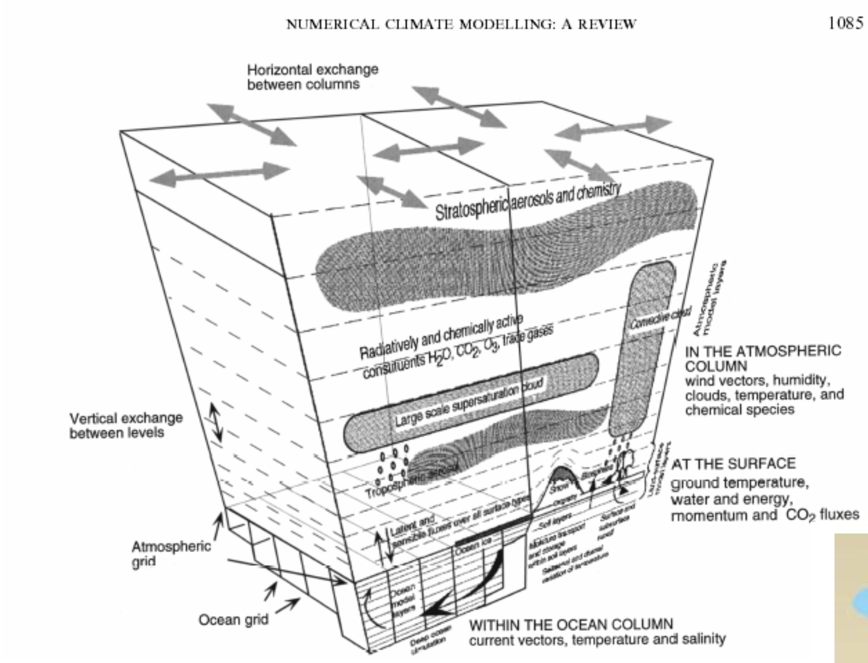
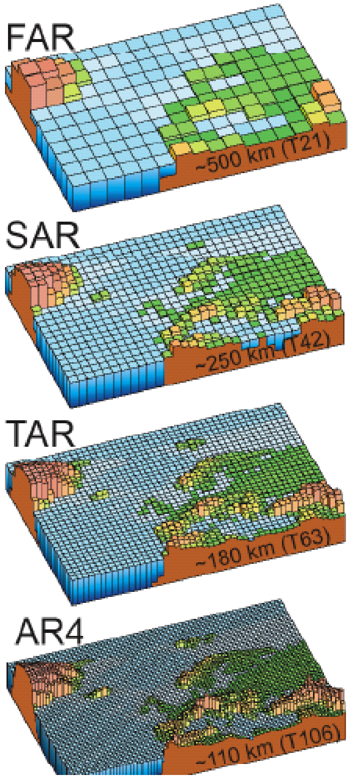


Figura 4.4. Los flujos (representados por flechas) están en Pg (10^{15} g) C $año^{-1}$ y los reservorios (representados por cajas) en Pg C. Las flechas y cifras en negro representan el ciclo natural y las flechas y cifras en rojo representan la alteración de los flujos y reservorios por la actividad humana.
Fuente: Sarmiento y Gruber, 2002.



Perturbación del ciclo del carbono!!





Modelos numéricos para clima

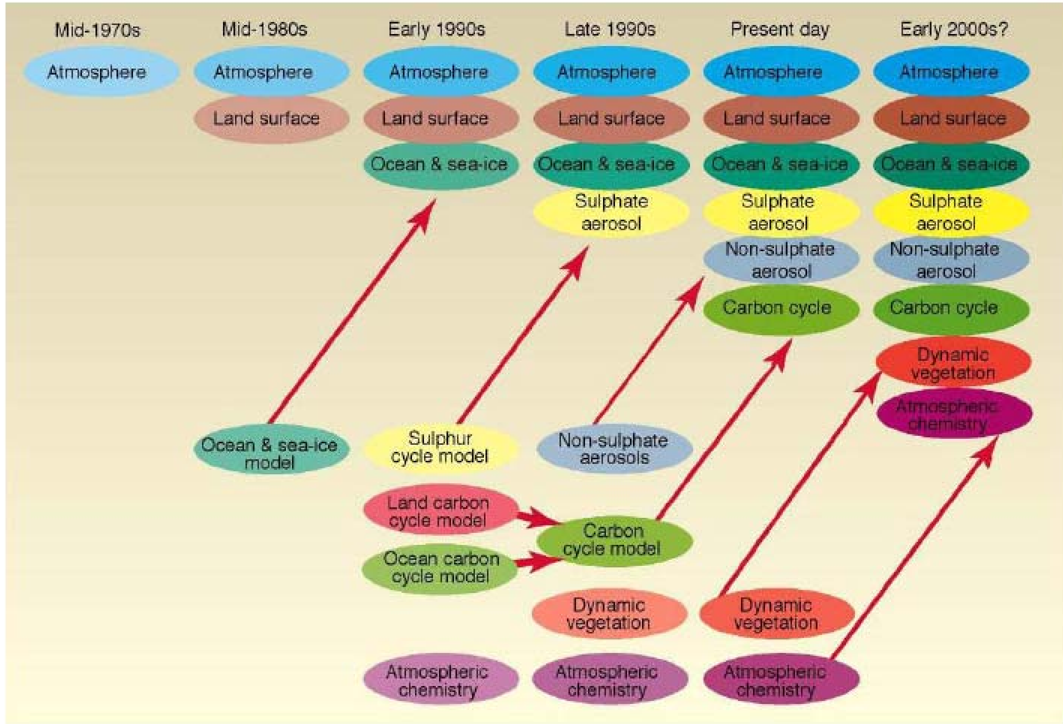


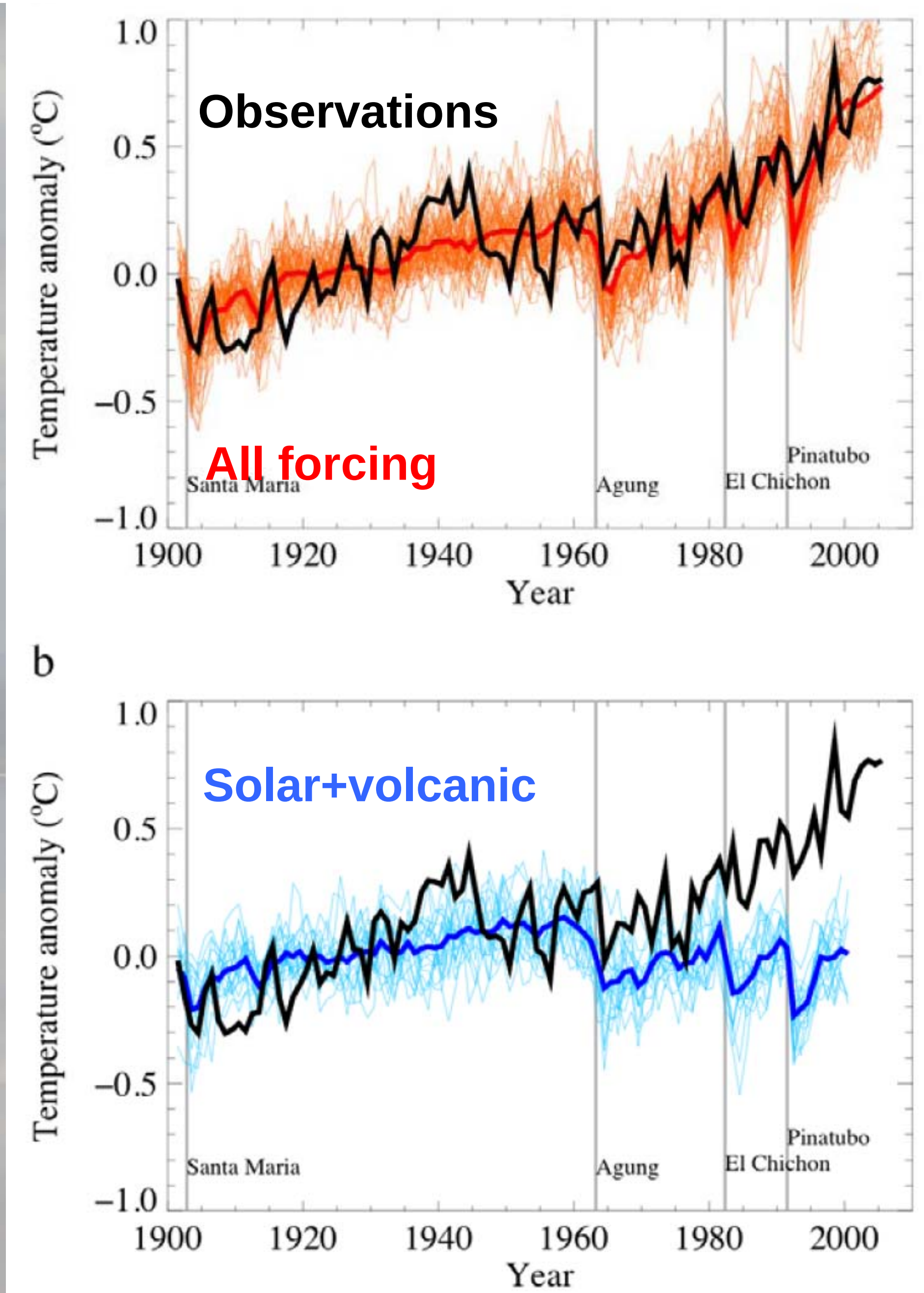
Fig. 2.- Componentes del sistema climático que se han ido añadiendo en la formulación de los AOGCMs, desde los modelos puramente atmosféricos que se utilizaban en los años 70 a los de última generación que constan de ocho componentes fuertemente acoplados entre sí (fuente: IPCC, 2001).

Atribucion: causas del calentamiento global

- Son los cambios observados consistentes con

☑Respuestas esperadas a forzamientos

☒Inconsistentes con las explicaciones alternativas



(AR4, 2007)

(AR4-IPCC, 2007)

Comprensión y atribución del cambio climático

Calentamiento continental probablemente muestra una significativa contribución antropogénica en los pasados 50 años

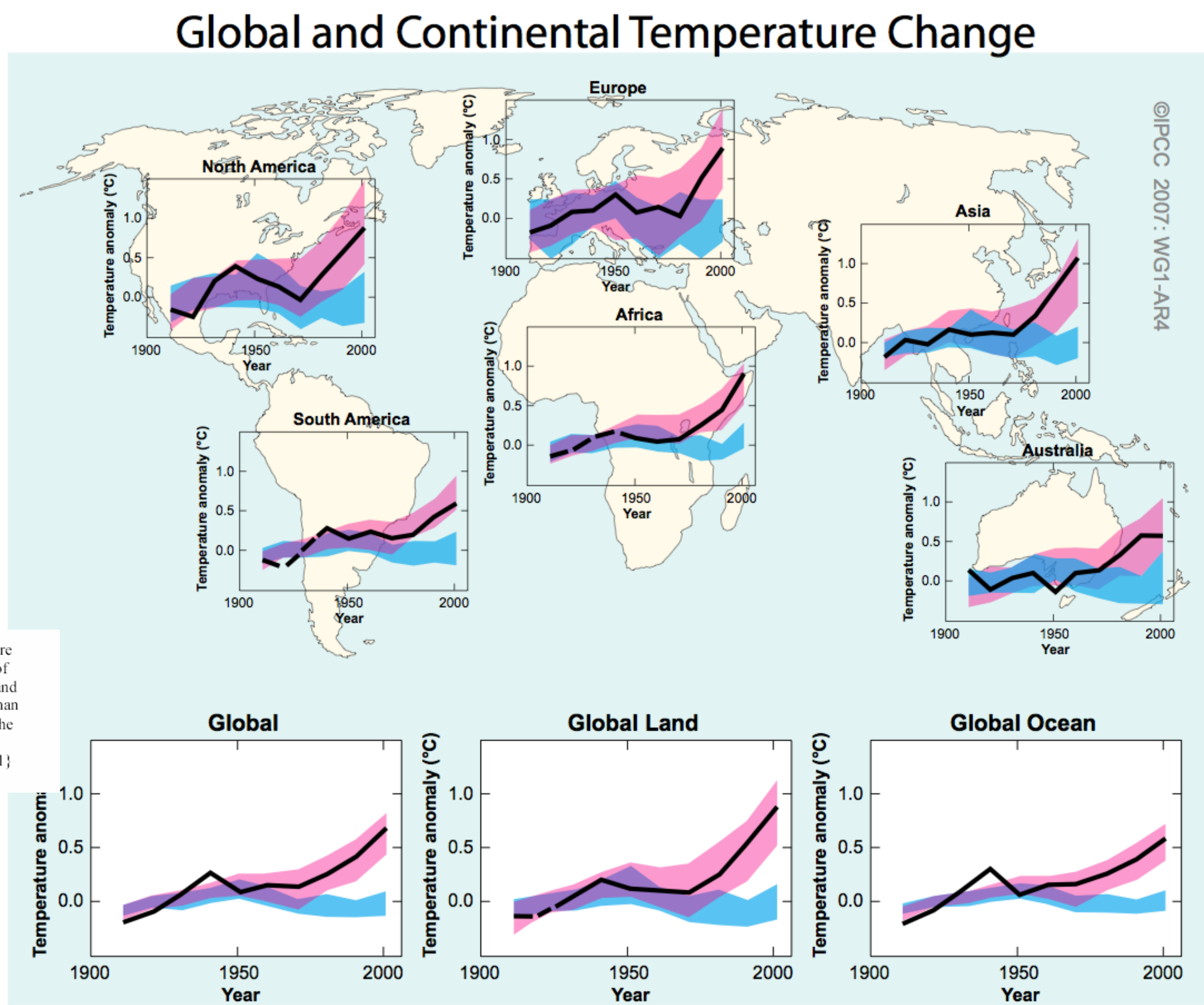


FIGURE SPM-4. Comparison of observed continental- and global-scale changes in surface temperature with results simulated by climate models using natural and anthropogenic forcings. Decadal averages of observations are shown for the period 1906–2005 (black line) plotted against the centre of the decade and relative to the corresponding average for 1901–1950. Lines are dashed where spatial coverage is less than 50%. Blue shaded bands show the 5–95% range for 19 simulations from 5 climate models using only the natural forcings due to solar activity and volcanoes. Red shaded bands show the 5–95% range for 58 simulations from 14 climate models using both natural and anthropogenic forcings. {FAQ 9.2, Figure 1}

CAMBIO CLIMATICO MUY PROBABLEMENTE (90%) DE ORIGEN ANTROPOGENICO (AR4)

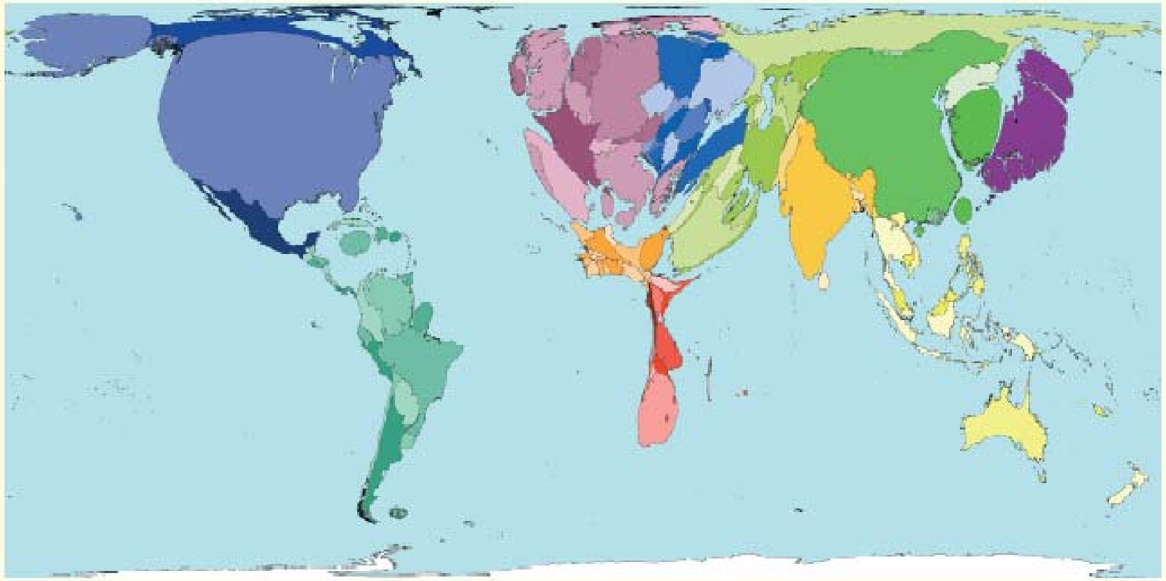
¿Qué ha dicho el IPCC en los informes anteriores?

- FAR (1990) → la detección inequívoca no es probable en una década
- SAR (1995) → el balance de las evidencias sugiere una influencia humana discernible
- TAR (2001) → la mayor parte de calentamiento de los pasados 50 años es probablemente (66%) atribuible a causas humanas
- AR4 (2007) → la mayor parte del calentamiento es muy probablemente (90%) atribuible a los gases de efecto invernadero

¿Quién es el principal responsable del cambio climático?

Greenhouse Gases

Produced by the SASI group (Sheffield) and Mark Newman (Michigan)



Greenhouse gases trap heat in the earth's atmosphere, causing it to warm up. The greenhouse gases shown here are carbon dioxide, methane and nitrous oxide. These gases account for 98% of the greenhouse effect. Other greenhouse gases, not shown here, are various fluorocarbons and sulphur hexafluoride.

The territories that emit the most greenhouse gases are the United States, China, the Russian Federation and Japan. However, the most emissions per person are in Qatar: equivalent to 86 tonnes of carbon dioxide per year. Qatar has significant oil and gas reserves, and in 2002 was populated by 600,000 people.

Territory size shows the proportion, by their global warming potential, of all greenhouse gas emissions that come from there.

Land area

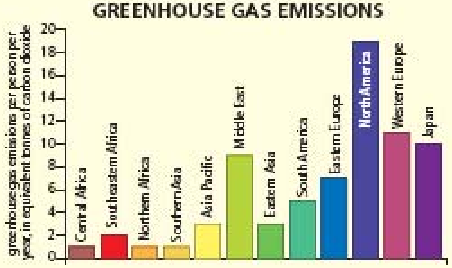
Technical notes
- Data are from the United Nations Statistics Division, 2005.
- *Greenhouse gases measured in equivalent tonnes of carbon dioxide based on global warming potential. Niue recorded as 0 in source data.
- See website for further information.

MOST AND LEAST GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Rank	Territory	Value	Rank	Territory	Value
1	Qatar	86	191	Mozambique	0.18
2	Jamaica	45	192	Eritrea	0.18
3	Bahrain	37	193	Madagascar	0.18
4	Kuwait	27	194	United Republic Tanzania	0.18
5	Luxembourg	27	195	Liberia	0.16
6	Australia	27	196	Sierra Leone	0.12
7	Brunei Darussalam	26	197	Nepal	0.11
8	Paraguay	25	198	Afghanistan	0.05
9	United Arab Emirates	25	199	Marshall Islands	0.05
10	United States	23	200	Niue	0.00

*tonnes of greenhouse gases emitted per person per year in 2002**

GREENHOUSE GAS EMISSIONS



"Now during high tides, the water comes right across the ground, where the houses are, and it never happened before ..."

Elia Tauita, 2002

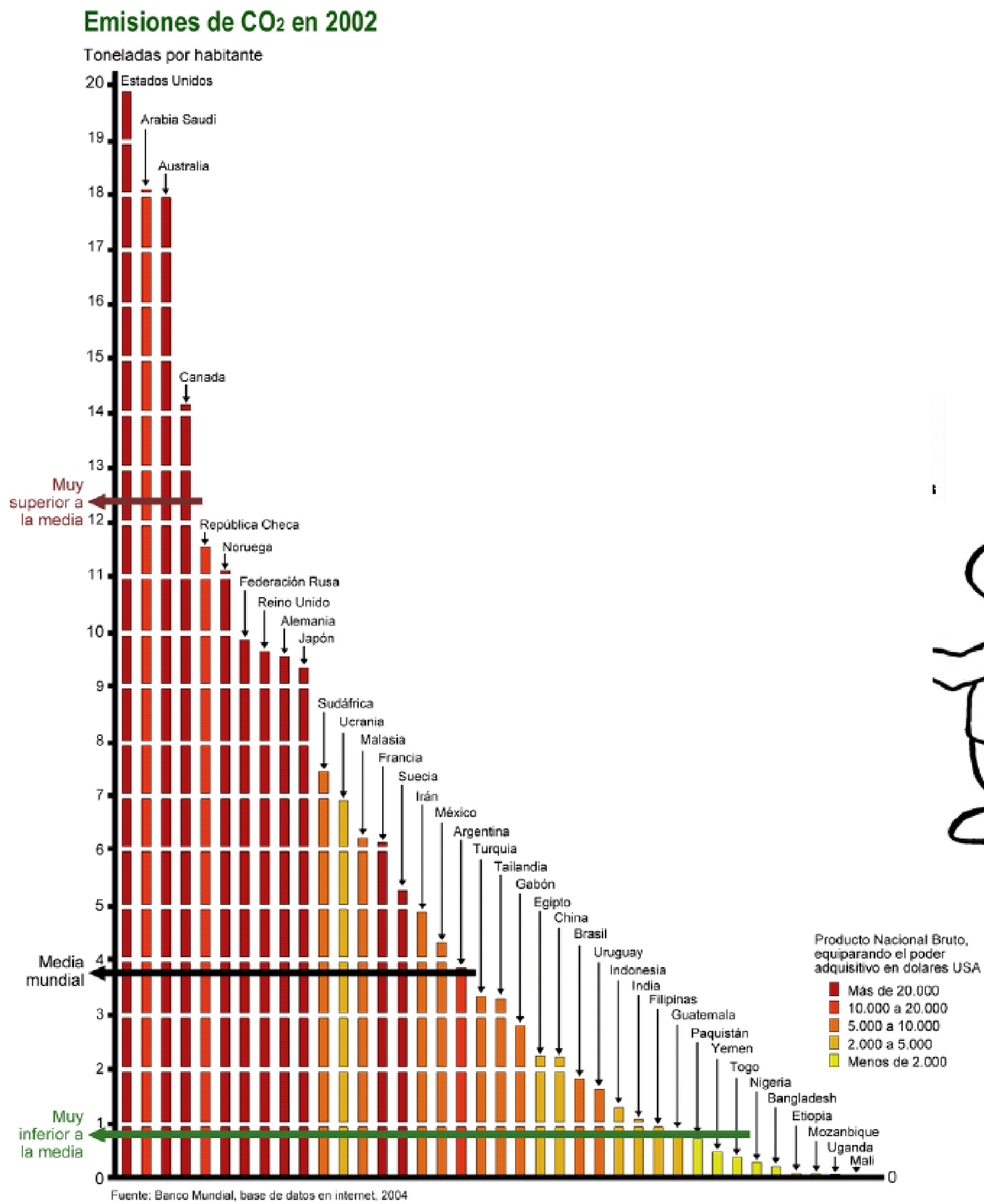


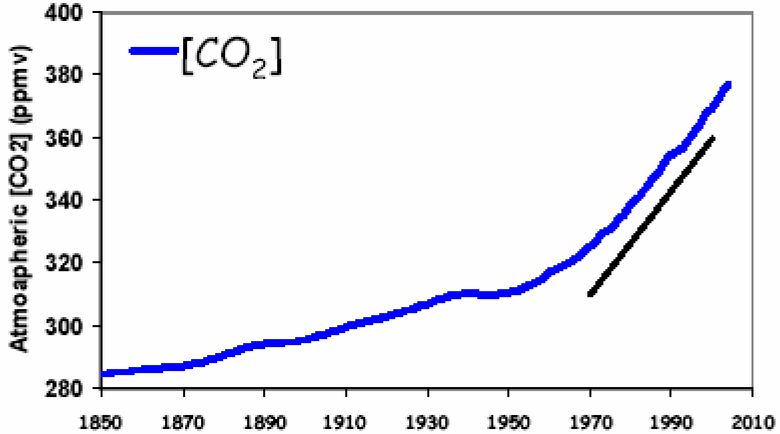
Imagen: Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas / GRID-Arendal

Calcula tus emisiones de CO2:

http://www.ceroco2.org/

Concentración de CO2 en la atmósfera

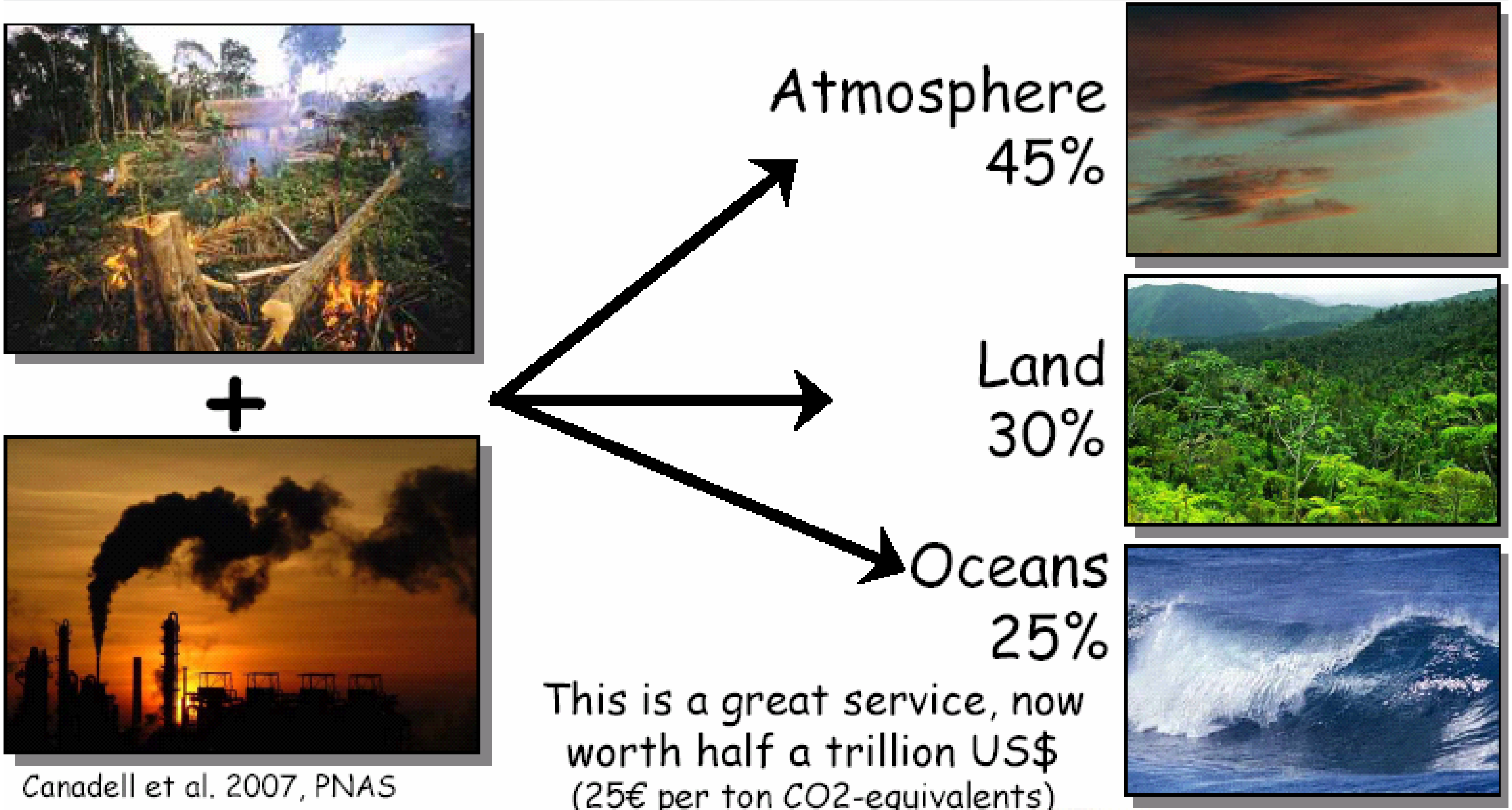
Year 2007
Atmospheric CO_2 concentration:
382.6 ppm
35% above pre-industrial



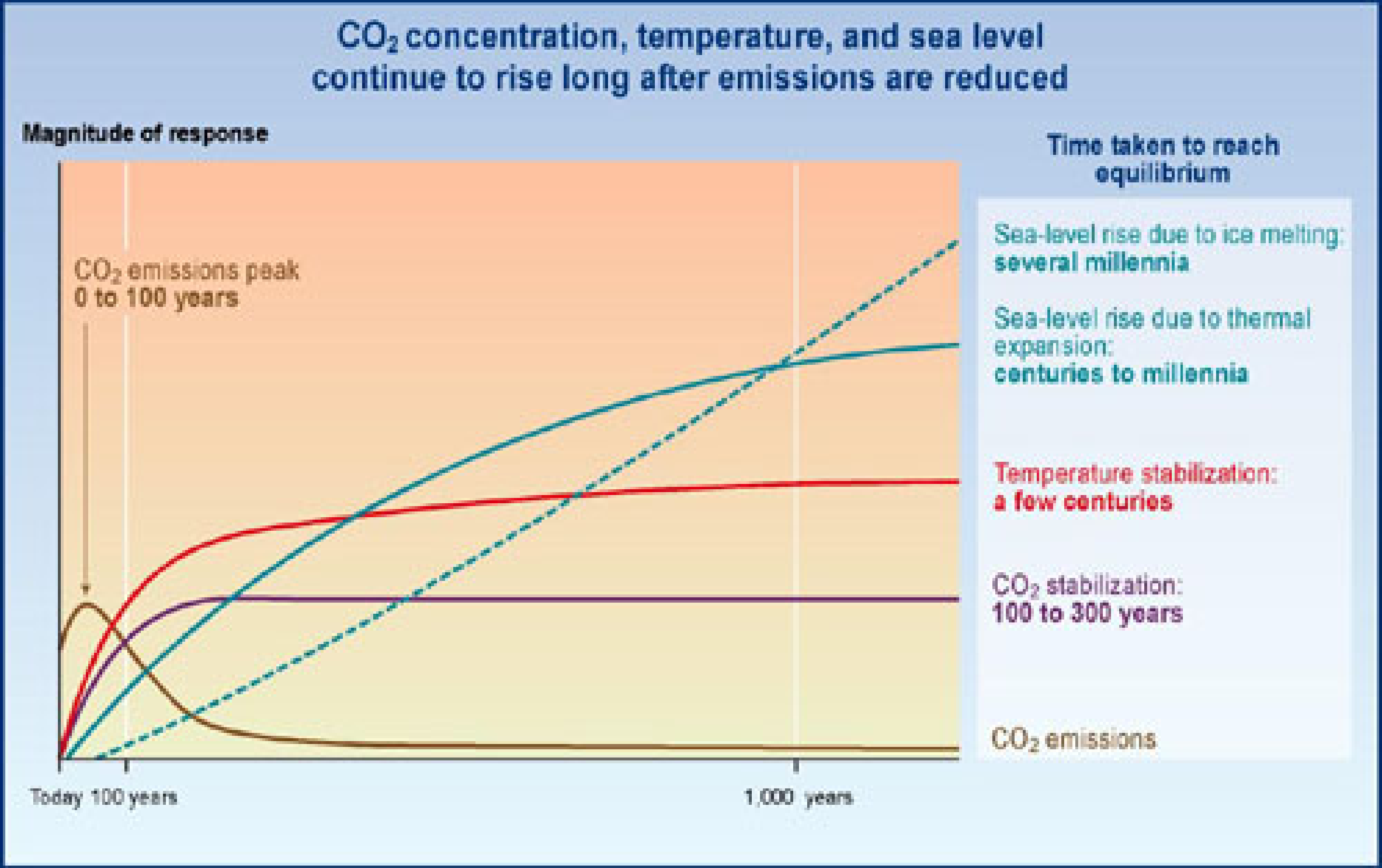
1970 – 1979: 1.3 ppm y^{-1}
1980 – 1989: 1.6 ppm y^{1}
1990 – 1999: 1.5 ppm y^{-1}

2000 - 2006: 1.9 ppm y^{-1}

Destino de las emisiones antropogénicas de CO_2 (2000-2006)

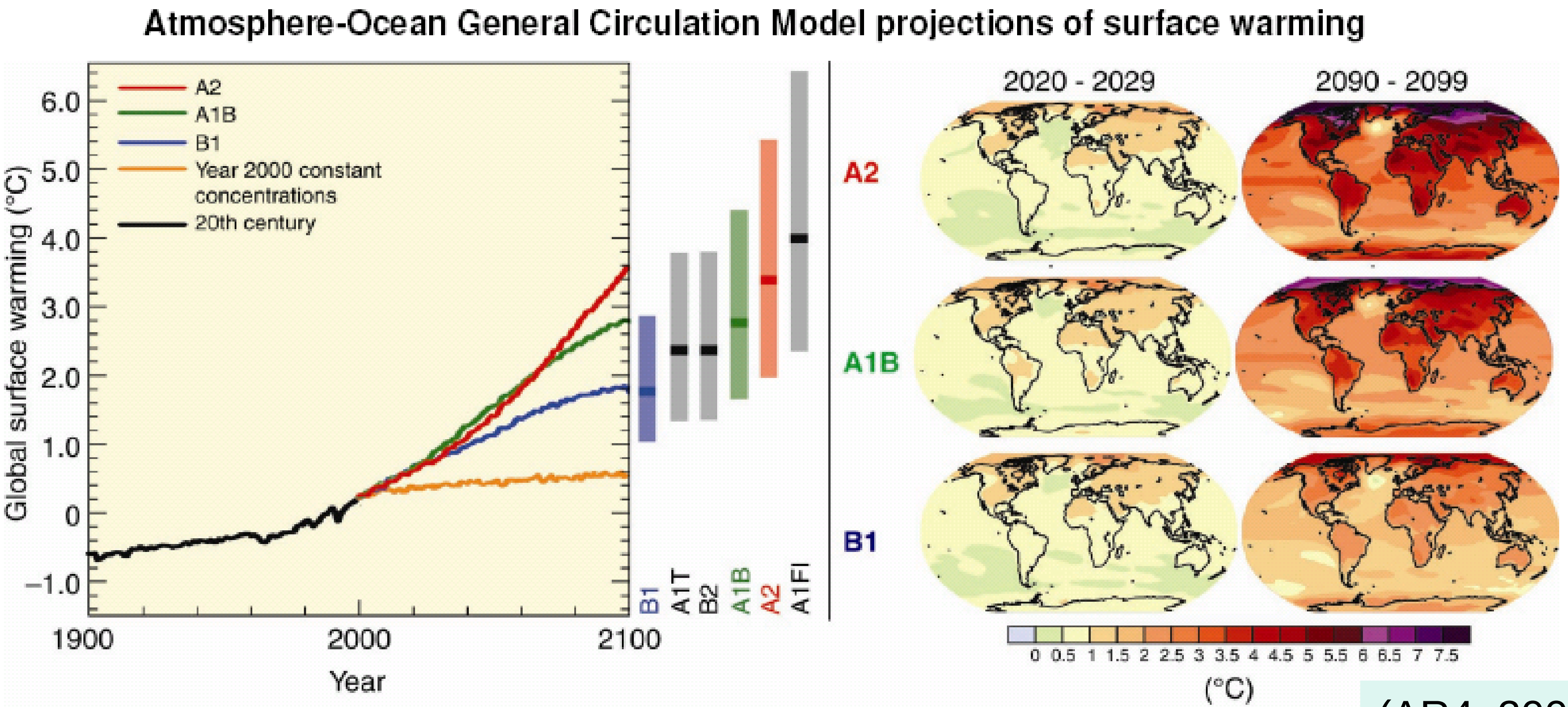


Inercia del sistema climático



SYR - FIGURE 5-2

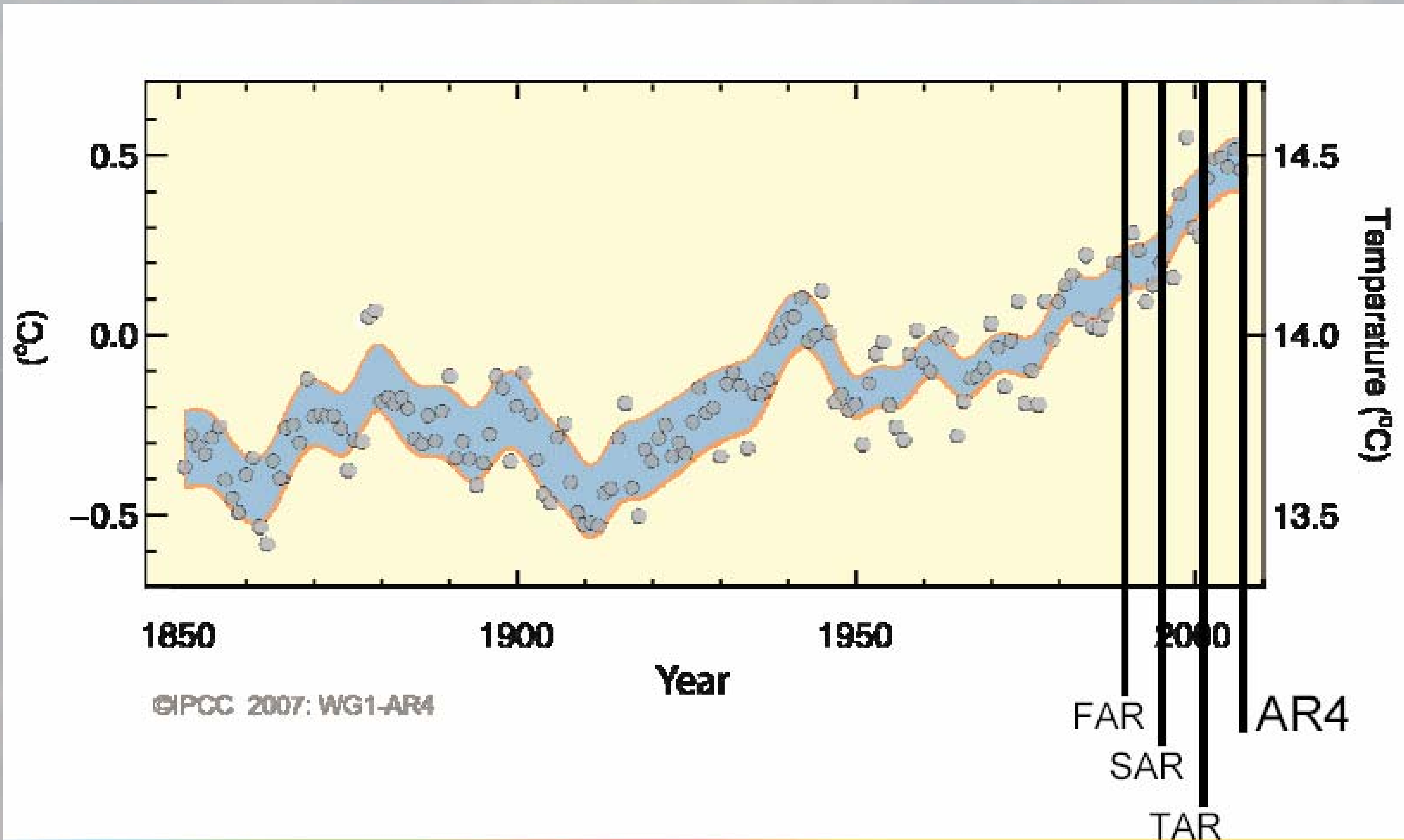
Proyecciones de cambios futuros en el clima



(AR4, 2007)

*** Mejor estimación para escenario bajo (B1) es 1.8°C (rango probable 1.1-2.9°C), y para escenario alto (A1FI) es 4.0°C (*rango probable* 2.4-6.4°C).**

*** Dos próximas décadas aprox. 0.2º/decada para muchos de los SRES**
*** Proyecciones para las próximas décadas son insensibles a la elección del escenario**
*** Proyecciones a largo plazo dependen del escenario y de la sensibilidad de los modelos climáticos**


0.5
0.0
−0.5
(°C)
14.5
14.0
13.5
Temperature (°C)
1850
1900
1950
2000
Year
©IPCC 2007: WG1-AR4
FAR
SAR
TAR
AR4

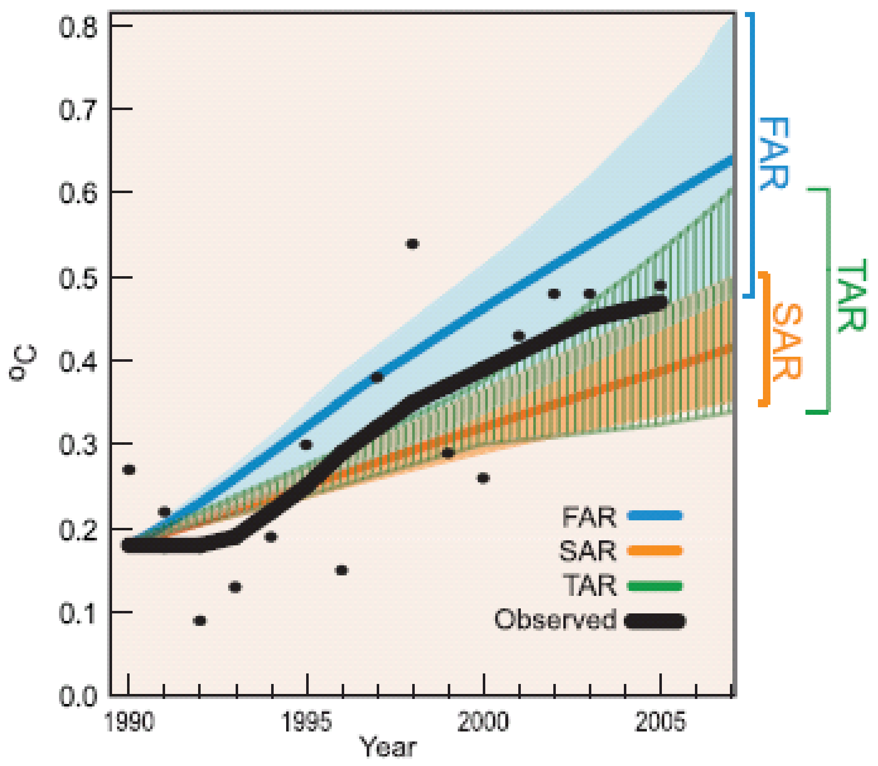
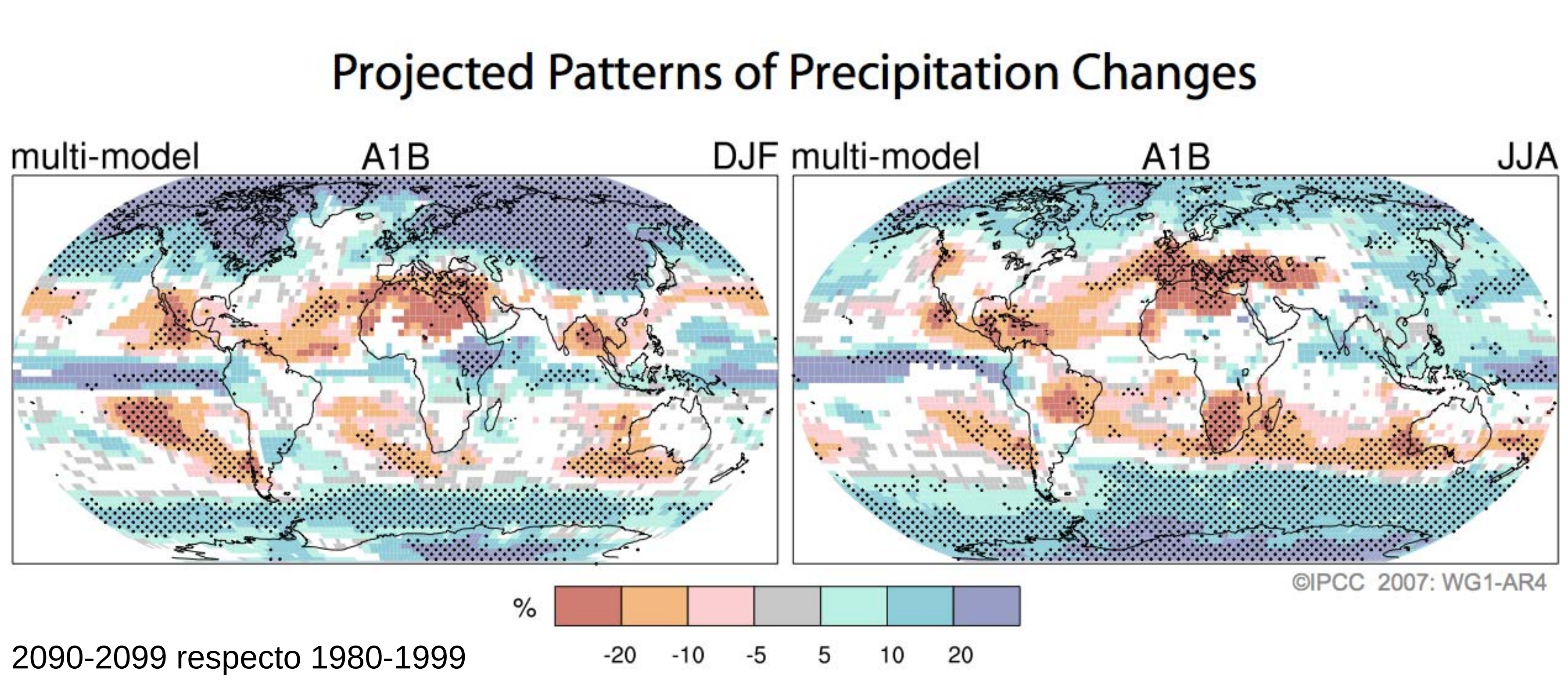


Figure 1.1. *Yearly global average surface temperature (Brohan et al., 2006), relative to the mean 1961 to 1990 values, and as projected in the FAR (IPCC, 1990), SAR (IPCC, 1996) and TAR (IPCC, 2001a). The 'best estimate' model projections from the FAR and SAR are in solid lines with their range of estimated projections shown by the shaded areas. The TAR did not have 'best estimate' model projections but rather a range of projections. Annual mean observations (Section 3.2) are depicted by black circles and the thick black line shows decadal variations obtained by smoothing the time series using a 13-point filter.*

Más/menos lluvia en latitudes altas/bajas



(AR4, 2007)

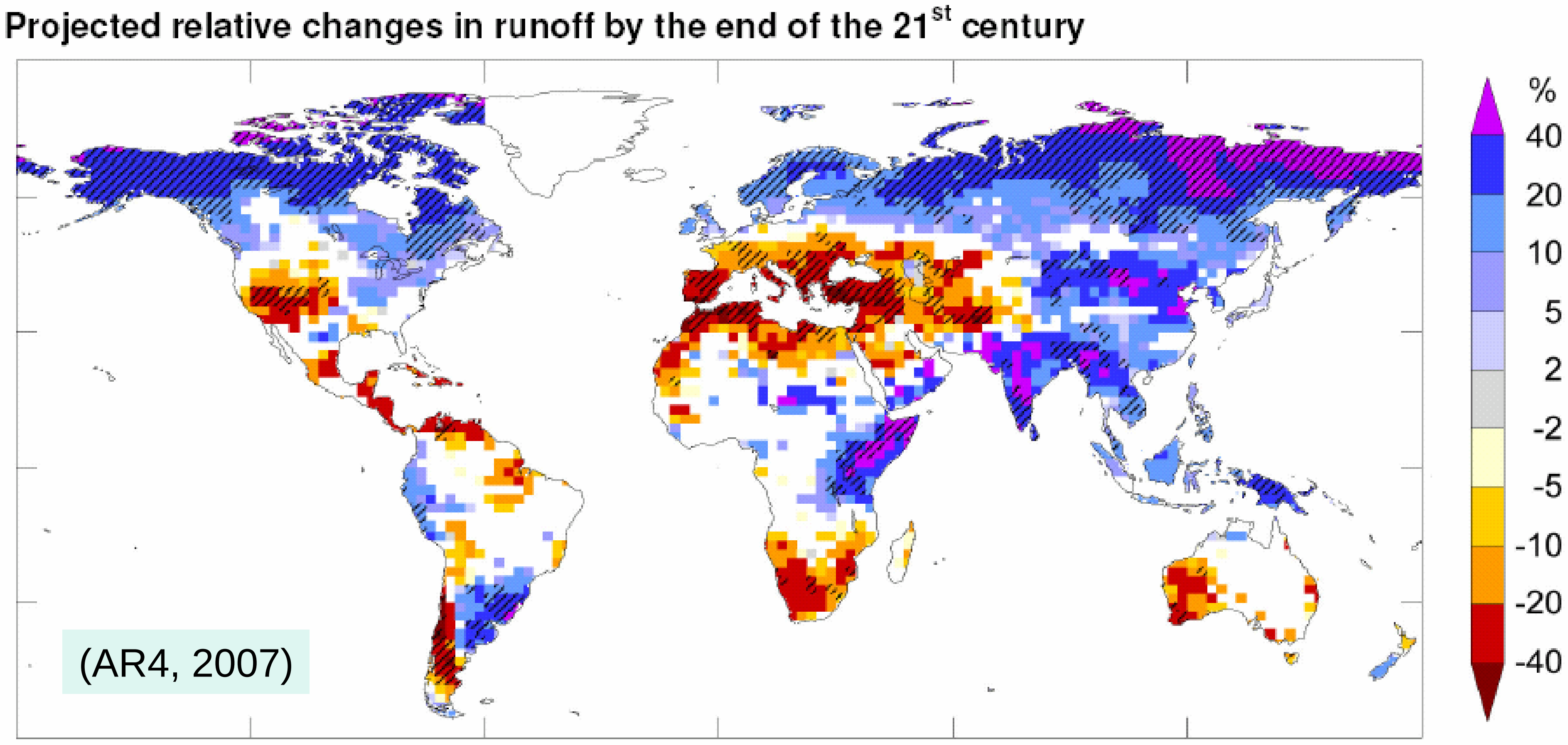
Precipitación aumenta muy probablemente in latitudes altas

Decrece probablemente en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales

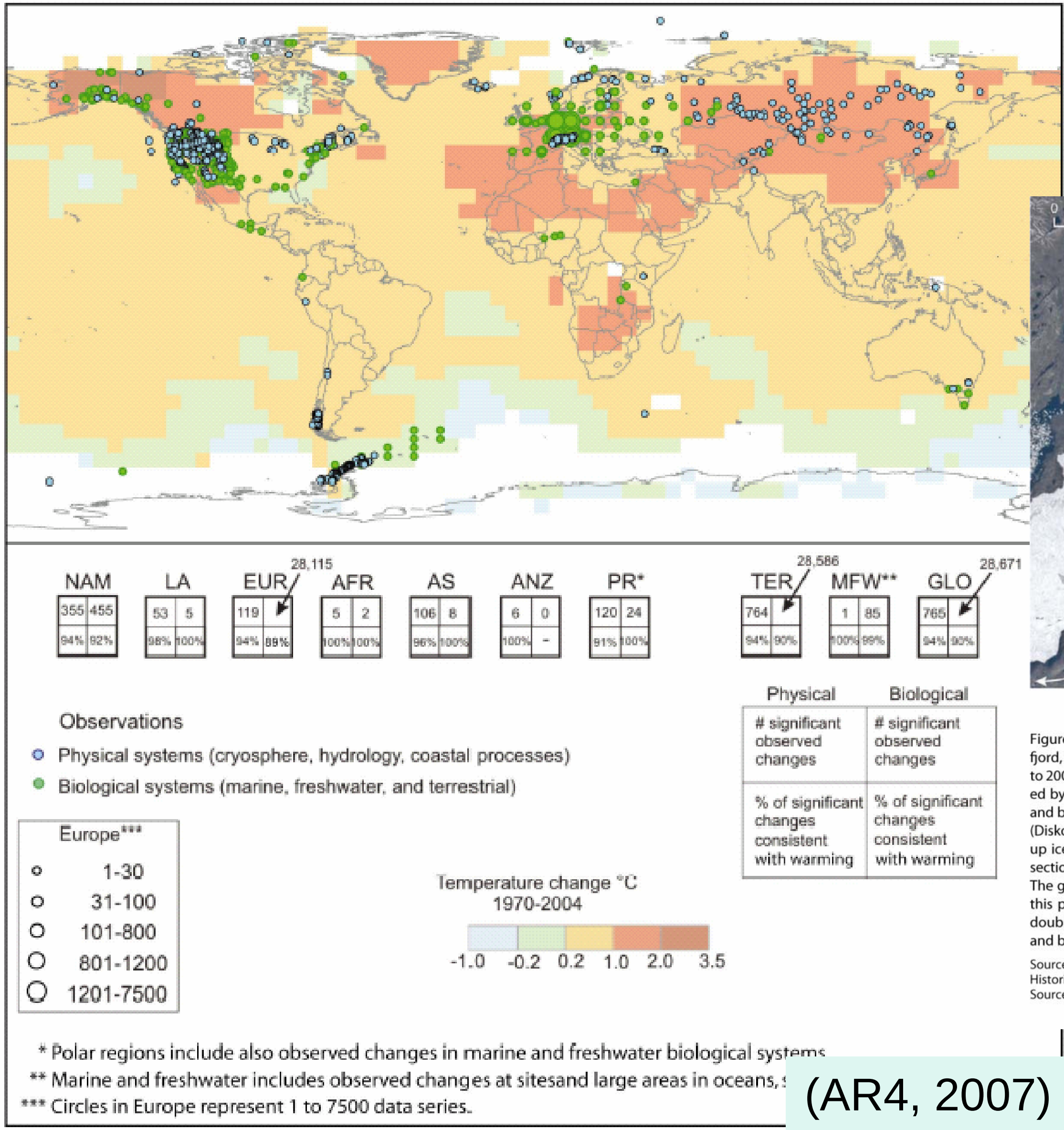
Cambio (%) en escorrentía

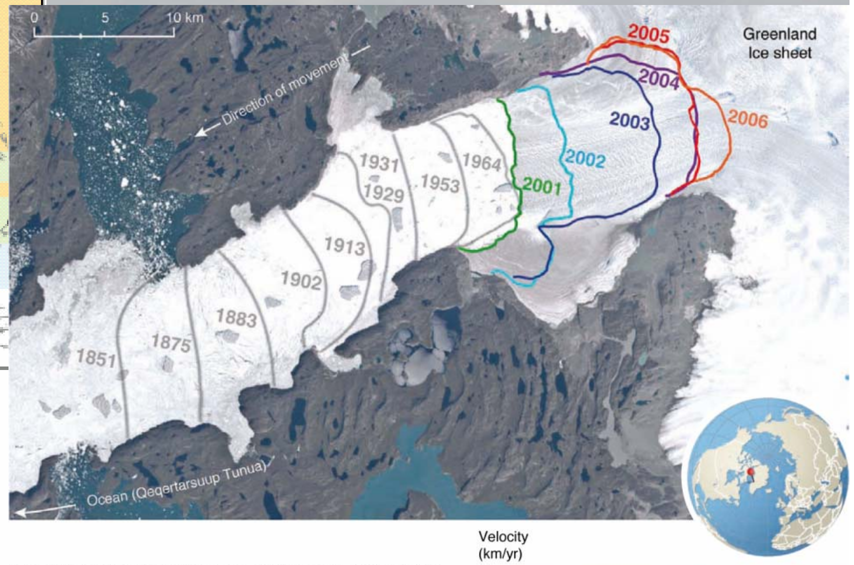
[2090-2099 respecto a 1980-1999]

Ensemble basado en escenario SRES A1B



Cambios en sistemas físicos y biológicos y temperatura en superficie 1970-2004





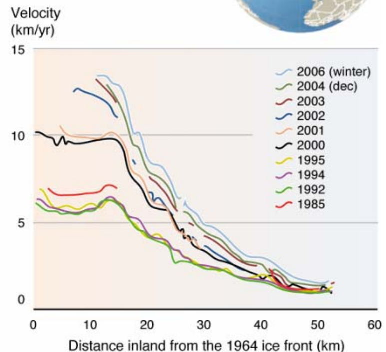
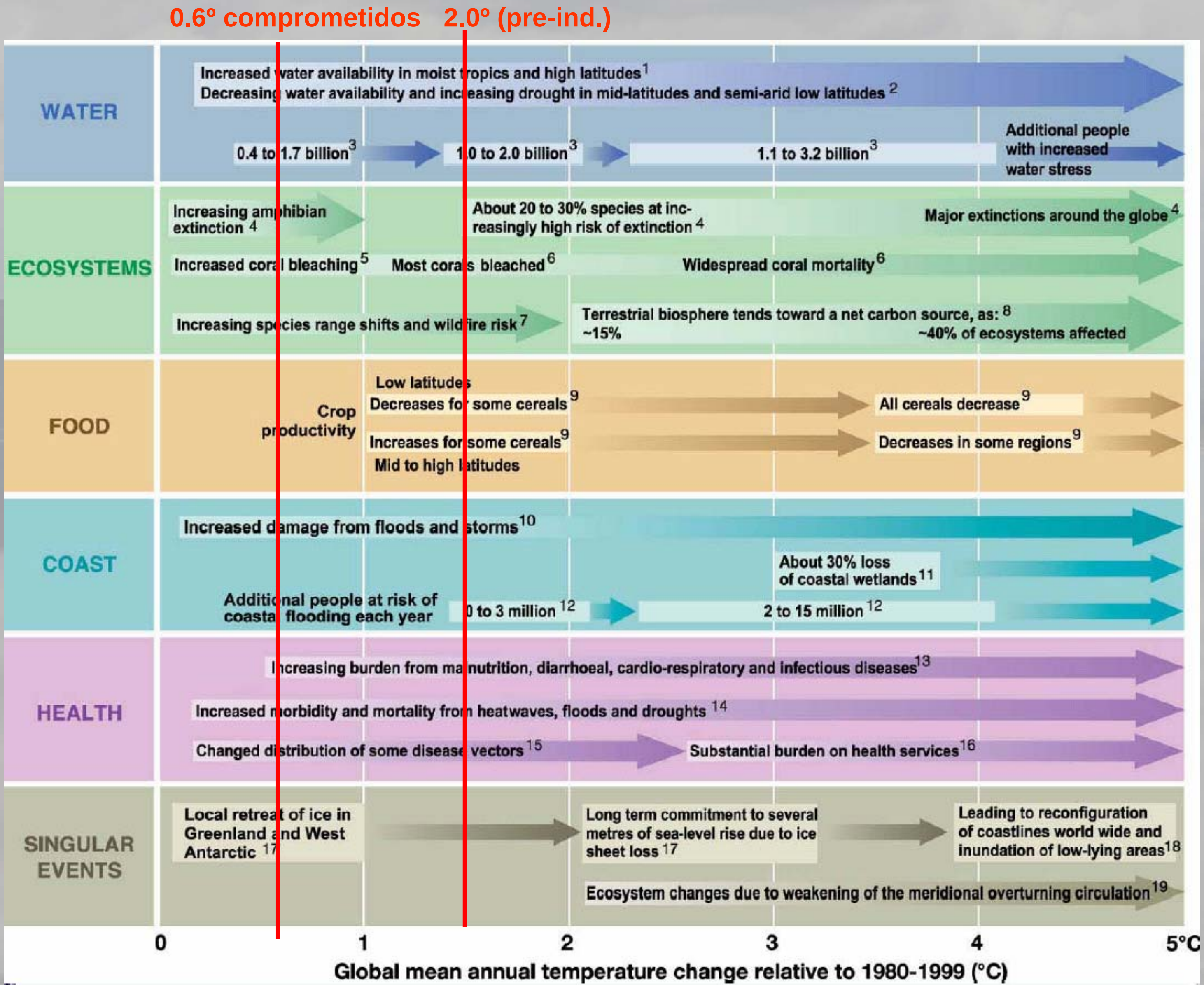


Figure 6A.6: Landsat satellite image of Jakobshavn Isbrae and its fjord, showing locations of the calving ice front in years from 1851 to 2006. The glacier extends through the Illulisat Icefjord, surrounded by mountains. Icebergs calve off from the main glacier, pile up and block the fjord before being released into Qeqertarsuup Tunua (Disko) Bay and Davis Strait. The whiter areas in the fjord are piled-up icebergs and the "real" glacier ends where the greyish striped section ends – showing that this image is from 2001.
The graph shows glacier-velocity profiles for 1985 to 2006. During this period Jakobshavn Isbrae, already the world's fastest glacier, doubled its speed to almost 14 km per year[28,29] after rapid thinning and break up of its floating ice tongue[31].

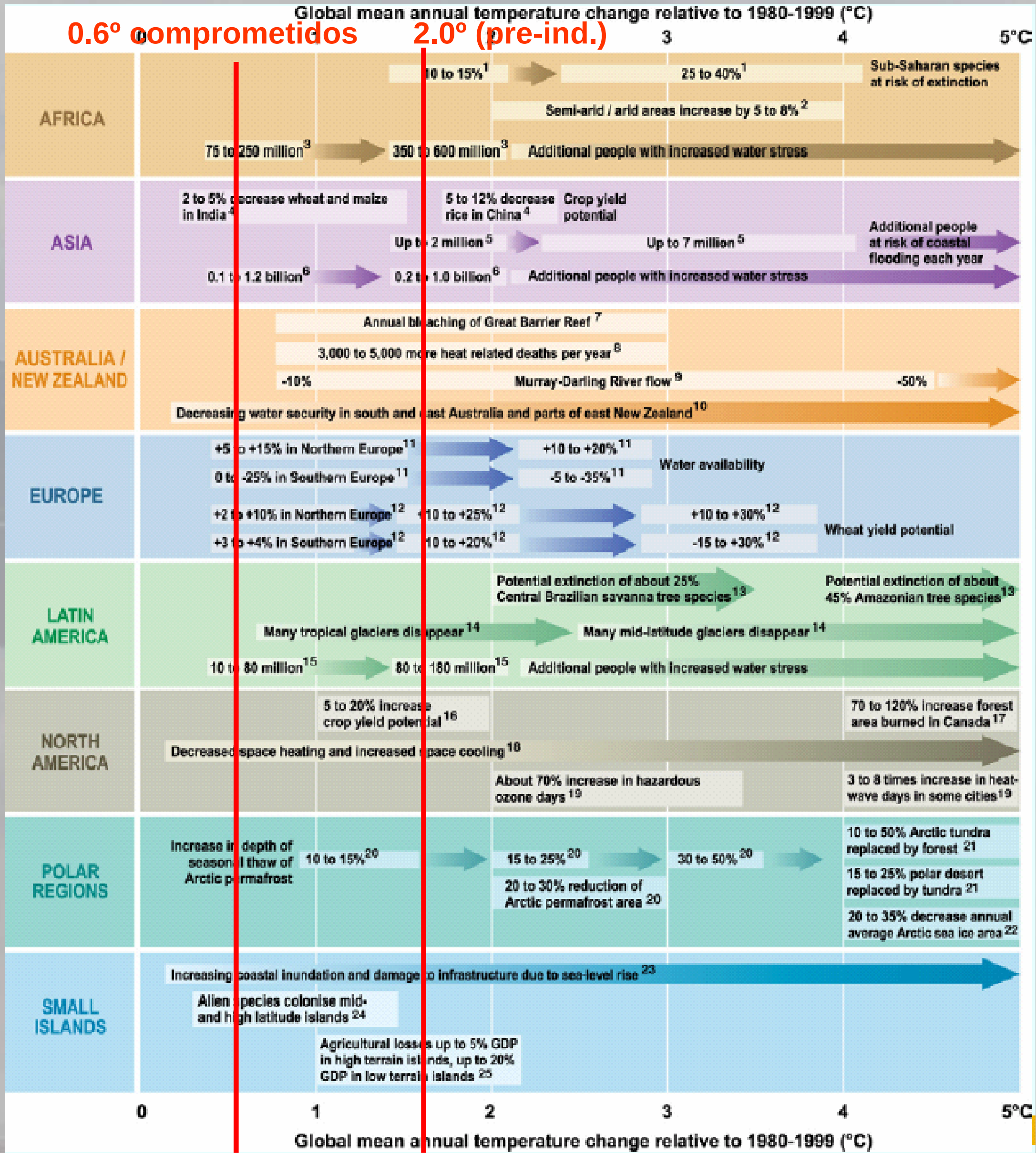
Sources: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. Historic calving front locations courtesy of Anker Weidick and Ole Bennike
Source: based on Howatt and others 2007

(AR4, 2007)

Impactos proyectados por sectores



Impactos proyectados por regiones



Algunos sistemas y sectores son muy vulnerables

- Algunos ecosistemas:
  - Barreras de coral; regiones de hielos marinos
  - Tundra, bosques boreales, montañas y regiones Mediterraneas
- Regiones costeras bajas, manglares y zonas inundadas marinas
- Recursos hídricos en latitudes medias y trópicos secos
- Agricultura en bajas latitudes
- Salud humana donde la capacidad de adaptación es baja

Algunas regiones resultarán más afectadas que otras

- El Ártico
- Africa Sub-Sahariana
- Islas pequeñas
- Megadeltas asiáticos

¿A qué nivel deben estabilizarse los GEI en la atmósfera para no comprometer serías interferencias en el sistema climático y no comprometer la paz y seguridad?

Category	CO_2 concentration at stabilization (2005 = 379 ppm) [b]	CO_2-equivalent Concentration at stabilization including GHGs and aerosols (2005 = 375 ppm) [b]	Peaking year for CO_2 emissions [a, c]	Change in global CO_2 emissions in 2050 (% of 2000 emissions) [a, c]	Global average temperature increase above pre-industrial at equilibrium, using "best estimate" climate sensitivity [d], [e]	Global average sea level rise above pre-industrial at equilibrium from thermal expansion only [f]	Number of assessed scenarios
	ppm	ppm	Year	Percent	°C	metres	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 to -50	2.0 – 2.4	**0.4 – 1.4**	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 to -30	2.4 – 2.8	**0.5 – 1.7**	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 to +5	2.8 – 3.2	**0.6 – 1.9**	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 to +60	3.2 – 4.0	**0.6 – 2.4**	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 to +85	4.0 – 4.9	**0.8 – 2.9**	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 to +140	4.9 – 6.1	**1.0 – 3.7**	5

Costes de la mitigación

- Los costes macroeconómicos de la mitigación crecen generalmente con la exigencia del nivel de estabilización
- En 2050, los costes macroeconómicos globales medios para estabilización entre 710-445 ppm CO2-eq están entre +1% y -5% del PIB
- El PIB anual global se reducirá menos de 0.12%

Equity Issues

- **Africa by 2020:**
  - Between 75 & 250 million people projected to be exposed increased water stress
  - In some countries, yields from rain-fed agriculture would be reduced by 50%
- **Asia by 2050s:**
  - Freshwater availability is projected to decrease
  - Coastal areas, especially heavily-populated mega delta regions will be greatest risk from sea flooding
- **Small Island States:**
  - Sea Level rise is expected to exacerbate inundation, storm surge, erosion and other coastal hazards threatening vital infrastructure
  - By mid-century reduced water resources in many small island states

SCIENCE AND SOME LEADING QUESTIONS

- How do we define what constitutes "dangerous anthropogenic"?
- How do we prepare the human race to face sea level rise & a world with new geographical features?
- Is the current pace and pattern of development sustainable?
- What changes in lifestyles, behaviour patterns and management practices are needed, and by when?

¿Qué podemos hacer? (I)

- Inercia del sistema climático → algunos cambios son inevitables → **actuación sobre los efectos → ADAPTACION**
- El calentamiento se produce por emisiones GEI → a más emisiones, mayor calentamiento → **actuación sobre las causas → MITIGACION** (cambio modelo energético, usos de suelo (deforestación), demografía, desarrollo sostenible, …)
- Mejorar el conocimiento del sistema climático: **INVESTIGACION**

¿Qué podemos hacer? (II)

- **Actuación a diferentes niveles**: gobiernos, ciudades, individuos
- Aumentar el nivel de **concienciación del problema** → Influencia en la acción de individuos, ciudades, gobiernos.
- El problema del cambio climático está íntimamente **ligado a otros problemas** de la humanidad en su conjunto:
  - pobreza (demografía),
  - desarrollo sostenible,
  - modelo energético,
  - patrones de producción y consumo,
  - comercio
  - etc

Conclusiones

- **Calentamiento INEQUIVOCO del sistema climático**
- **Muchos sistemas naturales YA están siendo afectados**
- **Calentamiento observado muy probablemente (90%) por aumento antropogénico de GEI**
- **Comprensión más sistemática del ritmo y magnitud de los impactos según la magnitud del calentamiento**
- **Identificados los sectores y regiones más vulnerables**
- **La inercia del sistema climático hace que algunos efectos duren siglos y milenios → ADAPTACION**
- **Capacidad de adaptación relacionada con DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL e irregularmente distribuida entre y dentro de las sociedades**
- **Evidencias de un gran potencial de MITIGACION de las emisiones de GEI con un amplio abanico de tecnologías de mitigación comercialmente disponibles ahora y en el plazo medio, suponiendo que los adecuados incentivos se ponen en marcha**
- **La ACCIÓN EN EL CORTO PLAZO ES FUNDAMENTAL para lograr objetivos de estabilización en plazos largos**
- **Relación biunívoca entre CAMBIO CLIMATICO y DESARROLLO SOSTENIBLE → MARCO INTEGRADO para el problema del cambio climático**

Resumen

- Existe un inequívoco calentamiento del sistema climático que continuará en mayor o menor medida dependiendo de las emisiones futuras de GEI
- Gran potencial de adaptación y mitigación → acción urgente

Los impactos del cambio climático recaen desproporcionadamente sobre los países en desarrollo y sobre la población pobre