

¿Y SI CAMBIAMOS TODOS?



GOBIERNO DE ARAGÓN | ESTRATEGIA ARAGONESA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍAS LIMPIAS

Ciclo de conferencias: "Retos y oportunidades del Cambio Climático"

Segunda sesión: 25 de marzo de 2009

Ponente: Ernesto Rodríguez Camino (Agencia Estatal de Meteorología).

Modera: Amadeo Uriel (Agencia Estatal de Meteorología, Delegación Territorial de Zaragoza).

Hora: 19:30 h
Lugar: World Trade Center de Zaragoza,
(Paseo Zamorano, 31)

Entrada libre

GOBIERNO DE ARAGÓN
Presidencia de Aragón

Actividades de AEMET en generación de escenarios de cambio climático

E. Rodríguez Camino



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

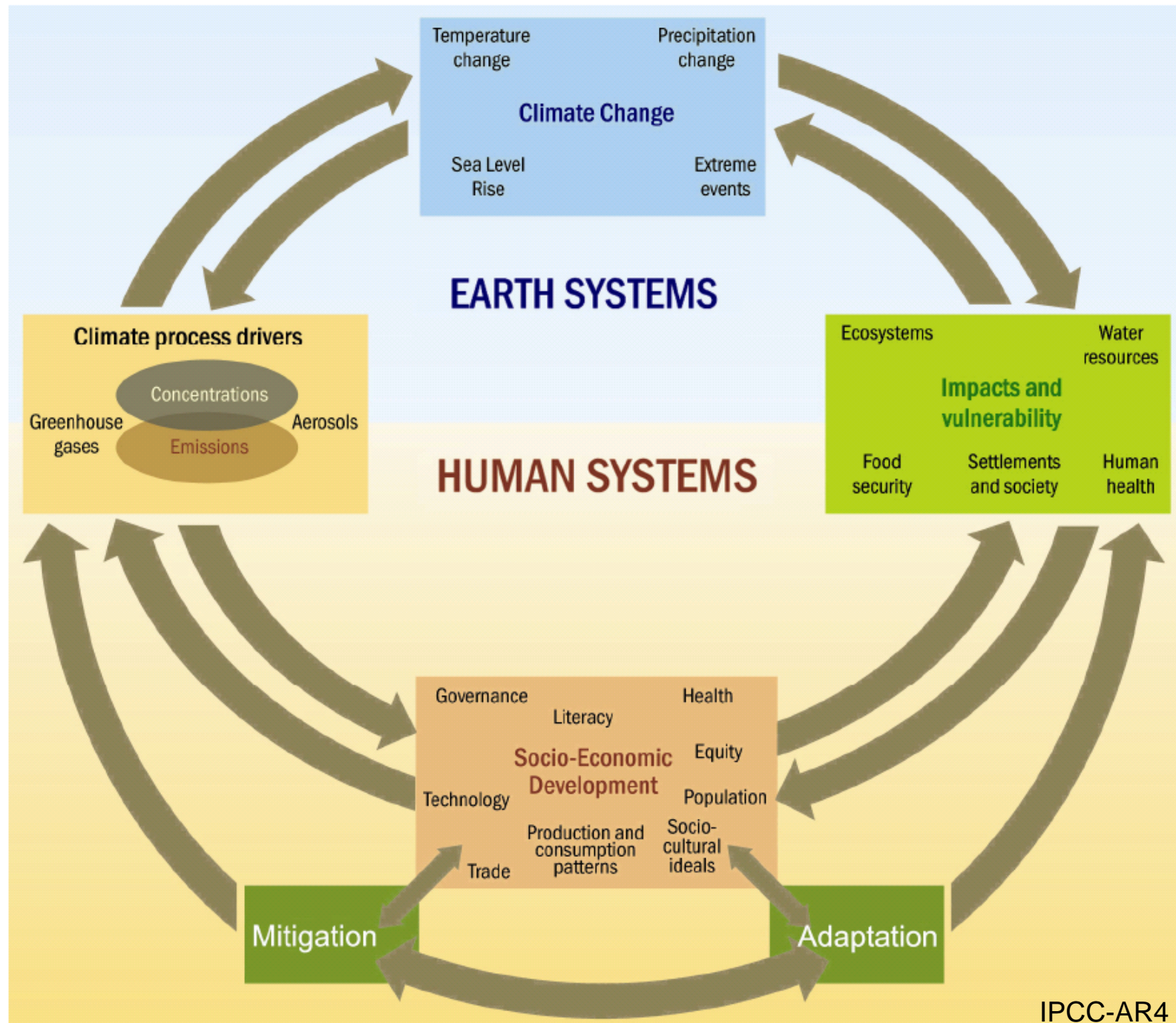
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Foto: J.A. Quirantes

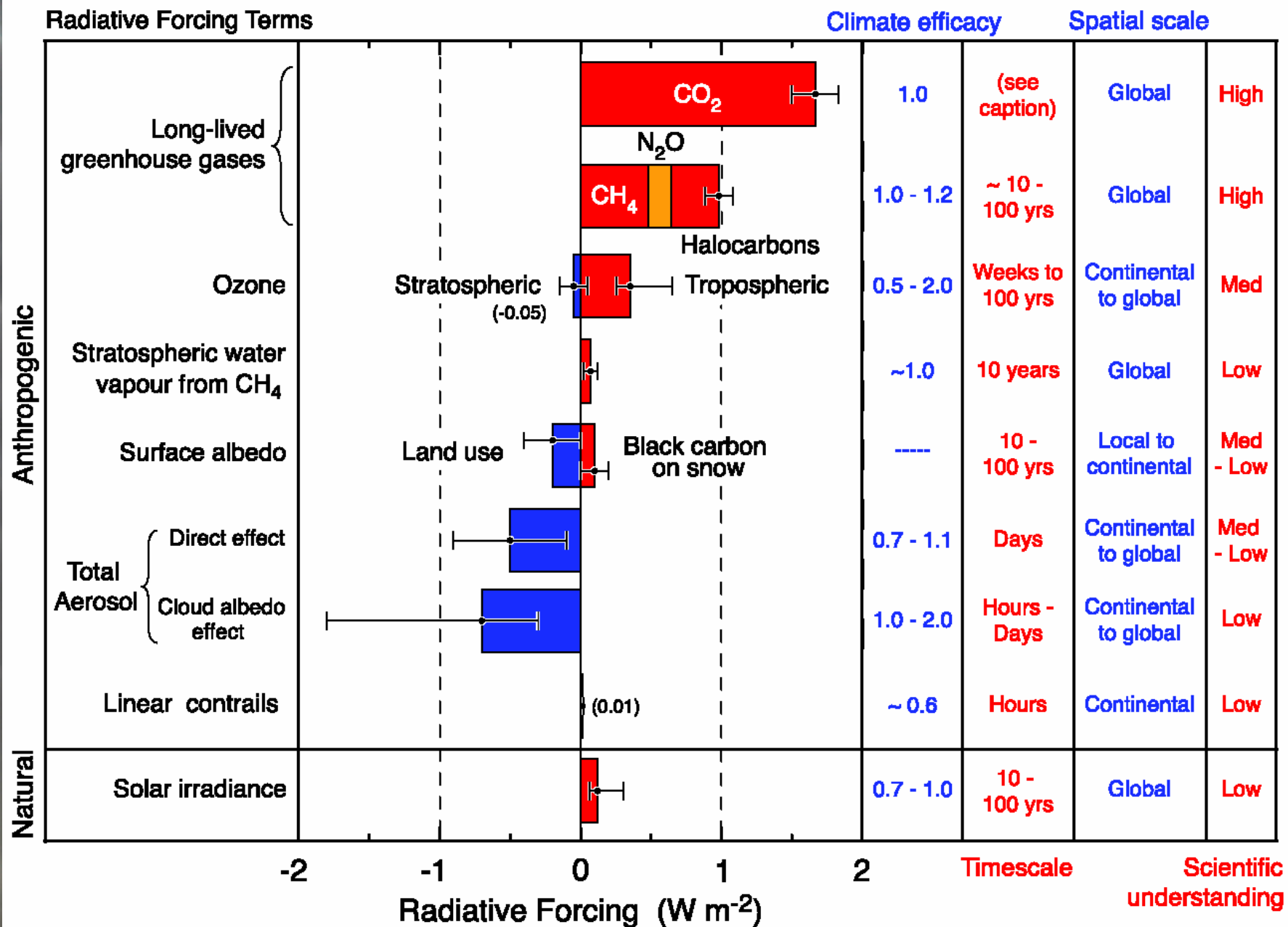
Contenido

- Motivación
- Primera fase
- Segunda fase
 - Evaluación y explotación base de datos TAR-IPCC
 - Evaluación modelos AR4-IPCC
 - Regionalización estadística
 - Regionalización dinámica
 - Procesos de superficie
- Futuro

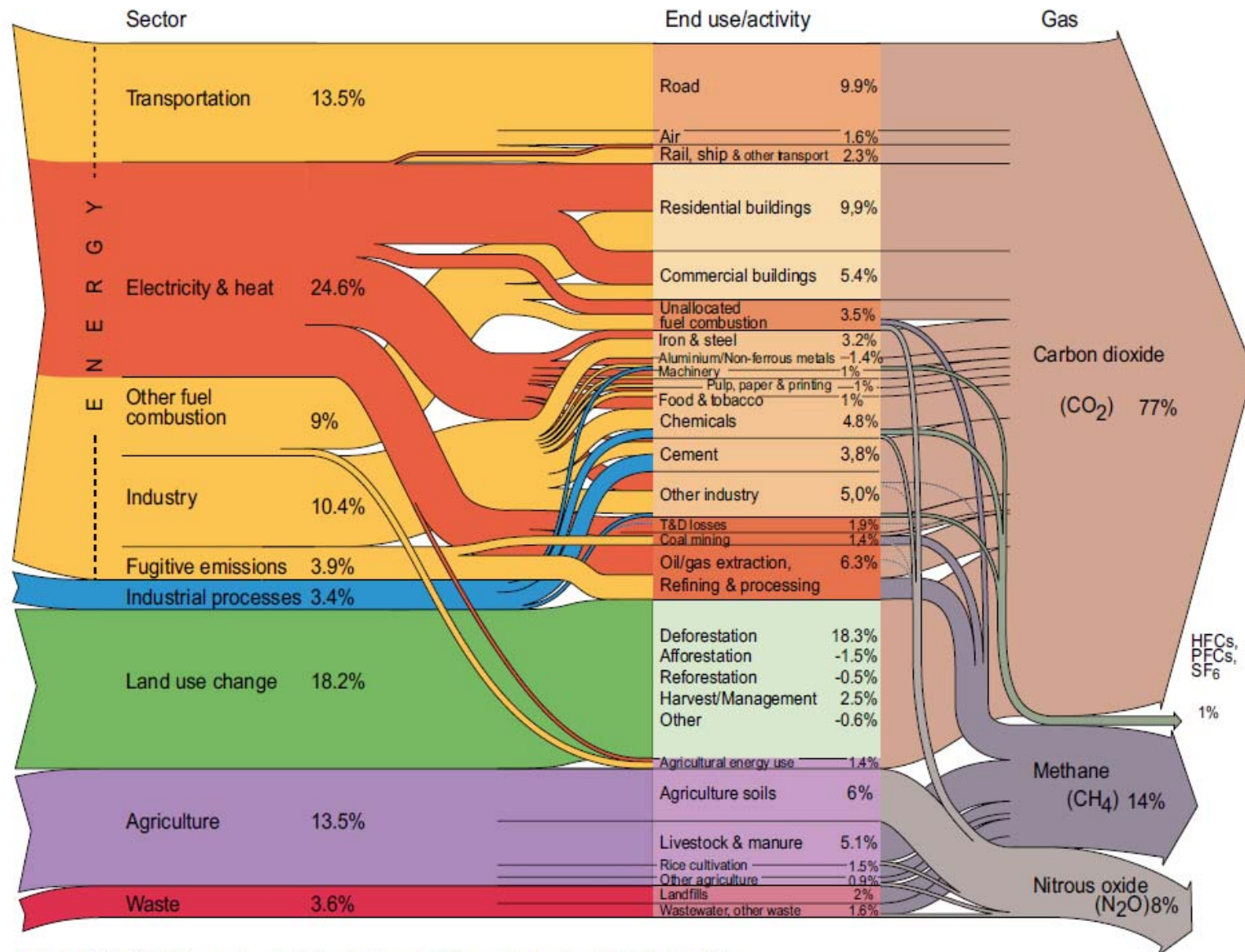
Schematic framework of anthropogenic climate change drivers, impacts and responses



Radiative forcing of climate between 1750 and 2005



World greenhouse gas emissions by sector



All data is for 2000. All calculations are based on CO₂ equivalents, using 100-year global warming potentials from the IPCC (1996), based on a total global estimate of 41 755 MtCO₂ equivalent. Land use change includes both emissions and absorptions. Dotted lines represent flows of less than 0.1% percent of total GHG emissions.

Source: World Resources Institute, Climate Analysis Indicator Tool (CAIT), Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy, December 2005; Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996 (data for 2000).

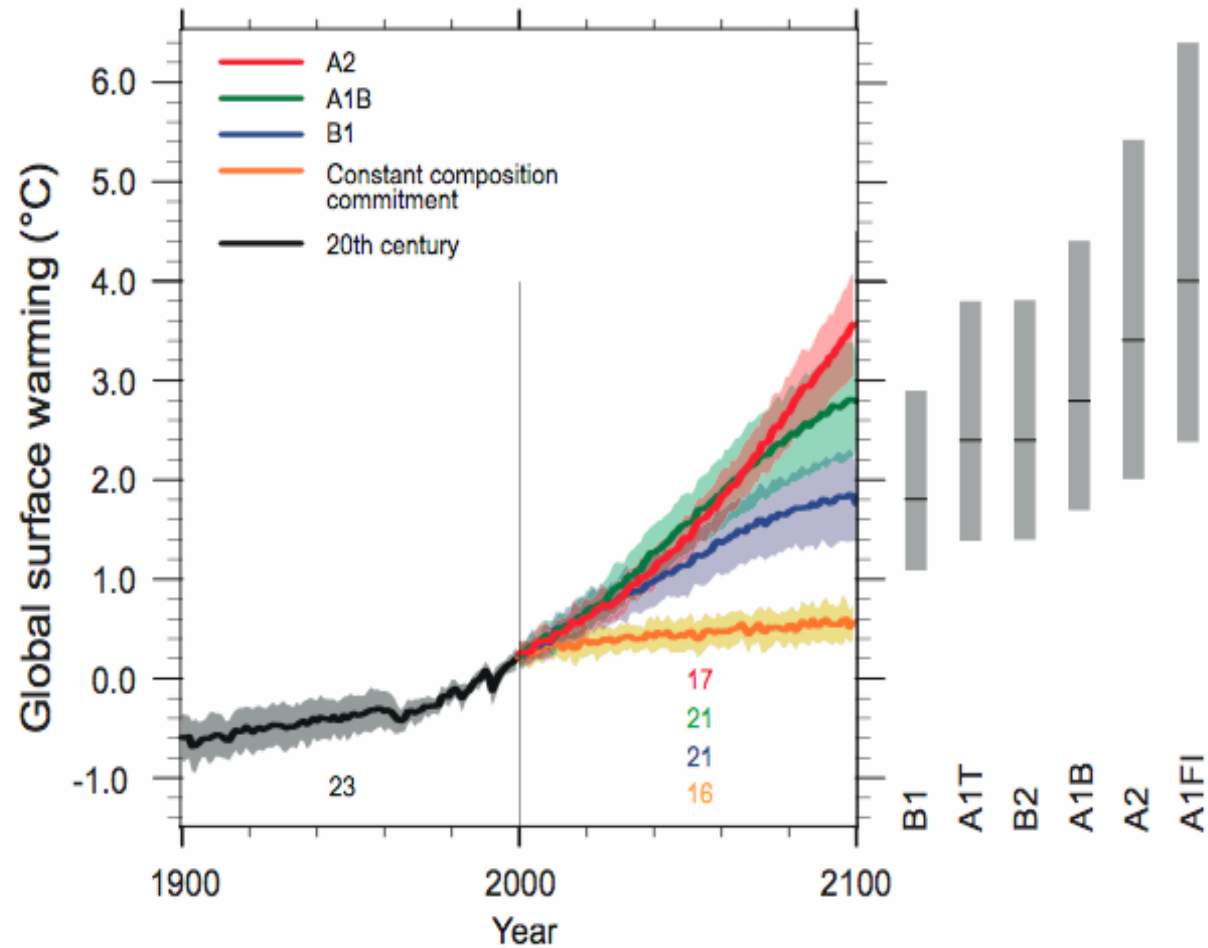
Proyecciones de cambios futuros en el clima

(escenarios sin compromisos políticos!!!)

* 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).

* Generalmente consistente con el rango citado para SRES en TAR pero no directamente comparable

* Dos próximas décadas aprox. 0.2°/decada para muchos de los SRES

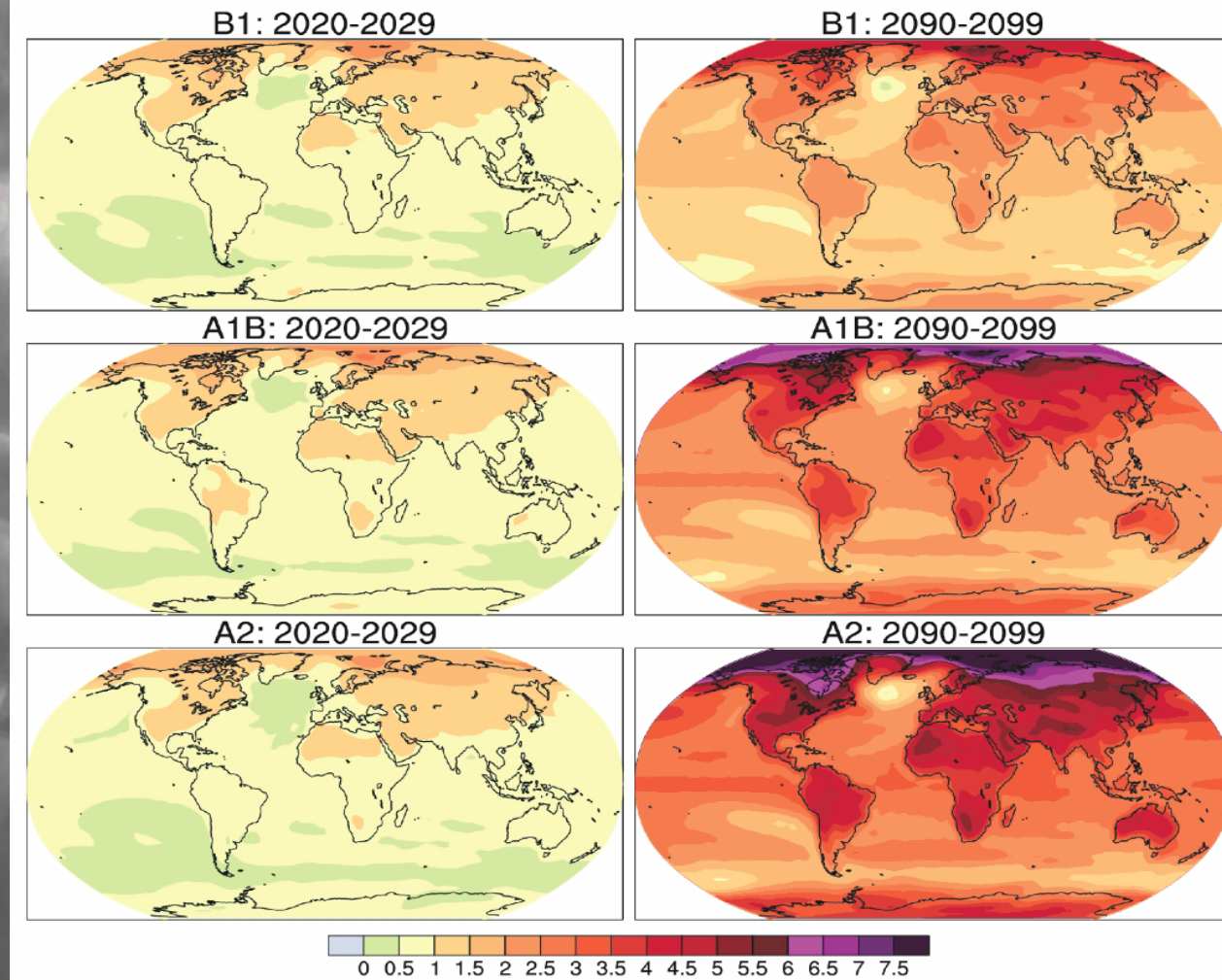


Proyecciones de cambios futuros en el clima

Mayor sobre tierra y en latitudes altas

Proyecciones para las próximas décadas son insensibles a la elección del escenario

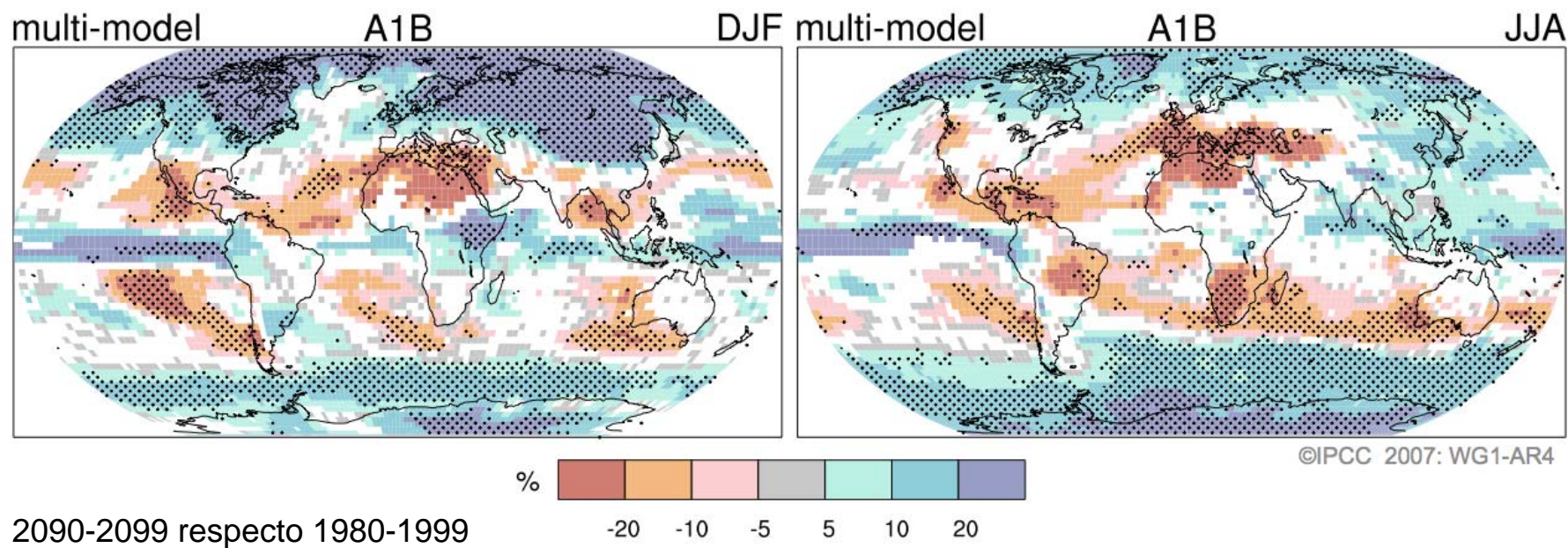
Proyecciones a largo plazo dependen del escenario y de la sensibilidad de los modelos climáticos



©IPCC 2007: WG1-AR4

Proyecciones de cambios futuros en el clima

Projected Patterns of Precipitation Changes



(AR4, 2007)

Precipitación **aumenta** muy probablemente in latitudes altas

Decrece probablemente en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales

La región Mediterránea parece mostrar una gran respuesta al cc

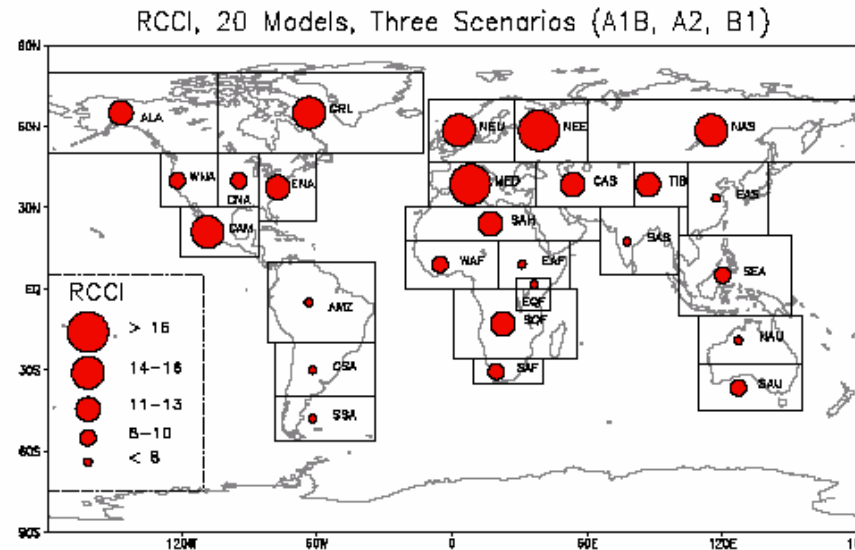


Figure 1. Regional Climate Change Index (RCCI) over 26 land regions of the World calculated from 20 coupled AOGCMs and 3 IPCC emission scenarios (A1B, A2, B1). The models used are BCCR-BCM2-0, CCMA-3-T47, CNRM-CM3, CSIRO-MK3, GFDL-CM2-0, GFDL-CM2-1, GISS-AOM, GISS-EH, GISS-ER, IAP-FGOALS, INMCM3, IPSL-CM4, MIROC3-2H, MIROC3-2M, MIUB-ECHO-G, MPI-ECHAM5, MRI-CGCM2, NCAR-CCSM3, NCAR-PCM1, UKMO-HADCM3. See also Table 1 of GB05a and <http://www-pcmdi.llnl.gov>.

- RCCI basado en cambio de T, RR y su cambio en variabilidad interanual

goza, 25 marzo 2009

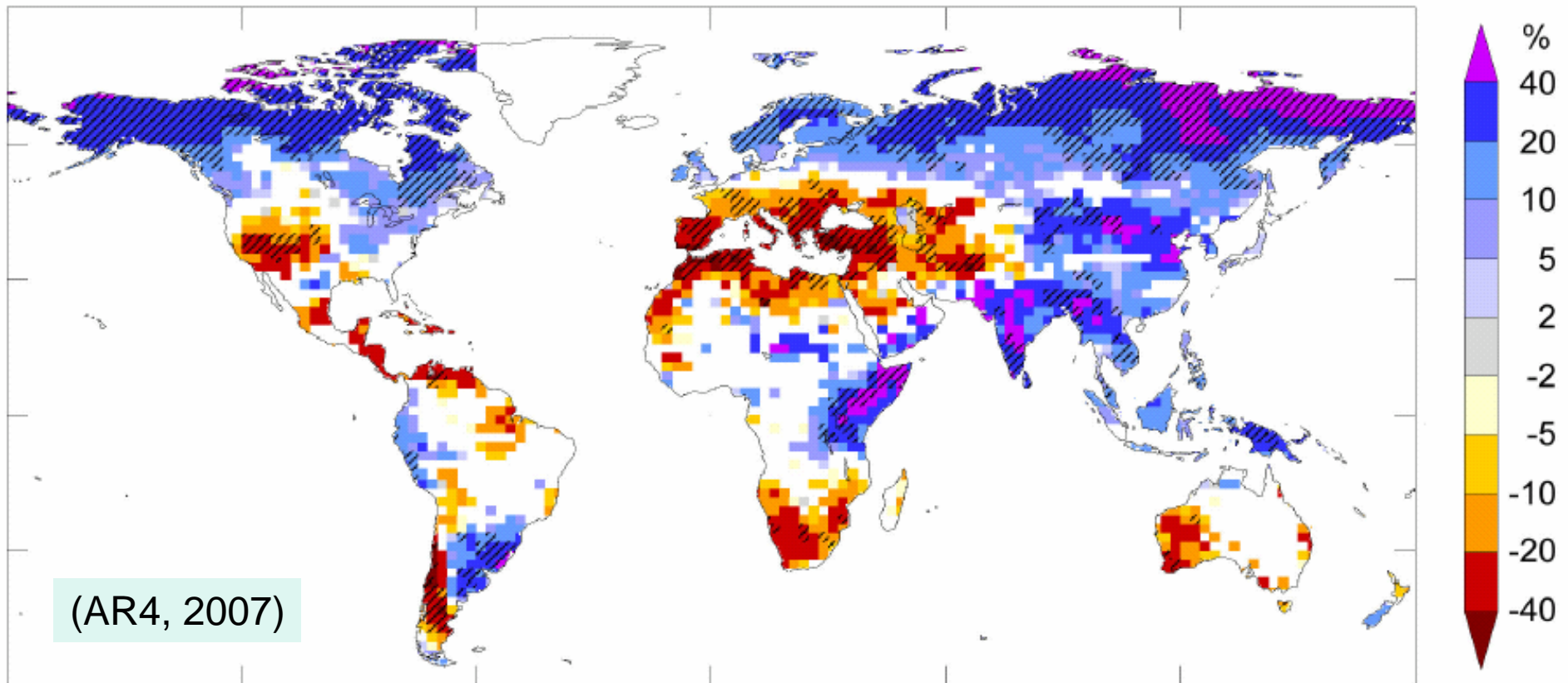
(Giorgi, 2006)

Cambio (%) en escorrentía

[2090-2099 respecto a 1980-1999]

Ensemble basado en escenario SRES A1B

Projected relative changes in runoff by the end of the 21st century



Europe

○ Climate change hotspot



- More precipitation
- Less precipitation
- Sea-level rise concerns and affected major cities

- Malaria:
 - Possible extension by 2050
- Permafrost:
 - Present permafrost
 - Permafrost in 2050

- Negative agricultural changes
- Changes in ecosystems
- Forest fires
- Impact on fisheries
- Impact on mountain regions
- Melting of glaciers

Source: IPCC, 2007; Klein et. al., 2002.

KEY VULNERABILITIES

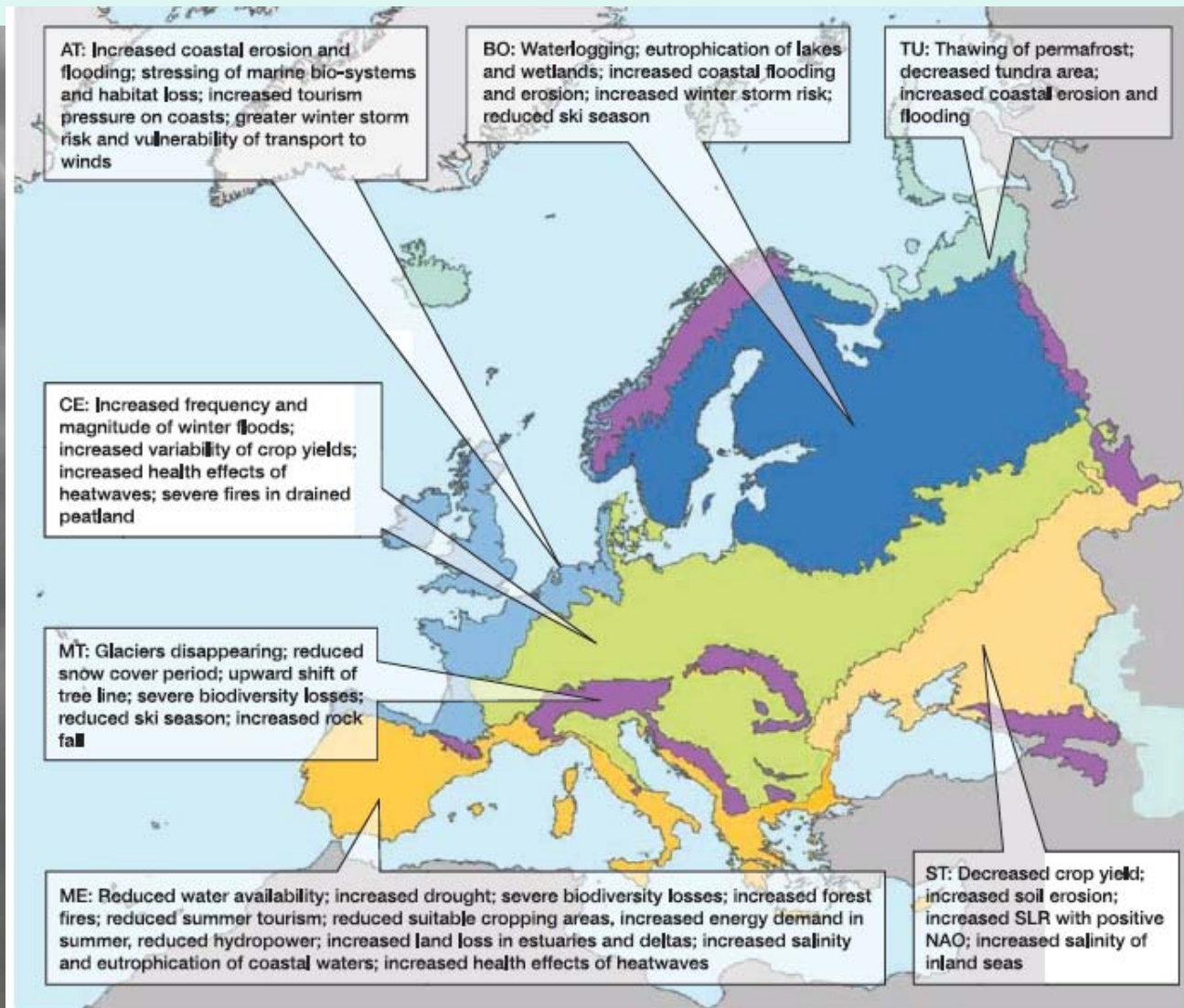


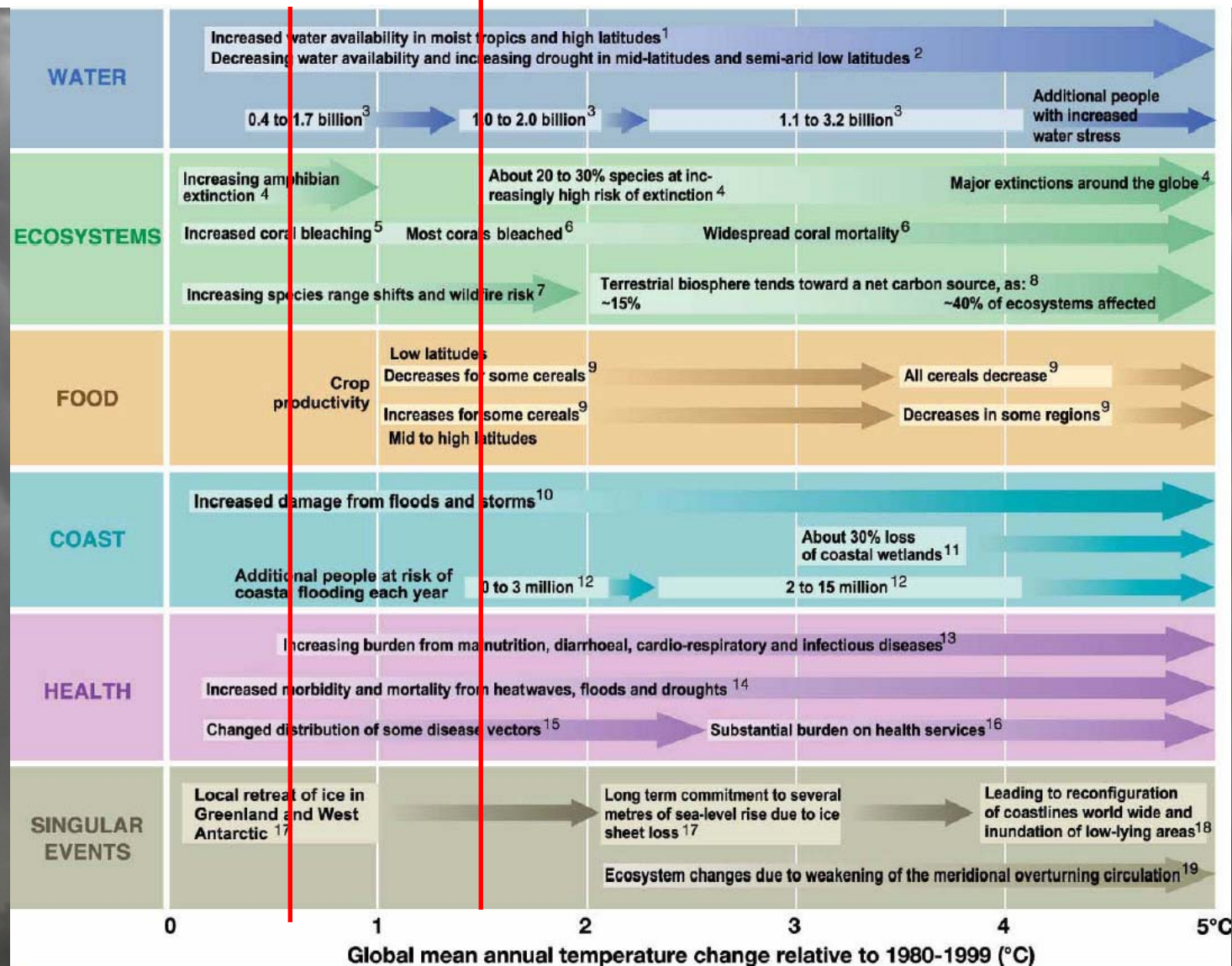
Figure 12.3. Key vulnerabilities of European systems and sectors to climate change during the 21st century for the main biogeographic regions of Europe (EEA, 2004a): TU: Tundra, pale turquoise. BO: Boreal, dark blue. AT: Atlantic, light blue. CE: Central, green; includes the Pannonian Region. MT: Mountains, purple. ME: Mediterranean, orange; includes the Black Sea region. ST: Steppe, cream. SLR: sea-level rise. NAO: North Atlantic Oscillation. Copyright EEA, Copenhagen. <http://www.eea.europa.eu>

Motivación

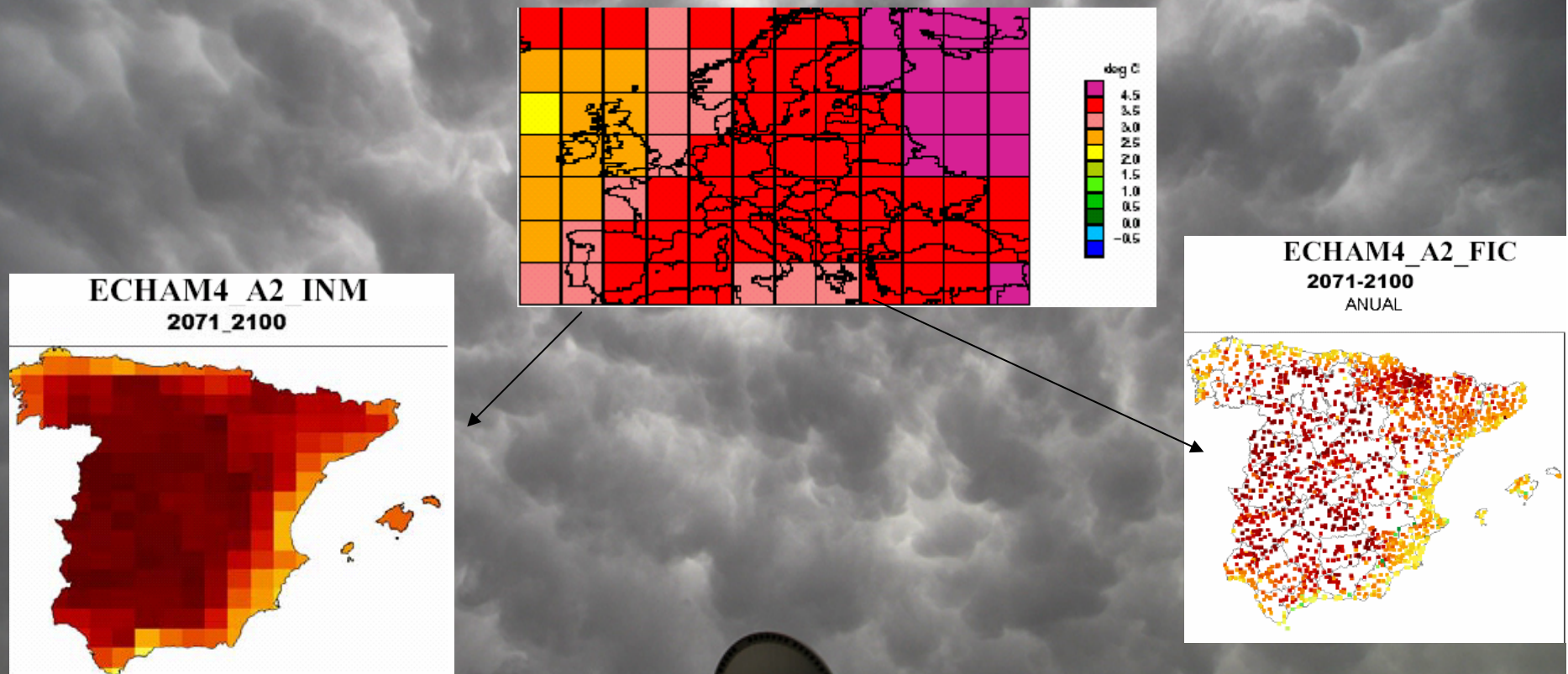
- Necesidad de disponer de **proyecciones de los impactos del cambio climático** en los diferentes ecosistemas y sectores socioeconómicos españoles (PNACC, 2006)
- Urgente problema de estimar una **descripción cualitativa y cuantitativa de los cambios** que se esperan en el clima durante en siglo XXI
- Acotar y evaluar las **incertidumbres** asociadas con ellos

Impactos proyectados por sectores

0.6° comprometidos 2.0° (pre-ind.)

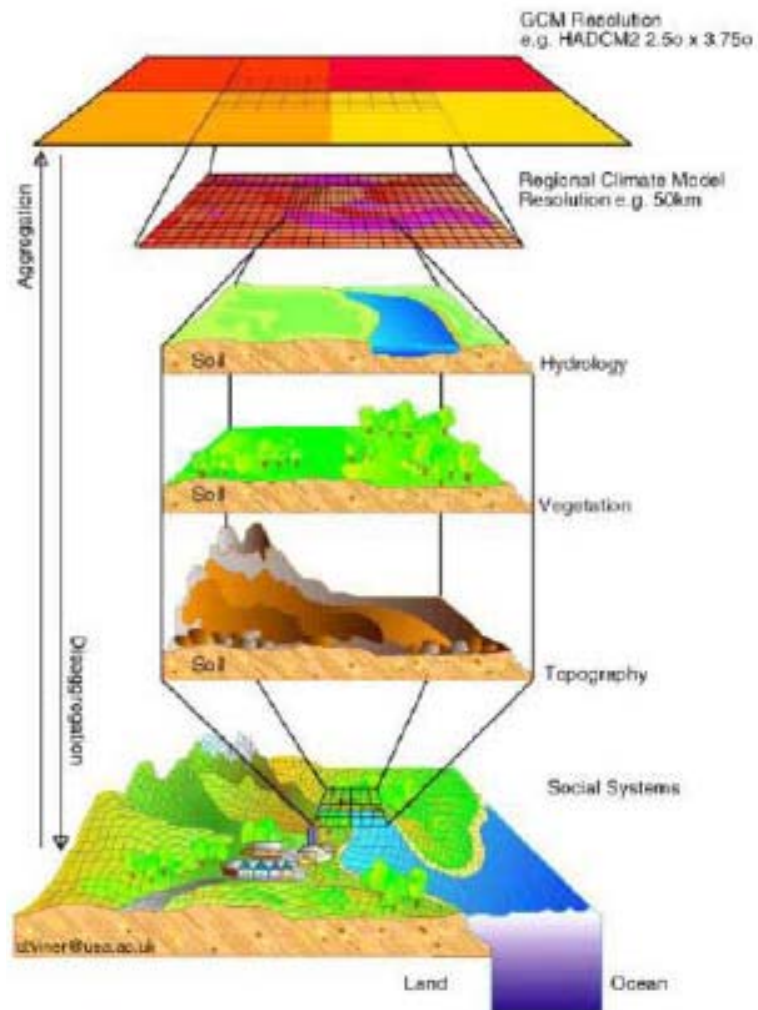


¿Qué necesita la comunidad de impactos al cambio climático?



Proyecciones regionalizadas ajustadas a las necesidades específicas de cada sector (variables, resolución espacial/temporal, alcance, etc) con **estimación de incertidumbres**

¿Qué es la regionalización? (Top-down approach)



* Las proyecciones directas de las variables superficiales a partir de los GCMs es difícil a escala subcontinental y a altas resoluciones temporales.

* Las técnicas de regionalización combinan salidas de GCMs con datos observacionales para mejorar la escala temporal y espacial de las proyecciones de cambio climático.

* Las técnicas de regionalización se conocen y se han aplicado desde los 70s y 80s en PNT:

(i) LAMs

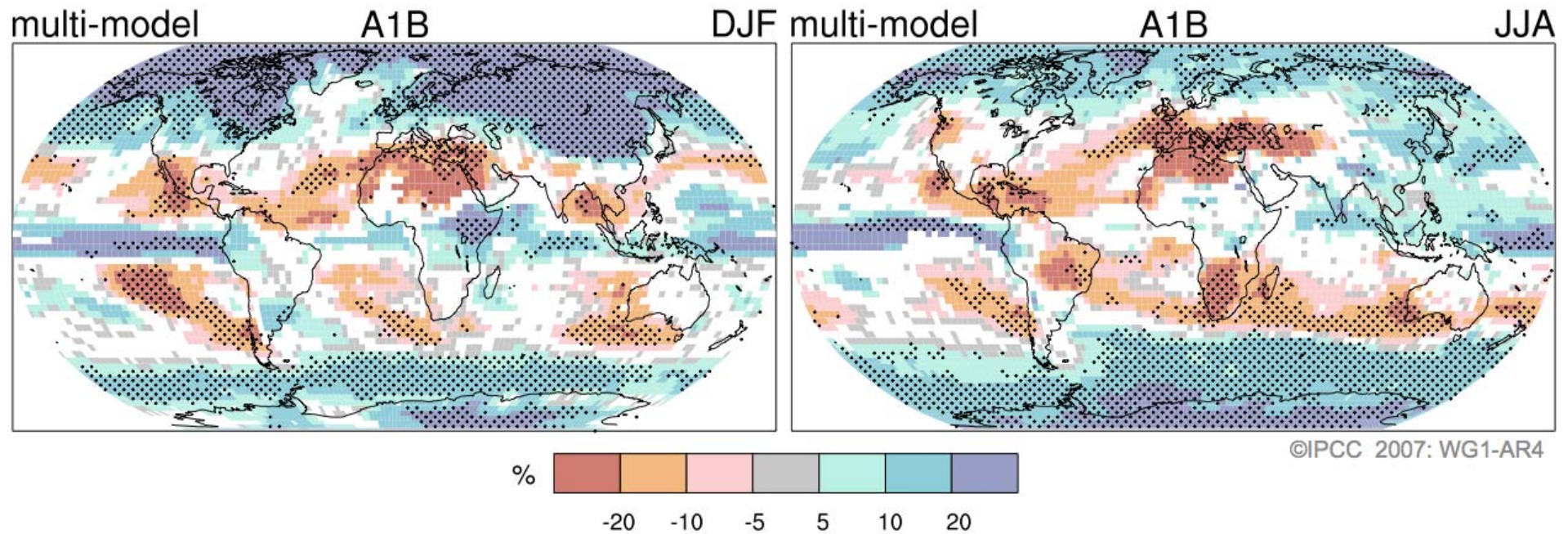
(ii) Técnicas de adaptación estadística basadas en regresiones lineales, p.e., MOS, Perfect Prog.

¿Por qué es necesaria la regionalización?

- Variables de sup. adaptadas a características locales.
- Estimar extremos: AOGCMs “suavizan”
- Adaptar res. esp/temp a los modelos de impactos

¿Tiene siempre sentido el enfoque “top-down”?

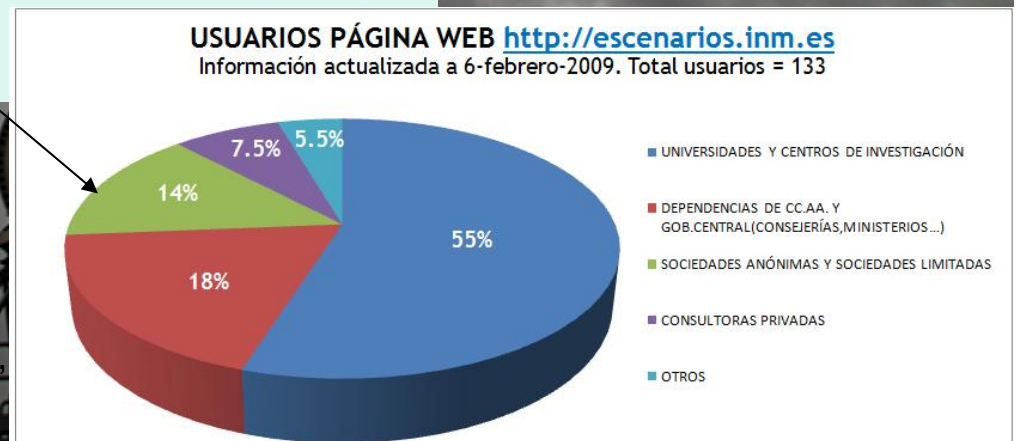
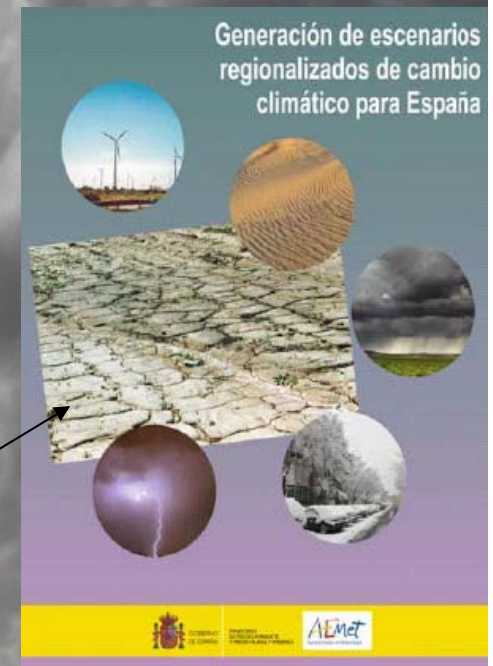
Projected Patterns of Precipitation Changes



Solamente en las partes coloreadas del mapa!

Primera fase (con UCLM y FIC): informe y datos

- Uso de metodologías ya desarrolladas y las bases de datos actualmente existentes.
- Resultados de los proyectos del 5º FP EU relacionados con modelización climática, regionalización dinámica y estadística y estimación de extremos: **PRUDENCE**, **STARDEX**.
- Duración: 1 año (finalizado dic. 2006)
- Informe finalizado en febrero 2006
- Datos disponibles solicitando usuario y clave desde www.aemet.es



Zaragoza,

2ª fase: explotación base datos TAR-IPCC: evaluación, validación, incertidumbres, impactos, etc

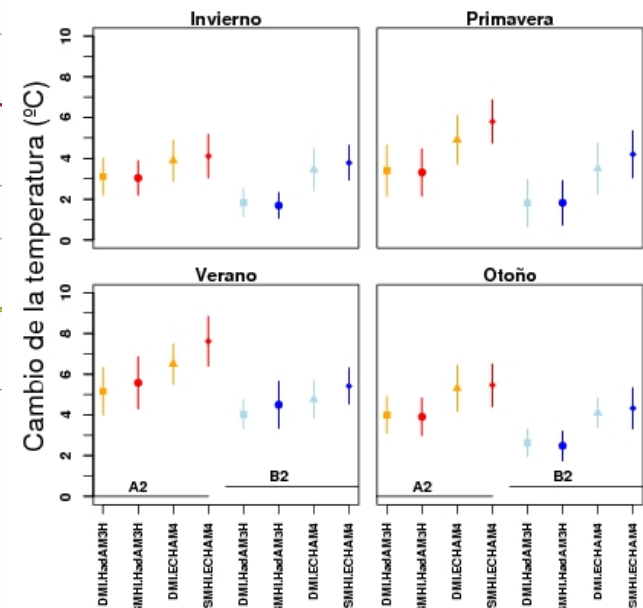
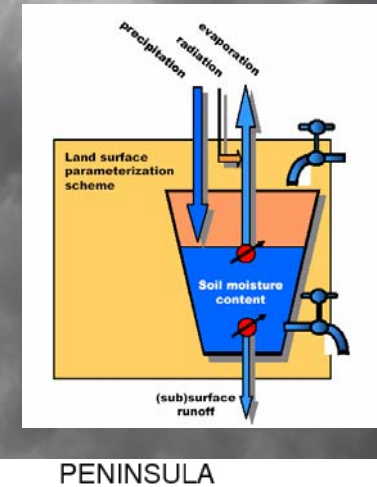
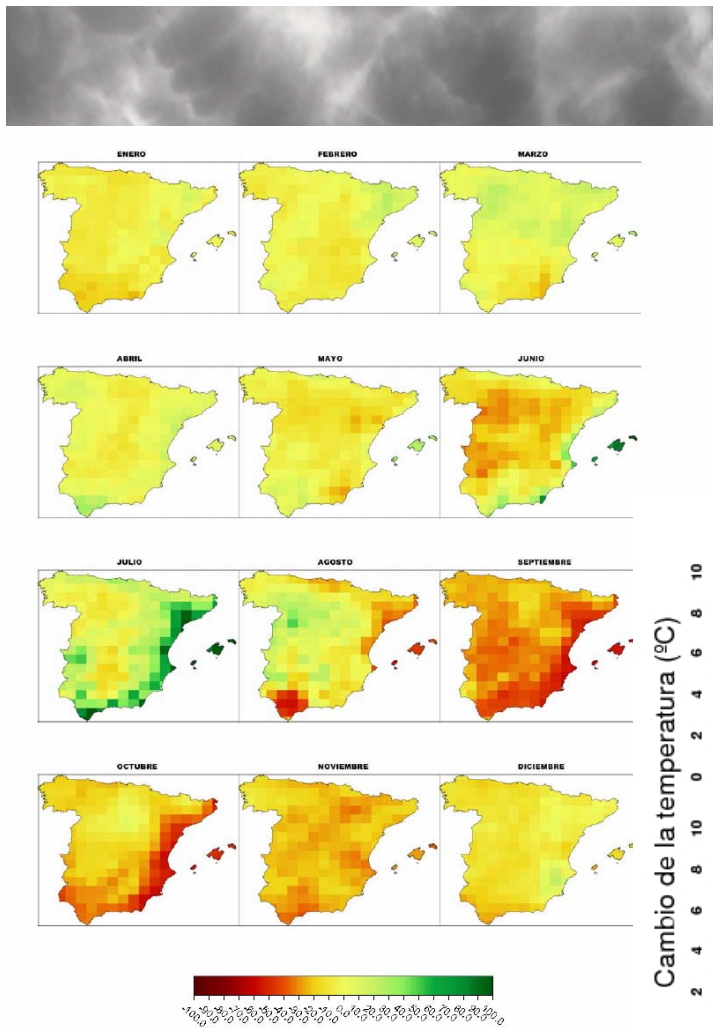
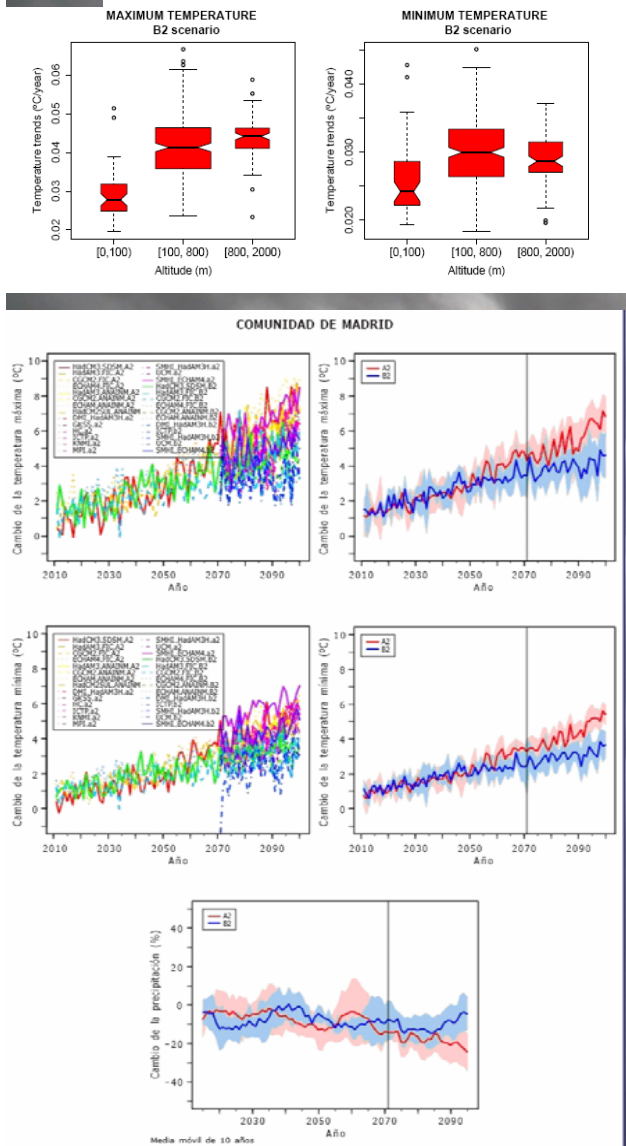


Figura 8.- Desviación porcentual de la precipitación media mensual estimada respecto a la observada para el periodo 1961-1990.

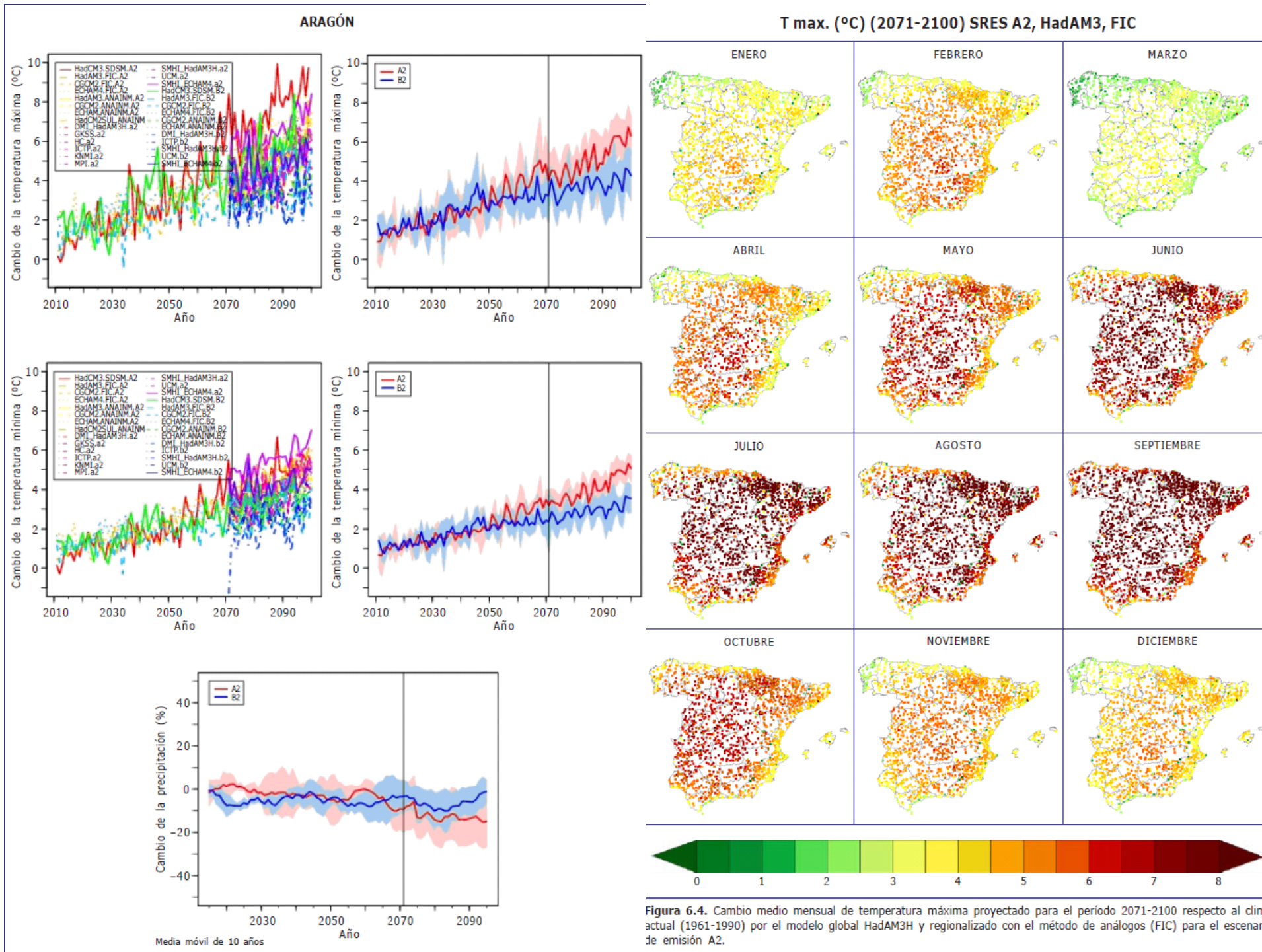
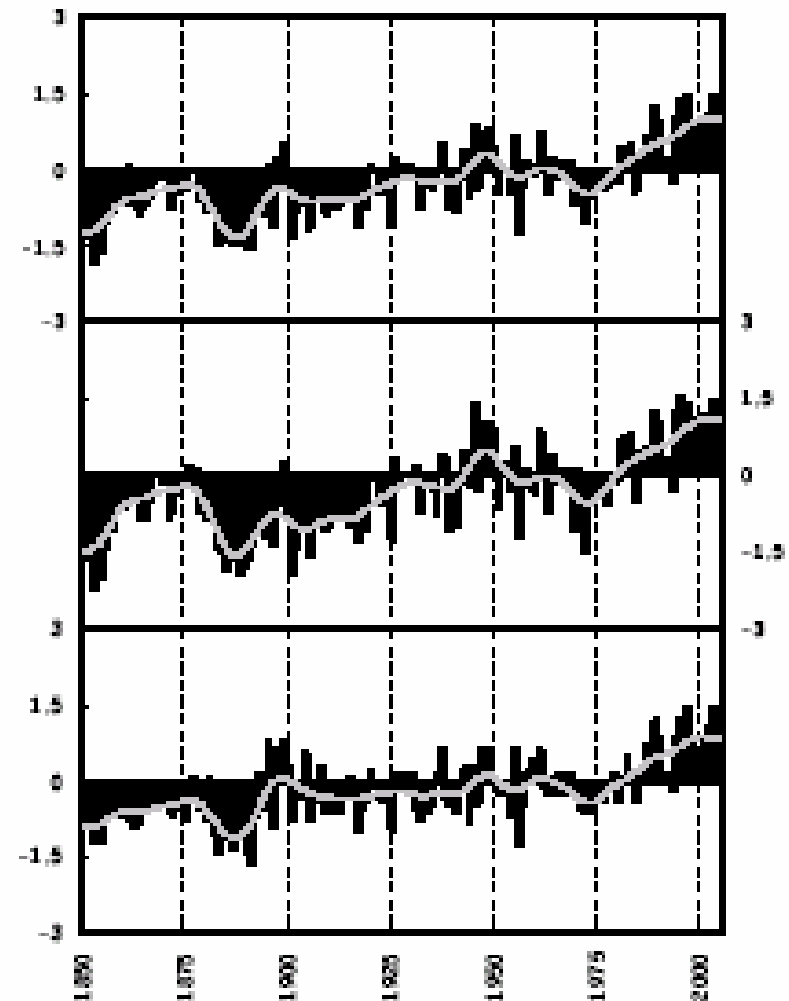


Figura 6.4. Cambio medio mensual de temperatura máxima proyectado para el período 2071-2100 respecto al clima actual (1961-1990) por el modelo global HadAM3H y regionalizado con el método de análogos (FIC) para el escenario de emisión A2.

Tendencias recientes (Brunet et al. 2006)

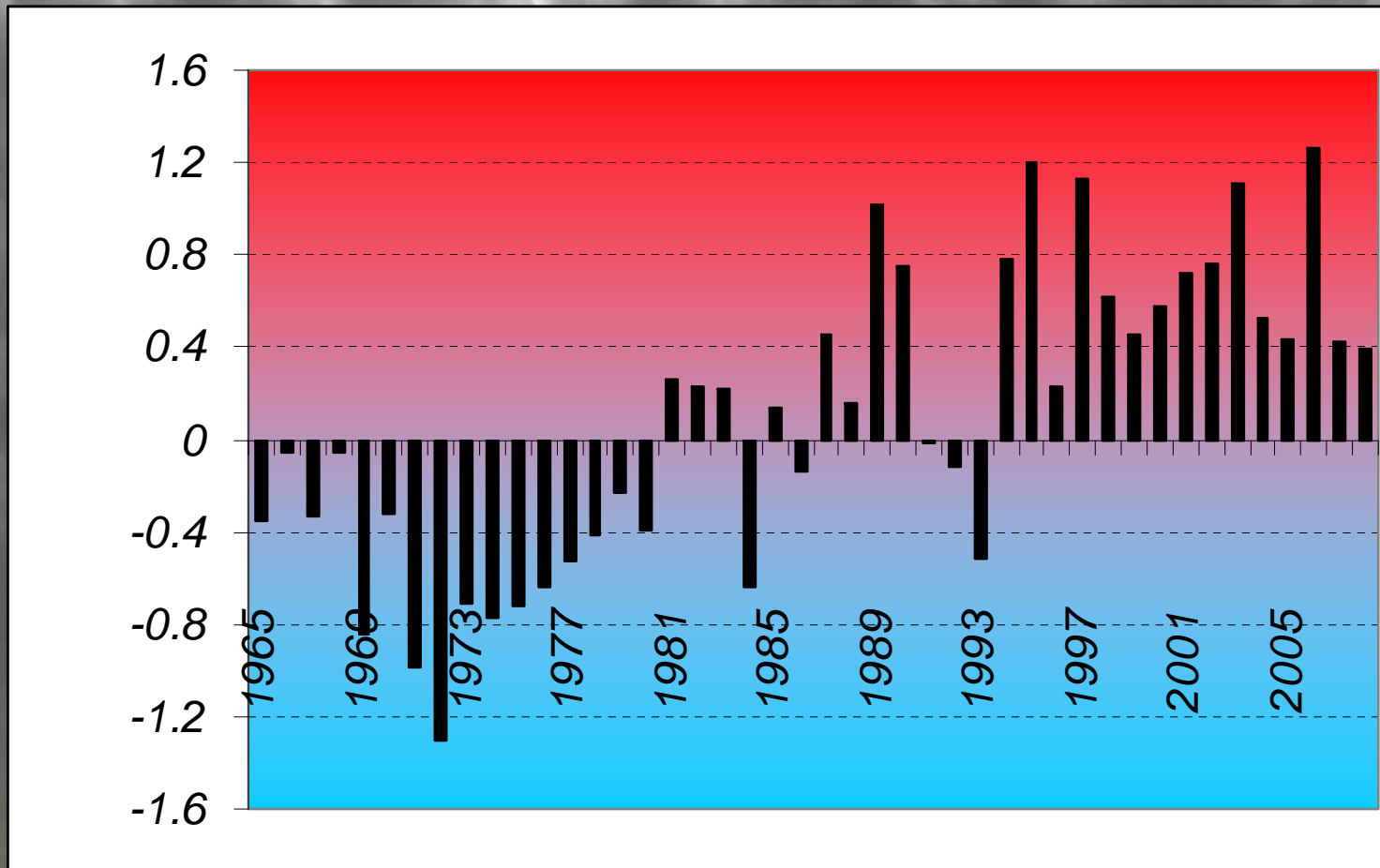
Periodos	1850-2005	1901-2005	1901-1949	1950-1972	1973-2005
Temperaturas medias diarias					
Anual	0.10 (0.08/0.12)	0.13 (0.10/0.16)	0.22 (0.11/0.31)	-0.19 (-0.53/0.12)	0.48 (0.36/0.66)
Invierno	0.10 (0.07/0.14)	0.14 (0.08/0.20)	0.10 (-0.08/0.32)	0.11 (-0.58/0.68)	0.27 (-0.09/0.56)
Primavera	0.08 (0.05/0.12)	0.12 (0.06/0.17)	0.25 (0.08/0.43)	-0.52 (-1.03/0.05)	0.71 (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 (-0.80/0.08)	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)

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



(AEMET, 2007)

Anomalías de la temperatura media de la España peninsular y Baleares con relación a 1971-2000 (AEMET)

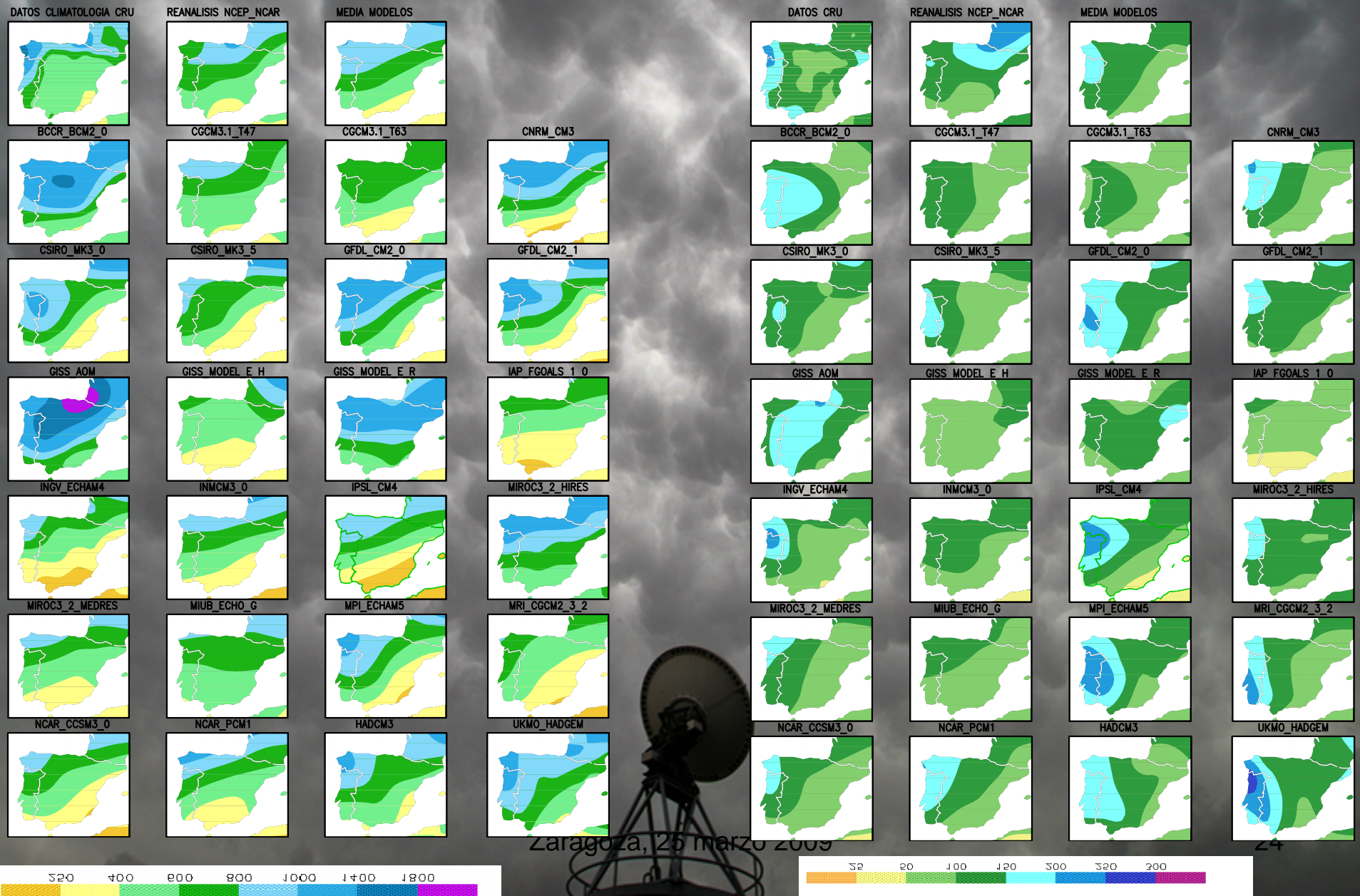


2ª fase: evaluación modelos AR4-IPCC

- Los modelos globales tienen diferente “calidad” y representan de diferente forma el clima regional
- “Pesos” en enfoque probabilístico
- Enfoque en los tipos de tiempo y en los fenómenos de tiempo severo (e.g., ciclones Mediterráneos con MRI (20km))

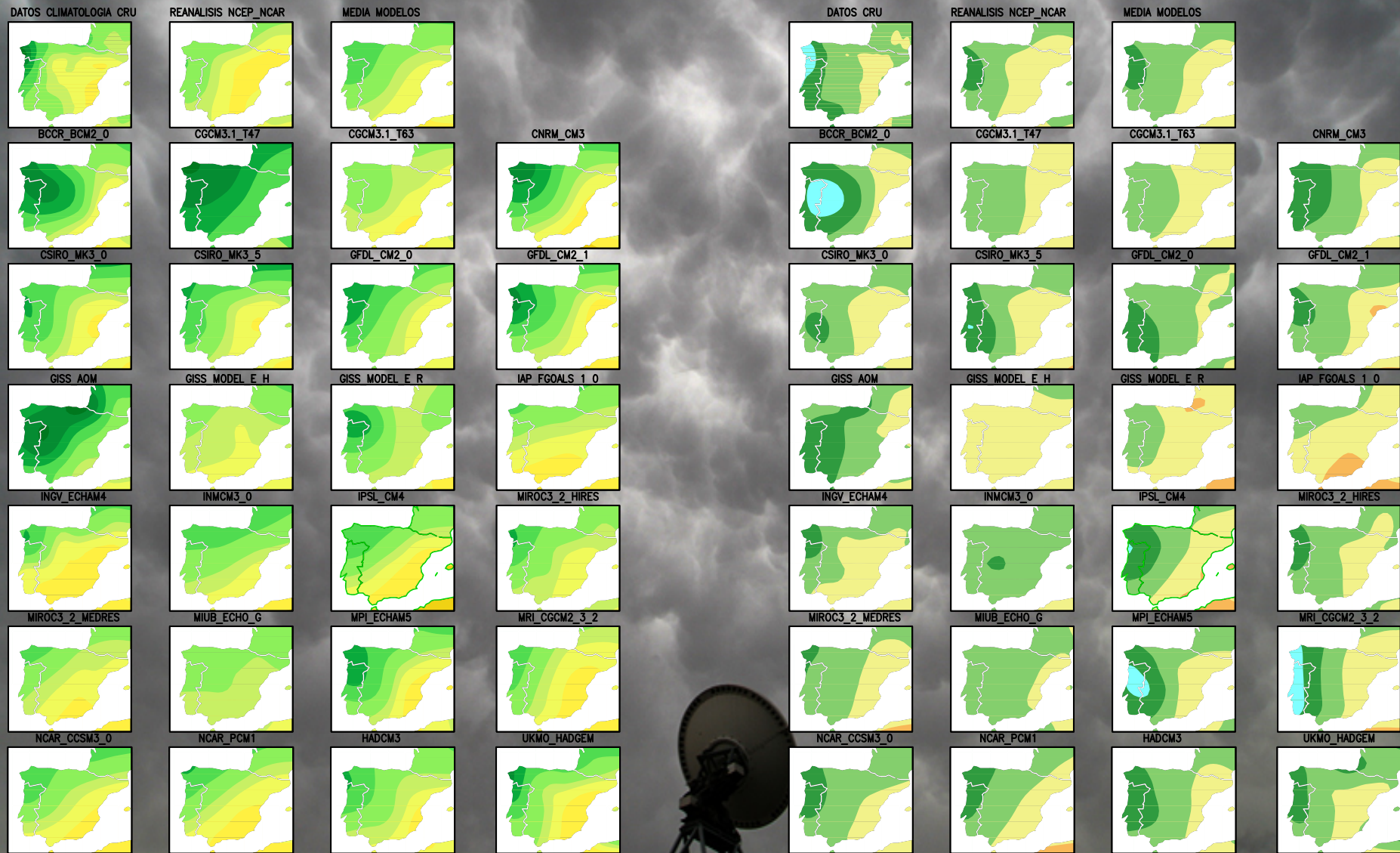
Evaluación modelos globales AR4-IPCC

Precipitación anual (mean/sd) 1961-1990



Evaluación modelos globales AR4-IPCC

Precipitación DEF (mean/sd) 1961-1990



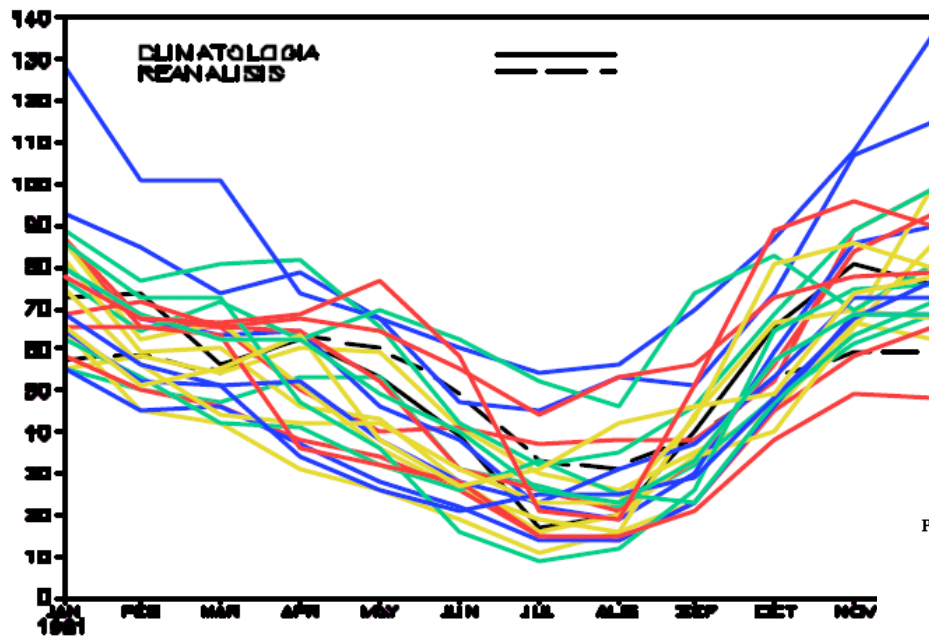
Zaragoza, 25 marzo 2009

25



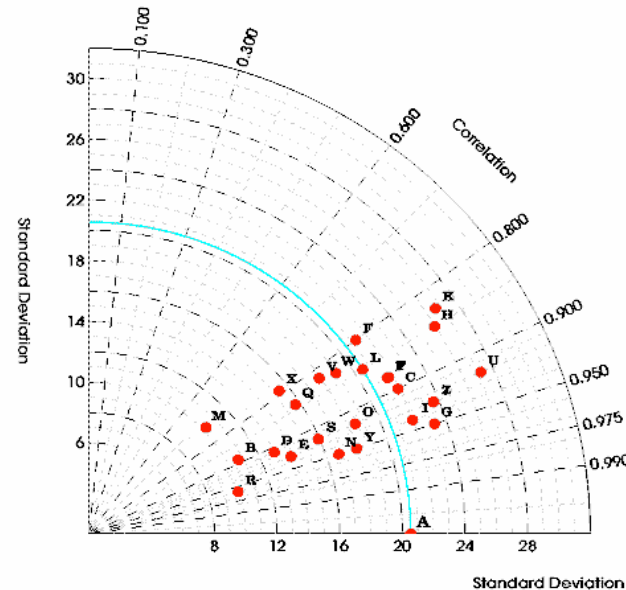
Evaluación modelos globales AR4-IPCC

Precipitación ciclo anual 1961-1990



	BIAS	BIAS	CORREL.	CORREL.
	REANAL	DATOS	REANAL	DATOS
BCCR_BCM2_0	+0.44	+0.51	0.73	0.89
CGCM3.1_T47	-0.06	-0.004	0.96	0.91
CGCM3.1_T63	-0.13	-0.10	0.89	0.93
CNRM_CM3	+0.13	+0.18	0.59	0.80
CSIRO_MK3_0	+0.03	+0.02	0.84	0.95
CSIRO_MK3_5	-0.08	-0.10	0.73	0.85
GFDL_CM2_0	+0.27	+0.30	0.86	0.94
GFDL_CM2_1	+0.06	+0.05	0.82	0.93
GISS_AOM	+0.69	+0.77	0.61	0.83
GISS_MODEL_E_H	-0.21	-0.24	0.52	0.84
GISS_MODEL_E_R	+0.34	+0.46	0.60	0.73
IAP_FGOALS_0	-0.27	-0.28	0.80	0.95
INGV_ECHAM4	-0.27	-0.29	0.73	0.92
INMCM3_0	-0.10	-0.11	0.74	0.88

PRECIPITACION (MM/MES)



- A DATOS
- B REANALISIS NCAR-NCEP
- C BCCR-BCM2-0
- D CGCM3-T47
- E CGCM3-T63
- F CNRM-CM3
- G CSIRO-MK3-0
- H CSIRO-MK3-5
- I GFDL-CM2-0
- J GFDL-CM2-1
- K GISS-AOM
- L GISS-MODEL-E-H
- M GISS-MODEL-E-R
- N IAP-FGOALS-1-0
- O INGV-ECHAM4
- P INMCM3-0
- Q IPSL-CM4
- R MIROC-3-2-HIRES
- S MIROC-3-2-MEDRES
- T MIUB-ECHO-G
- U MPI-ECHAM5
- V MRI-CGCM2-3-2
- W NCAR-CCSM3-0
- X NCAR-PCM1
- Y UKMO-HADCM3
- Z UKMO-HADGEM1

Zaragoza

Evaluación modelos globales con técnicas objetivas de clasificación de tipos de tiempo (I)

Tipos	Descripción de los tipos de circulación de ERA-40 (1961_2002)
1	Dorsal cuyo eje se extiende desde la Península Ibérica (PI) a Escandinavia
2	Dorsal atlántica con eje al sur de Islandia, débil vaguada cerca del Mar del Norte
3	Flujo zonal sobre la PI y el mar Mediterráneo y flujo anticiclónico sobre Europa occidental y Escandinavia
4	Flujo anticiclónico débil sobre Europa occidental (Dorsal al W de Europa, extendiéndose a partir del anticiclón de las Azores)
5	Flujo zonal sobre Escandinavia, dorsal inclinada aproximándose a la IP, vaguada sobre los Balcanes
6	Fuerte flujo zonal al sur de las I Británicas (Dorsal sobre las islas Británicas e Islandia)
7	Bloqueo euro-atlántico con centro sobre las Islas Británicas
8	Flujo zonal

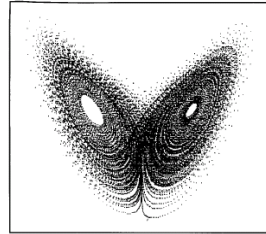
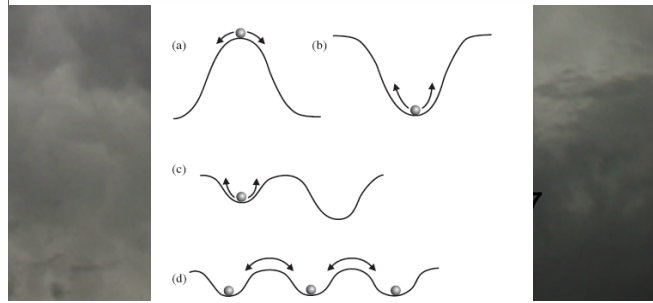
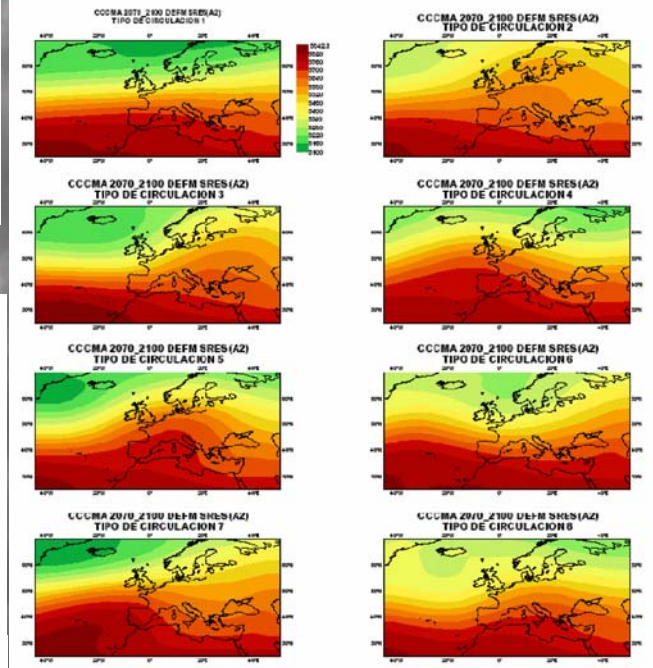
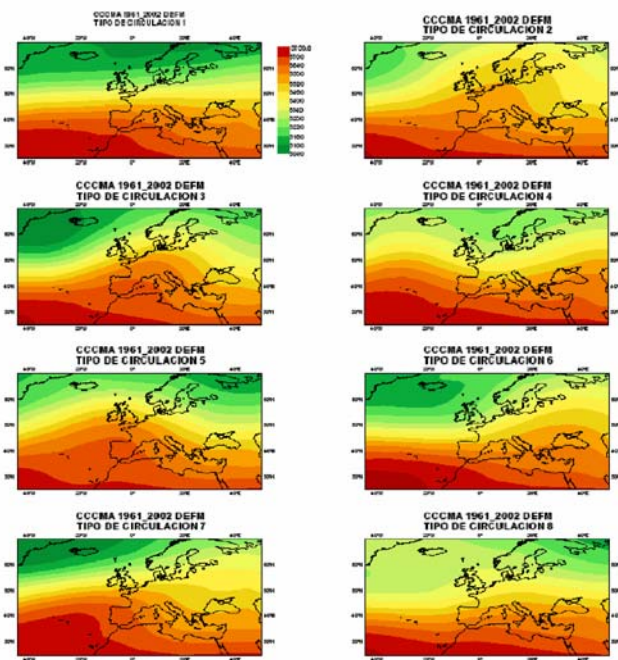
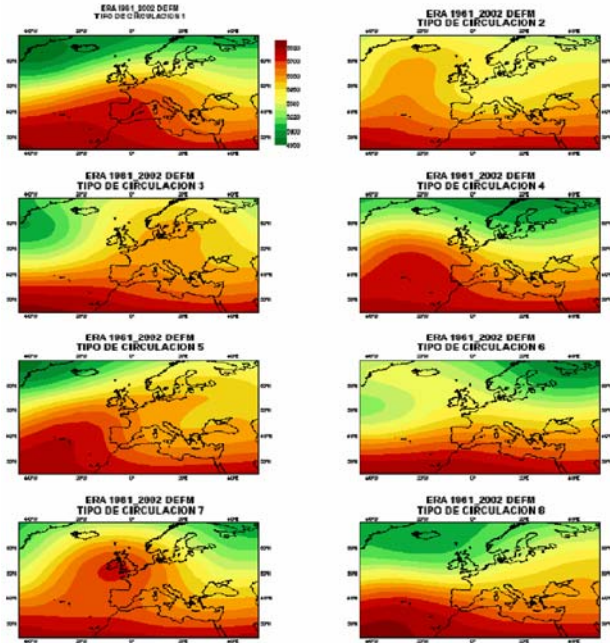


Fig. 1. The Lorenz attractor. Calculated from equation set (1) using parameter values $r = 28$, $\sigma = 10$, $\rho = 8/3$. The z axis is aligned along the vertical.

Tipos	Descripción de los tipos de circulación del modelo CGCM2 (SRES A2) 2070-2100
1	Fuerte flujo zonal
2	Flujo zonal sobre la PI. Dorsal sobre Fenoscandia
3	Flujo zonal intenso sobre el Atlántico y Europa Occidental. Dorsal sobre el E de Rusia
4	Débil dorsal sobre las Islas Británicas
5	Dorsal sobre Fenoscandia. Circulación restringida al N de la PI.
6	Débil dorsal al Oeste de las Islas Británicas
7	Flujo zonal al N de las Islas Británicas. Débil dorsal con eje Pirineos-Golfo de Cádiz
8	Flujo zonal en el Atlántico. Débil dorsal al S de Escandinavia

Tipos	Descripción de los tipos de circulación del modelo CGCM2 (1961_2002)
1	Fuerte flujo zonal. Corriente en chorro desplazada hacia el Norte
2	Flujo zonal sobre la PI y el mar Mediterráneo y flujo anticiclónico sobre la Europa occidental y Escandinavia
3	Vaguada inclinada con eje que se extiende desde el Golfo de Botnia hasta el Mar Tirreno
4	Débil dorsal atlántica al oeste de las Islas Británicas, débil vaguada en la Europa occidental
5	Dorsal sobre las Islas Británicas, afectando a toda Europa
6	Flujo zonal sobre el Atlántico y dorsal sobre la Europa oriental
7	Ligero flujo anticiclónico sobre la Europa occidental
8	Flujo zonal con corriente en chorro desplazada hacia el Sur... excepto en la parte norte de Escandinavia



Evaluación modelos globales con técnicas objetivas de clasificación de tipos de tiempo: duración, persistencia (II)

	<i>ERA-40</i> 1961-2002	<i>CGCM2</i> 1961-2002	<i>CGCM2-A2</i> 2070-2100
M	3.11	3.44	3.30
>=4	62.3	66.04	62.1
1	484	375	285

Tabla 2: Características de la duración de los sucesos: duración media (M), porcentaje de tiempo transcurrido en los sucesos de duración igual o superior a 4 días (>=4) y número de sucesos de 1 día para ERA-40, el modelo CCCMA (1961-2002) y CCCMA_SRES A2 (2070-2100).



Persistencia media (días)

<i>Tipos de circulación</i>	<i>ERA-40</i> 1961-2002	<i>CGCM2</i> 1961-2002	<i>CGCM2 A2</i> 2070-2100
1	3.16	4.30	4.4
2	3.39	4.94	5.43
3	3.30	2.47	3.09
4	2.92	2.90	2.81
5	2.26	2.97	2.31
6	4.06	3.32	2.74
7	3.09	2.30	2.16
8	3.16	4.32	2.73

Tabla 3. Persistencia media (días) para los distintos tipos de circulación del ERA-40, el modelo CGCM2 (1961-2002) y CGCM2 SRES A2 (2070-2100).



Evaluación modelos globales con técnicas objetivas de clasificación de tipos de tiempo: frecuencia de transiciones (III)

De/A	ERA40_1	ERA40_2	ERA40_3	ERA40_4	ERA40_5	ERA40_6	ERA40_7	ERA40_8
ERA40_1	-	0,65	19,23	18,57	16,67	8,98	13,47	22,44
ERA40_2	0,00	-	16,20	21,83	18,31	16,91	17,61	9,16
ERA40_3	18,25	15,54	-	0,00	30,41	10,81	9,46	15,54
ERA40_4	16,67	18,52	0,00	-	16,05	10,50	25,93	12,35
ERA40_5	16,77	19,76	16,17	19,76	-	0,00	11,98	15,57
ERA40_6	26,22	9,71	22,33	17,48	0,00	-	13,60	10,68
ERA40_7	27,95	8,83	19,86	24,27	13,24	5,89	-	0,00
ERA40_8	7,04	25,79	14,07	14,07	20,32	18,75	0,00	-

Tabla 4.8. Frecuencia de las transiciones de un tipo de circulación dado (en filas) a otro tipo de circulación diferente (en columnas), expresado en %, para la clasificación de los tipos de tiempo del ERA40 correspondientes al período 1961-1990.

De/A	CGCM2_1	CGCM2_2	CGCM2_3	CGCM2_4	CGCM2_5	CGCM2_6	CGCM2_7	CGCM2_8
CGCM2_1	-	1,31	15,04	28,11	17,65	20,27	7,85	9,81
CGCM2_2	0,00	-	26,05	18,49	10,93	15,13	20,17	9,25
CGCM2_3	16,67	18,34	-	0,00	10,84	25,00	13,34	15,84
CGCM2_4	24,25	8,34	0,00	-	31,06	10,61	15,91	9,85
CGCM2_5	27,87	15,58	14,76	13,12	-	1,64	26,23	0,82
CGCM2_6	13,58	23,58	16,43	15,00	0,00	-	15,00	16,43
CGCM2_7	31,75	7,94	8,73	19,05	15,88	16,67	-	0,00
CGCM2_8	9,76	26,83	17,08	7,32	9,76	29,27	0,00	-

Tabla 4.9. Frecuencia de las transiciones de un tipo de circulación dado (en filas) a otro tipo de circulación diferente (en columnas), expresado en %, para la clasificación de los tipos de tiempo de la simulación del CGCM al período 1961-1990.

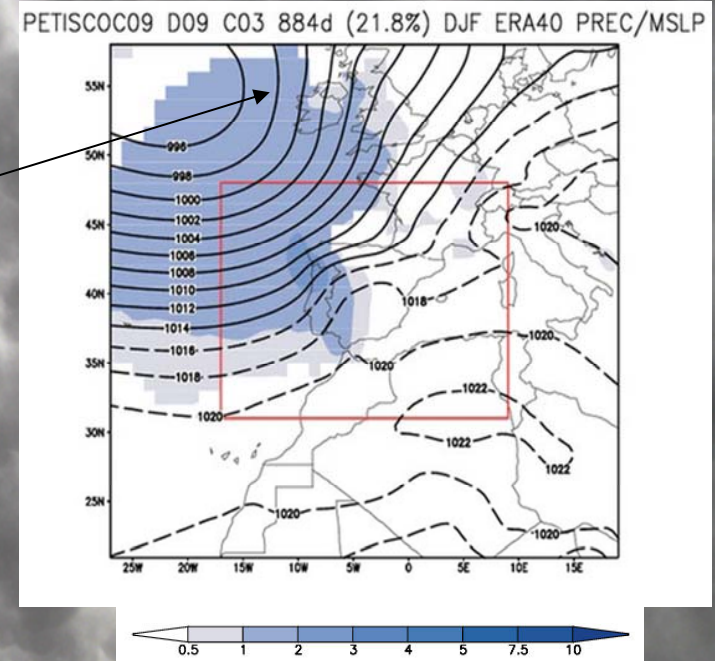
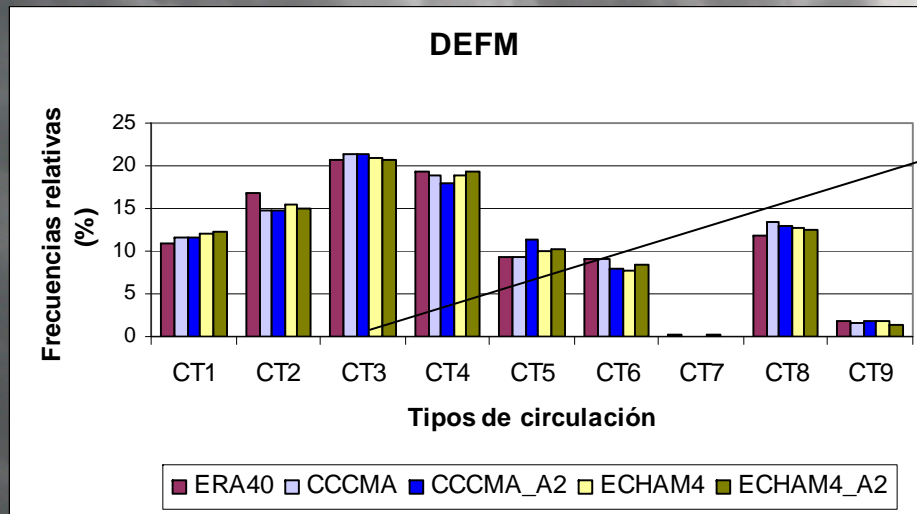
De/A	CGCM2_A2_1	CGCM2_A2_2	CGCM2_A2_3	CGCM2_A2_4	CGCM2_A2_5	CGCM2_A2_6	CGCM2_A2_7	CGCM2_A2_8
CGCM2_A2_1	-	1,18	12,95	27,65	15,89	12,95	10,00	19,42
CGCM2_A2_2	0,00	-	19,58	19,58	16,09	19,58	13,99	11,19
CGCM2_A2_3	29,17	13,89	-	1,39	11,12	11,12	29,87	3,48
CGCM2_A2_4	17,57	20,27	0,00	-	25,00	4,06	5,41	27,71
CGCM2_A2_5	41,73	10,80	13,67	12,23	-	0,72	7,20	13,67
CGCM2_A2_6	8,34	21,88	12,50	21,88	0,00	-	20,84	14,59
CGCM2_A2_7	14,41	23,73	11,02	22,89	17,80	9,33	-	0,85
CGCM2_A2_8	14,73	20,16	38,76	4,66	12,41	9,31	0,00	-

Tabla 4.12. Frecuencia de las transiciones de un tipo de circulación dado (en filas) a otro tipo de circulación diferente (en columnas), expresado en %, para la clasificación de los tipos de tiempo de la simulación del CGCM2_A2 correspondiente al período 2071-2100.

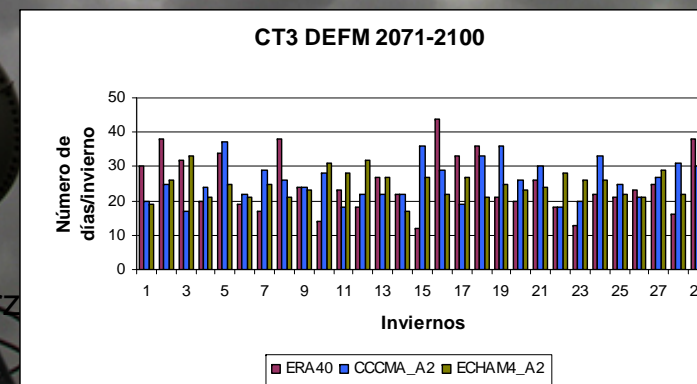
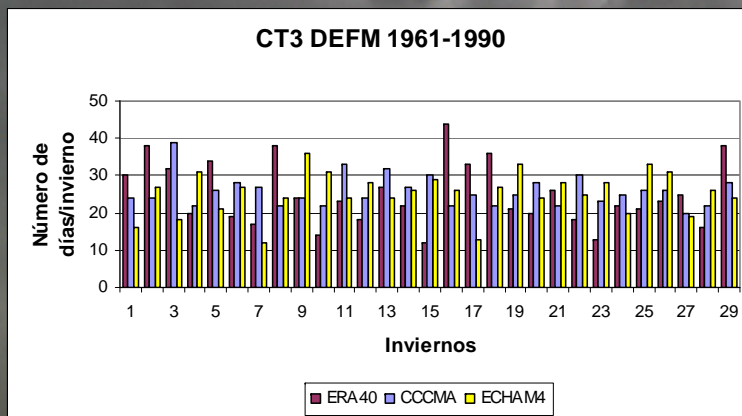
Necesario dato diario!!!

Zaragoza,

Evaluación modelos globales con técnicas objetivas de clasificación de tipos de tiempo (IV)



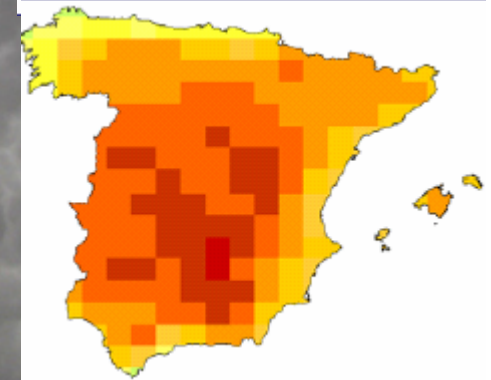
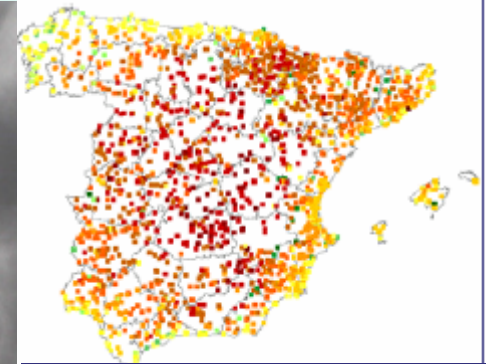
<http://geo21.geo.uni-augsburg.de/cost733wiki/Cost733Classifications>



Zaragoza, 25 marzo

2ª fase: desarrollos en métodos de regionalización estadísticos

- Los métodos estadísticos disponibles [1ª fase (regresión, análogos) + otros] se aplican en puntos de rejilla y estaciones.
- Validación de métodos y revisión predictores
- Extensión de SDSM a modelos AR4-IPCC. Acceso on-line a datos preparados de España y Sudamérica
- Estimación de las incertidumbres asociadas a cada uno de los métodos
- Aplicación extensiva a la mayoría de modelos AR4-IPCC



2ª fase: desarrollos en métodos de regionalización dinámicos

- Inicio de la fase de producción con HIRLAM-RCA3 complementaria de ENSEMBLES, ESCENA (WRF, MM5, RAMS, PROMES) y RC

Table 2: The first step WP2B.1 GCM/RCM matrix and relationship with current proposals from WP3.3

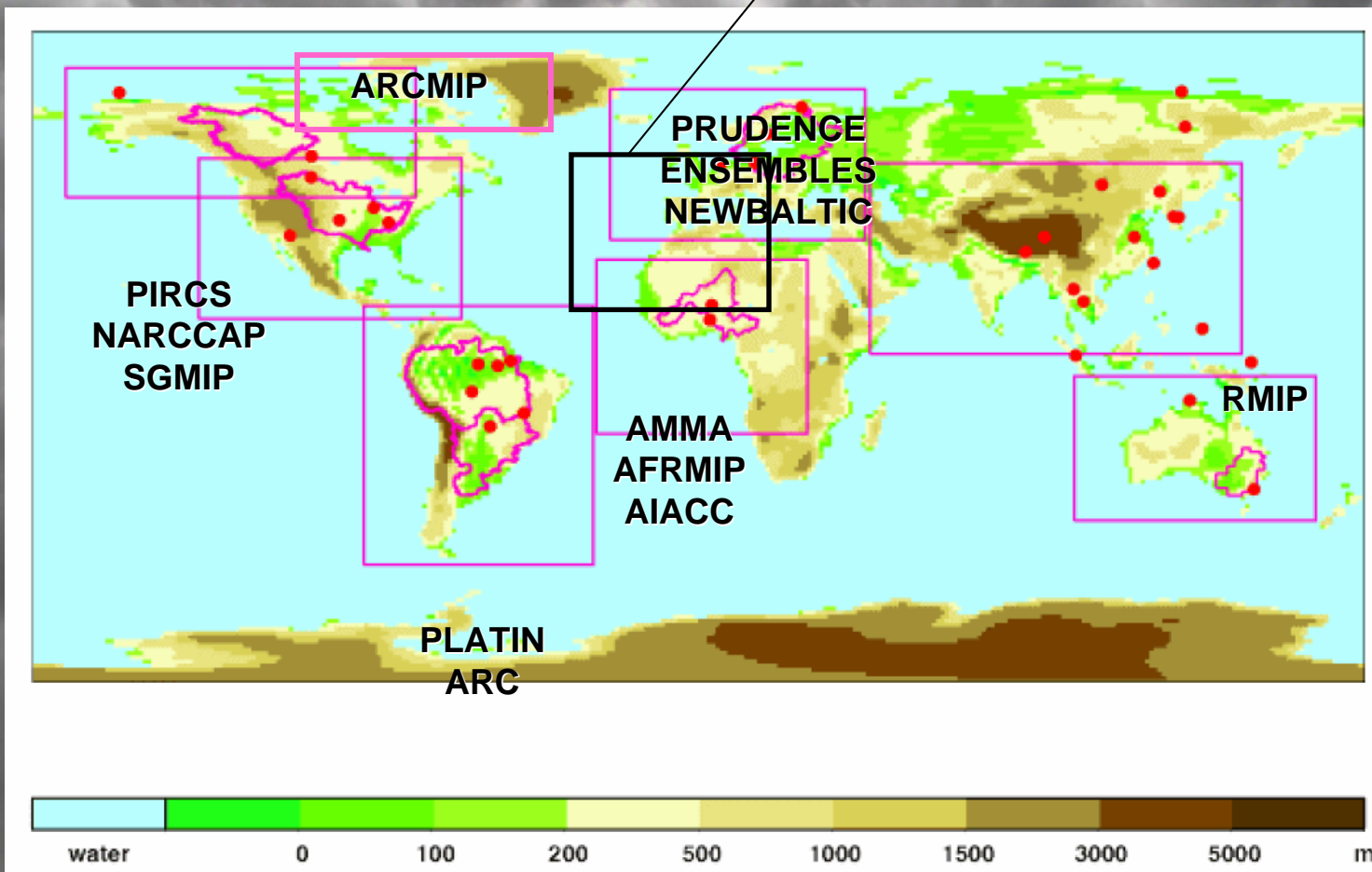
GCM's	RCM's												
	METO-HC	MPIMET	CNRM	DMI	ETH	KNMI	ICTP	SMHI	UCLM	C4I	GKSS	MetNo	CHMI
METO-HC	1950-2100				1950-2050			1950-2050	1950-2050				1950-2050
MPIMET	1950-2100	1950-2100		1950-2050*		1950-2050	1950-2050			1950-2050			
FUB													
IPSL		1950-2050									1950-2050		
CNRM			1950-2050	1950-2050*									
NERSC							1950-2050					1950-2050	

- 'Contractually-obliged' simulations currently proposed by WP3.3
- 'Non-contractually-obliged' simulations currently proposed by WP3.3
- Runs currently proposed by WP3.3 for partners not formally involved in WP2B.1
- WP2B.1 first-step runs

* One of the DMI runs will be extended to 2100

RCA3.0	BCM	A1B	1959-2100	ENS 25
RCA3.0	HADCM3 low	A1B	1949-2099	ENS 25
RCA3.0	HADCM3 low	A1B	1949-2099	ENS 50
RCA3.0	HADCM3 high	A1B	1949-2099	ENS 50
RCA3.0	HADCM3 ref	A1B	1949-2099	ENS 50
RCA3.0	CCSM3	A1B	1990-2100	ENS 50
RCA3.0	CNRM	A1B	1951-2100	ENS 50
RCA3.0	BCM	A1B	1959-2099	ENS 50
RCA3.0	IPSL	A1B	1959-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM5	A1B_1	1950-2100	ENS 25
RCA3.0	ECHAM5	A1B_1	1950-2100	ENS 12.5
RCA3.0	ECHAM5	A1B_1	1950-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM5	A1B_2	1950-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM5	A1B_3	1950-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM5	B1_1	1950-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM5	A2_1	1950-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM4	A2	1961-2100	ENS 50
RCA3.0	ECHAM4	B2	1961-2100	ENS 50
RCA3.0	CCSM3	A2	1993-2099	ENS 50
RCA3.0	CCSM3	B2	1961-2100	ENS 50
RCA3.0	CCSM3	Stab.	1961-2200	ENS 50
RCA3.0	ERA40		1961-2004	ENS 25
RCA3.0	ERA40		1961-2004	ENS 12.5
RCA3.0	ERA40		1961-2005	ENS 50

Dominio consensuado con RC, IM, MetEireann, ...

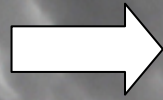


The International RCM community aims to perform a coordinated downscaling of CMIP5 GCM scenarios around the globe in support of climate impact & adaptation

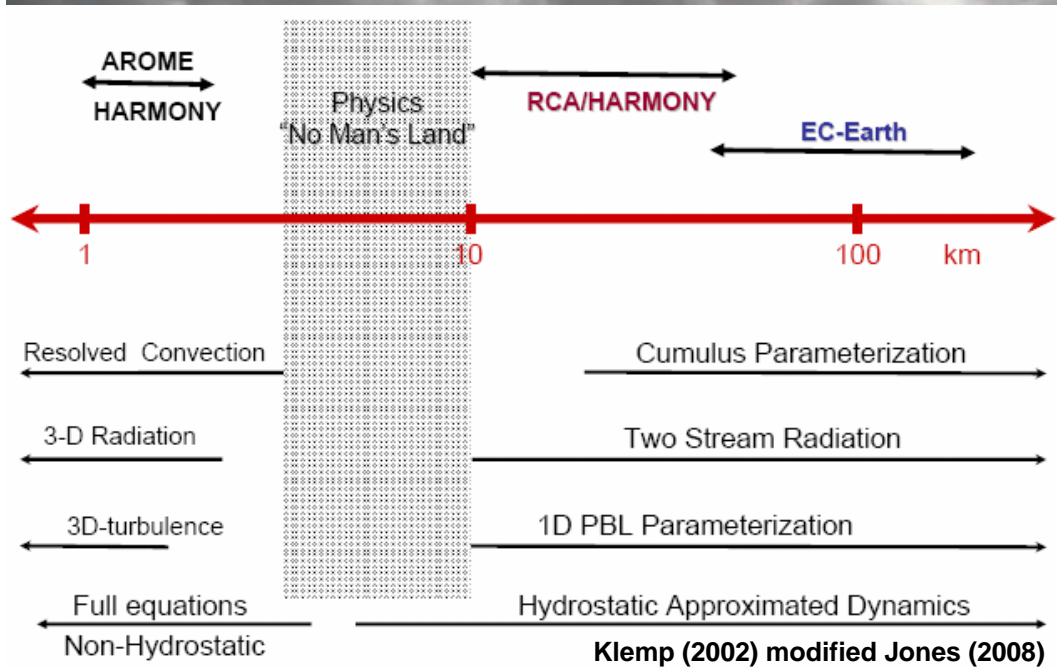
HIRLAM

ALADIN

MESO-NH

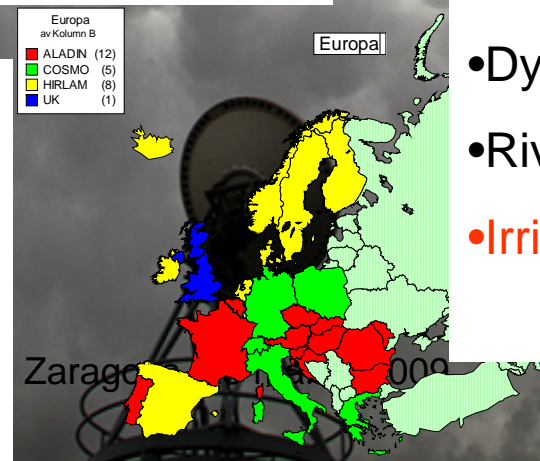
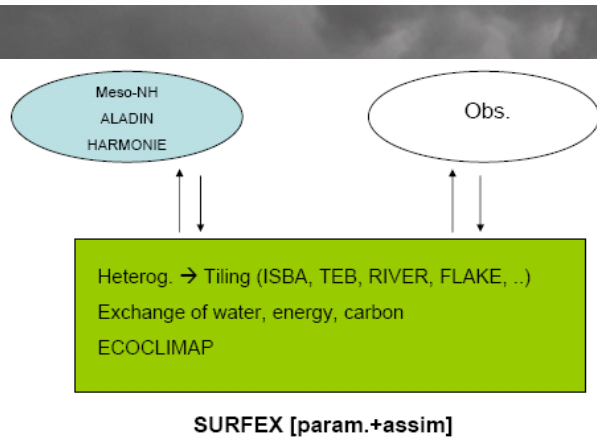


HARMONIE



HIRLAM surf. devel.:

- ISBA
- Tiling
- Soil water freezing/thawing
- Physiography → ECOCLIMAP
- Complex snow treatment
- FLAKE
- Dyn. Vegetation
- River routing
- Irrigation + ground water coup.





The EC-Earth consortium gathers 19 research institutions from 10 European countries to collaborate in the development of a new Earth System Model. The goal of EC-Earth is to build a fully coupled Atmosphere-Ocean-Land-Biosphere model, usable from seasonal to decadal climate prediction and climate projections. The proposed Earth System Model builds upon the European Centre for Medium Range Weather Forecasting's (ECMWF) world leading modeling technology, and aims to implement the emerging concept of Seamless Prediction.

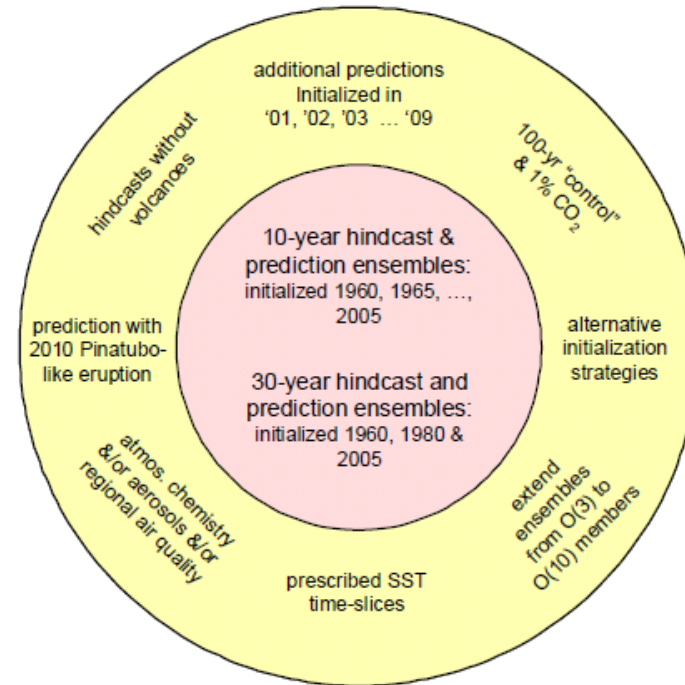
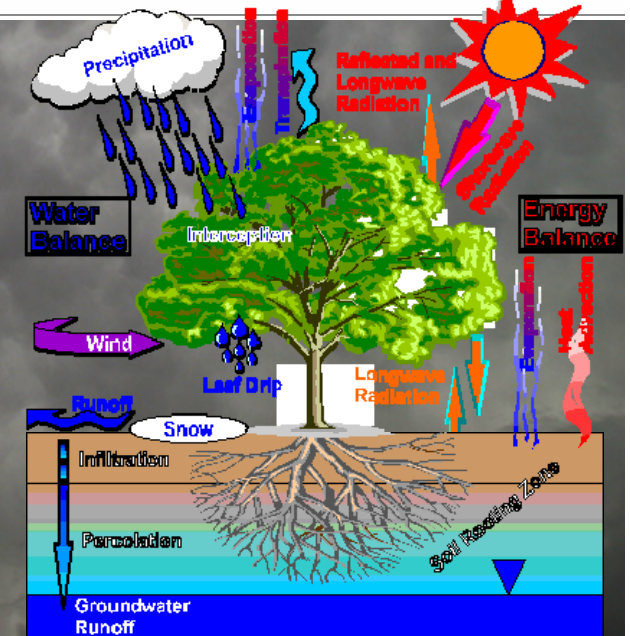
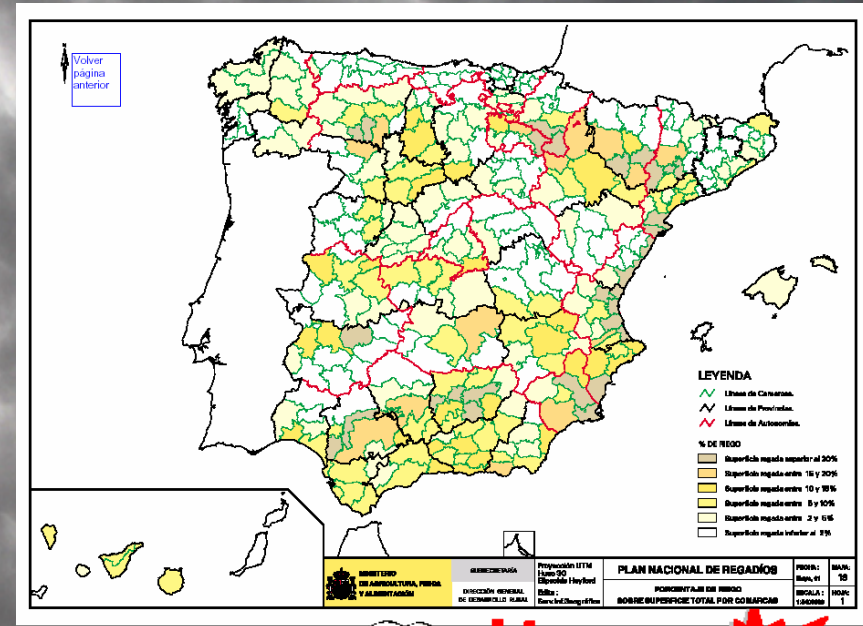


Figure 2. Schematic summary of CMIP5 decadal prediction experiments.

Irrigación

Table 1. Countries having more than 1% of the global irrigated area according to FAOSTAT 1998.

Country	Area (km ²)	% of total irrigated area
World	2,714,320	100.0
India	590,000	21.7
China	525,820	19.4
United States of America	214,000	7.9
Pakistan	180,000	6.6
Iran	75,620	2.8
Mexico	65,000	2.4
Indonesia	48,150	1.8
Thailand	47,490	1.7
Russian Federation	46,630	1.7
Uzbekistan	42,810	1.6
Turkey	42,000	1.5
Bangladesh	38,440	1.4
Spain	36,400	1.3
Iraq	35,250	1.3
Egypt	33,000	1.2
Viet Nam	30,000	1.1
Romania	28,800	1.1
Italy	26,980	1.0
Japan	26,790	1.0
Brazil	26,560	1.0
Sri Lanka	6,510	0.2



- Aproximadamente el 8% del territorio esta siendo irrigado.
- Estimación de 512 mm para el promedio aportado por la irrigación, suponiendo que la aportación se realiza uniformemente sobre toda la superficie.

Zaragoza, 26 marzo 2009

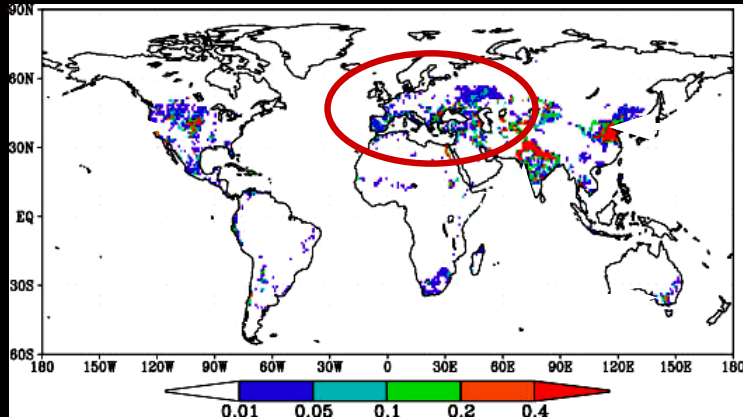
Tratamiento irrigación

- Distintos niveles de complejidad:
 - simple → demanda ilimitada para cada tipo de vegetación (p.e., Yoruzu et al. 2005).
Activación basada en tipo vegetacion.
 - complicada → demanda restringida a disponibilidad de agua (suministro sistema fluvial+ puntos vecinos + acuíferos (p.e., De Rosnay et al. 2003))

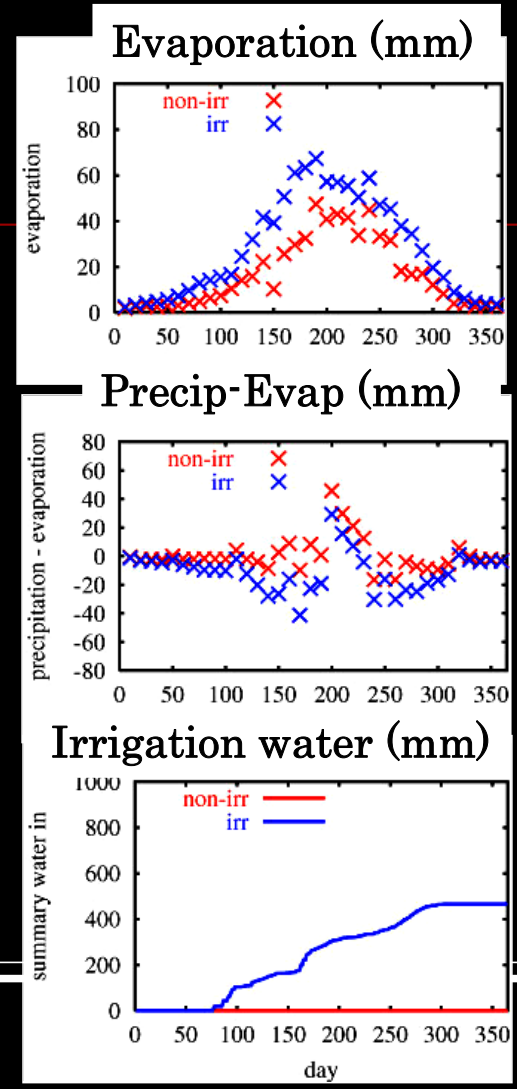
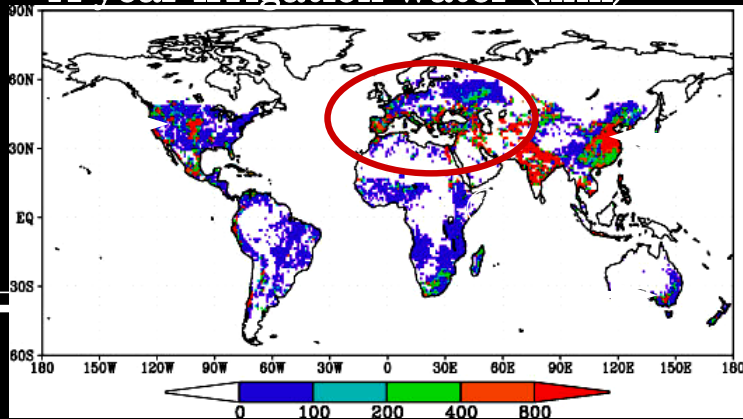
Treatment of irrigation by SiBUC (Yoruzu et al. 2005)

Irrigation effects

The increase in soil wetness of root zone



A year irrigation water (mm)

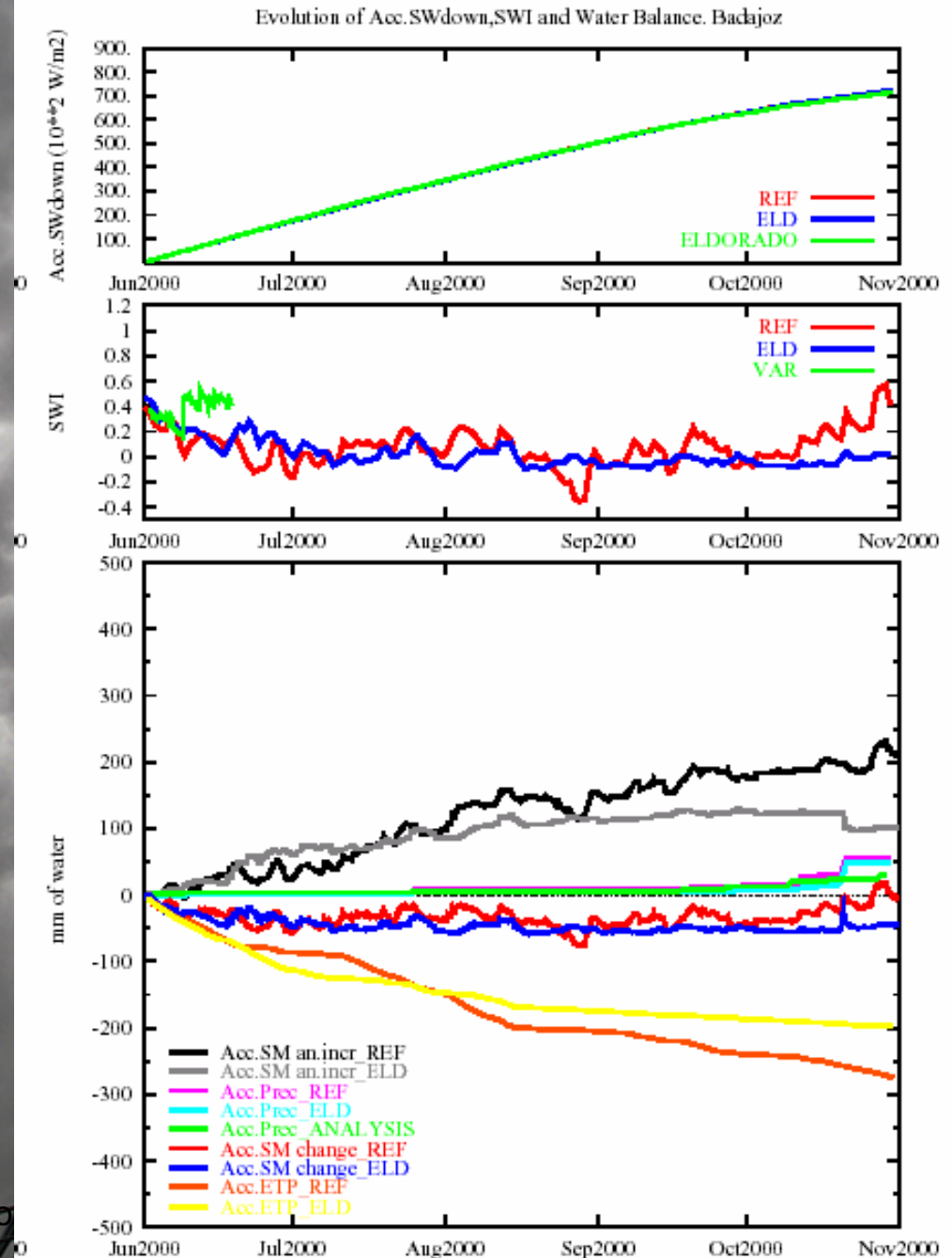


- En NWP, la asimilación de humedad del suelo puede compensar el efecto de la falta de irrigación añadiendo agua sistemáticamente (ELDAS)

- Muy poco incluido en los esquemas de superficie standard.

- Simulaciones con otros esquemas muestran que una irrigación de 500 mm/año, puede aumentar el flujo de calor latente en unos 20 W/m² y como consecuencia la temperatura a 2m puede disminuir entre 1-2 K

- La irrigación es un fenómeno relevante en las simulaciones NWP y climáticas sobre España: 8% territorio y 500 mm/año



Futuro: 2ª fase

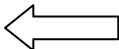
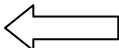
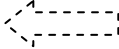
PROGRAMA COORDINADO PARA
GENERACION DE ESCENARIOS
REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMATICO

Diciembre 2006



- El programa propone la **coordinación de la comunidad científica española para proporcionar de forma continua, y con revisiones periódicas, una imagen probabilística de la evolución del clima** en España a lo largo del siglo XXI que sirva a los diferentes sectores sensibles a las condiciones climáticas para tomar sus decisiones estratégicas de adaptación a un clima cambiante.
- Asimismo, se intenta que esta información relativa a las futuras condiciones climáticas sea la **mejor disponible en el momento de su distribución** y que esté siempre científicamente avalada.

Líneas

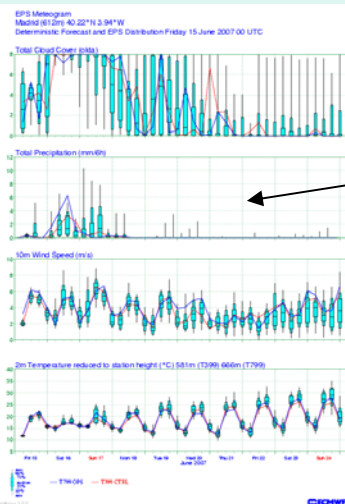
- 1.- **Combinación proyecciones** regionalizadas obtenidas con diferentes modelos y métodos.
- 2.- Bases de **datos** climáticos y oceanográficos instrumentales controlados en su calidad y homogeneizados
- 3.- Análisis, evaluación y validación de los resultados de los **modelos climáticos globales (AR4-IPCC)** en periodos observacionales de referencia
- 4.- Regionalización con integración de modelos atmosféricos climáticos regionales (**RACM**) 
- 5.- Regionalización con técnicas estadísticas (**SDS**) 
- 6.- Modelos oceánicos regionales (**ROCM**). 

Uncertainties in climate change projections

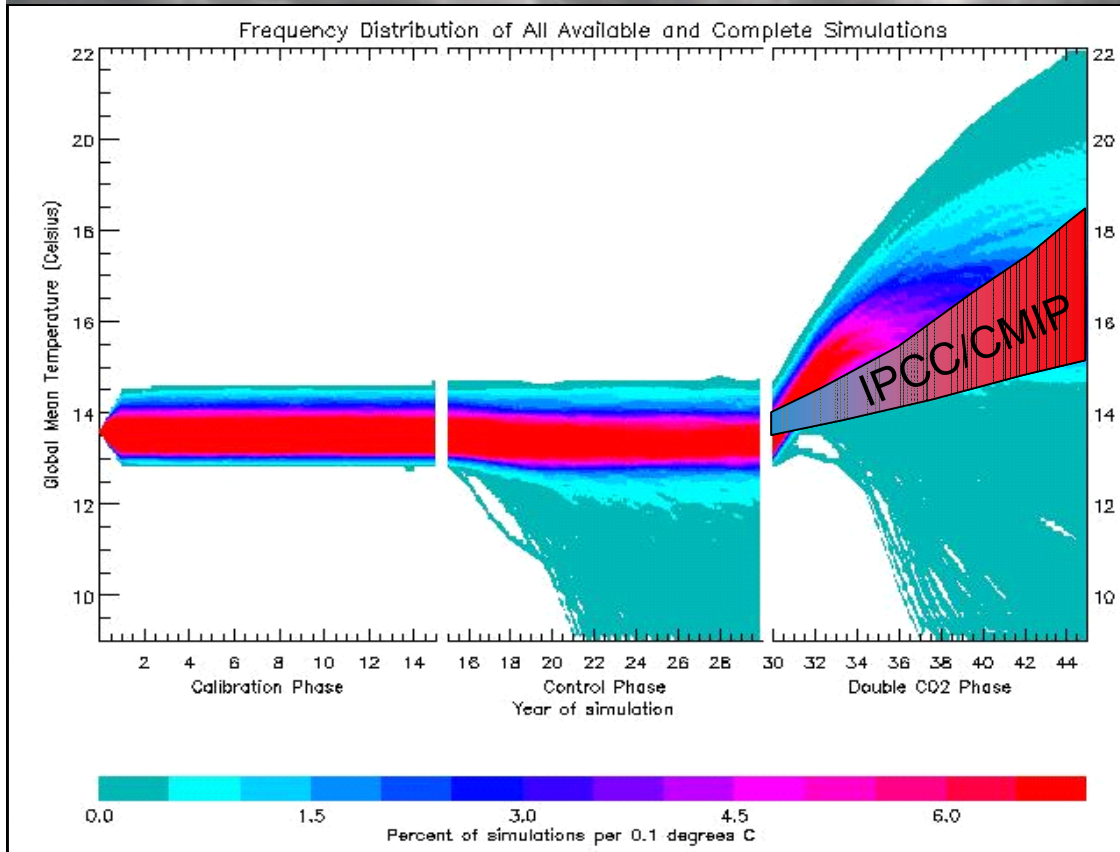
UNCERTAINTY
DOESN'T MEAN
TOTAL LACK OF
KNOWLEDGE!!

- Natural forcing (sun, volcanoes) ←
- GHG emissions ←
- GHG concentrations ←
- AOGCM differences ←
- Internal variability (IC dependency) ←
- Downscaling techniques ←
- Tipping points

- The uncertainty studies are something relatively new in atmospheric sciences. Only recently uncertainty (probabilistic approach) was introduced in our forecasts/projections
- Dealing with lack of knowledge and uncertainties → a task for risk management



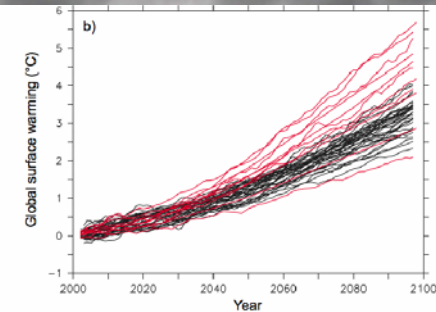
EI IPCC NO explora suficientemente las incertidumbres!! → mega-ensembles



Frequency distribution of global mean temperature response to doubled CO₂ produced by CP.net, compared with the IPCC (2001) range.

Zaragoza, 25 marzo 2009

Source: Staniforth et al. (2005)

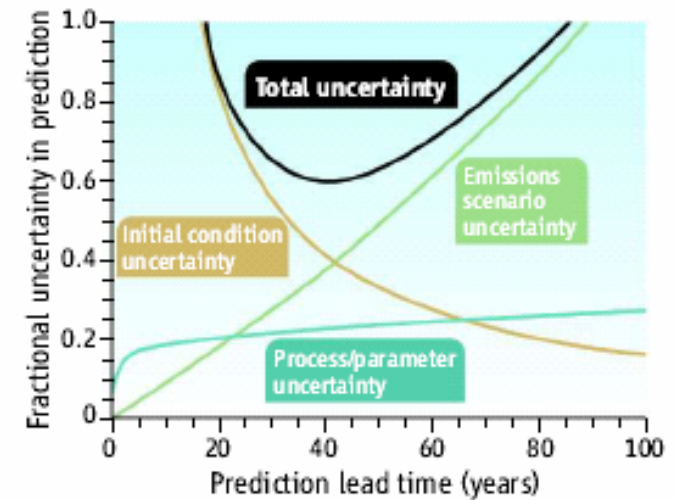


IPCC AR4 Fig. 10.20

Models with CO₂-only: black lines

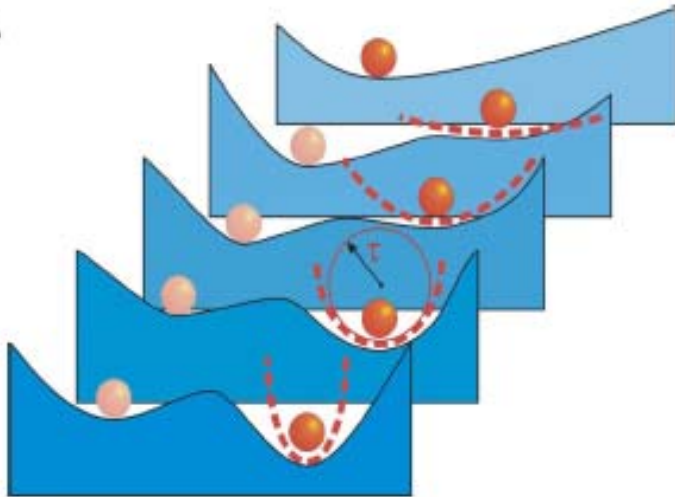
Models with CO₂ plus carbon cycle: colored lines

Adding carbon cycle feedback produces greater uncertainty for larger warming; unclear as to size and nature of carbon cycle feedback



(Cox & Stephenson, 2007)

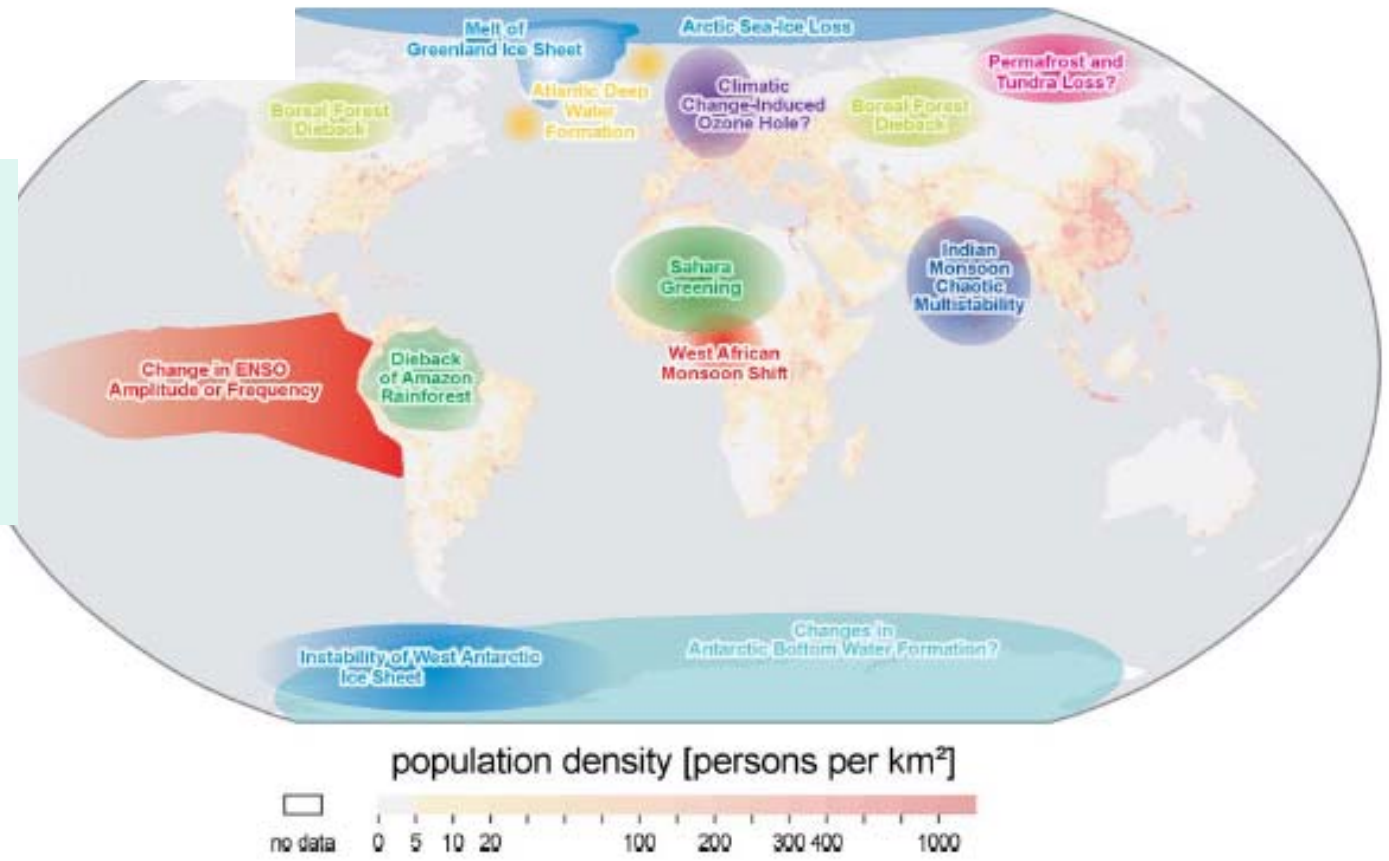
A



“Tipping points”:

Small changes can produce big long term effects

Ex.: forced convection!!



Zaragoza, 20th March 2009

(Lenton et al., 2008)

Productos finales

- 1ª fase: ensayo general utilizando TAR-IPCC de lo que se pretende desarrollar plenamente en las 2ª fase.
- Datos de proyecciones regionalizadas de cambio climático (multi-escenarios, multi-AOGCMs, multi-RCMs, multi-SDMs) basados en AR4-IPCC puestos a disposición de la comunidad de impactos y adaptación al cambio climático (mandato del PNACC) en un repositorio único.
- Informe detallado de los resultados de las distintas líneas de trabajo
- Revisiones periódicas sincronizadas con las entregas del IPCC



Gracias por su atención!

(e.rodriguez@inm.es)



Zaragoza, 25 marzo 2009

47