

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA AGRAVACIÓN DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS.

AGERS 2.000

D. Luis Balairón
Jefe del Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA

XII CONGRESO AGERS. 2000

LA AGRAVACIÓN DE LOS RIESGOS EN EL 3er. MILENIO. RESPUESTAS PARA SU GESTIÓN Y FINANCIACIÓN

Madrid, 29 y 30 de noviembre de 2000

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA AGRAVACIÓN DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS Mesa Redonda

Introducción:

Luis Balairón Ruiz

Jefe del Servicio
de Variabilidad y Predicción del Clima
MIMAM - INM
balairon@inm.es

CAMBIO CLIMÁTICO Y RIESGOS: NATURALEZA DEL PROBLEMA

El desarrollo industrial, económico y agrícola de la humanidad, con distintos grados de responsabilidad según los países, ha producido un aumento en las concentraciones de algunos gases de efecto de invernadero (un 30% en el caso del dióxido de carbono), cuyo efecto potencial sobre el clima ha llegado a ser comparable, en la segunda mitad del siglo XX, a otros "forzamientos" naturales, capaces de alterar el balance global de radiación y, en consecuencia, capaces de alterar el clima.

Al igual que en el pasado, las emisiones de gases de invernadero durante el siglo XXI dependerán de la demografía, de las pautas de desarrollo económico y de los hábitos de consumo de energía.

Considerando un nuevo conjunto de escenarios verosímiles de emisiones de gases hasta el 2100 (escenarios denominados SRES), y una jerarquía de modelos climáticos amplia, basados en los mejores conocimientos actuales sobre el clima, el IPCC (organismo asesor de Naciones Unidas) estima en su nuevo informe -en fase de revisión final- que a lo largo del siglo próximo la temperatura aumentará entre 1,5°C y 6 °C y la precipitación aumentará, en general, en latitudes medias y altas y tendrá se reducirá en algunas latitudes bajas. El aumento correspondiente del nivel del mar, para los escenarios citados varía entre 14 y 80 cm.

En cuanto a los fenómenos extremos, el consenso científico actual permite se señalar que :

- Un aumento de la frecuencia de episodios cálidos y una reducción de los episodios fríos, sobre la base de considerar una distribución normal de esta variable.
- Aumentos de los índices de calor basados en la combinación de aumento de temperatura y humedad. Cambios en la
- Aumentos de la sequedad durante los veranos en áreas continentales interiores
- Aumento de las intensidades de precipitación en algunas zonas y, en consecuencia, del riesgo de inundaciones
- Se considera insuficiente el conocimiento actual en cuanto a la posibilidad de aumento de la actividad tormentosa en las latitudes medias y en cuanto a la incidencia directa en la desertificación y la variabilidad de fenómenos ENSO (El Niño y La Niña) y otros mecanismos de interacción océano-atmósfera.

La otra fuente de riesgos climáticos, de tipo indirecto, están relacionadas con los impactos del cambio climático en agricultura, en la gestión de recursos naturales, en la salud y en las actividades económicas directamente relacionadas con el clima como el turismo. En estas actividades sectoriales es necesario mejorar la actividad metodológica de diagnóstico y prevención de los riesgos que amenazan a dichas actividades.

En nuestro área geográfica requiere un esfuerzo especial el estudio del ambiente mediterráneo, debido a que el diagnóstico en esta área -al igual que en otras áreas identificadas en el mundo- es más difícil que en otras en que los resultados de la modelización son más coherentes.

Los pasos que llevan a la prevención de los riesgos mediante la adaptación, con independencia de las medidas de limitación que puedan adoptarse a través de los acuerdos intergubernamentales, tienen exigencias comunes para los distintos sectores y sistemas considerados.

En particular, un paso previo a la adopción de medidas es la evaluación de la vulnerabilidad y los análisis de riesgos. La vulnerabilidad, como daño recibido por el sistema potencialmente, exige el estudio de la sensibilidad del sistema, es decir de su grado de respuesta a un cambio unitario en las condiciones climáticas. Por otra parte, la vulnerabilidad y la sensibilidad están condicionadas por su capacidad de recuperación o de adaptación al cambio.

Los análisis de riesgo exigen conocer la definición precisa del riesgo y la susceptibilidad, en términos de probabilidad, de una zona definida a dicho riesgo. Por

último, parece necesario abordar de forma crítica los conceptos de irreversibilidad y la definición de umbrales de riesgo para afrontar con rigor los problemas de la prevención mediante la adaptación al cambio y la reducción de la actividad humana inductora de los cambios locales.

CONGRESO AGERS-2000

**La agravación de los riesgos en el 3er.
Milenio. Respuestas para su gestión y
financiación**

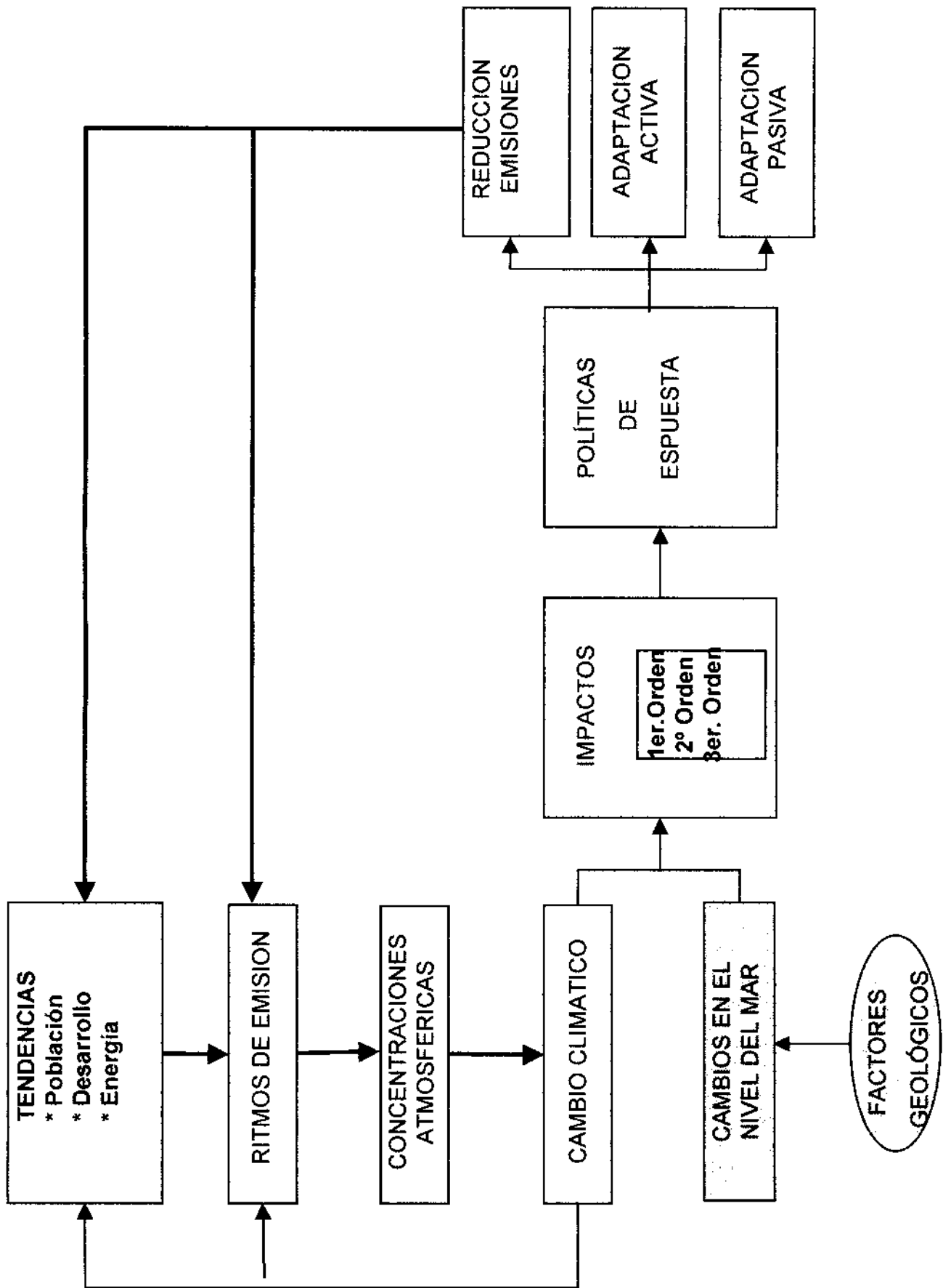
*** Madrid, 29 y 30 de noviembre de 2000 ***

**Mesa redonda:
EL CAMBIO CLIMÁTICO
Y LA AGRAVACIÓN DE LOS RIESGOS
CATASTRÓFICOS
Introducción:**

**Luis Balairón - MIMAM / INM
Miembro del IPCC**

Riesgos asociados al cambio climático

- Naturaleza del problema: Fundamentos
- Nuevos escenarios no climáticos
- Escenarios climáticos:
 - Temperatura
 - Precipitación
 - Aumento del nivel del mar
- Impactos potenciales
- Riesgos climáticos: Estado del conocimiento
- Conclusiones



Naturaleza del problema: Fundamentos

- El efecto de invernadero se está intensificando por el aumento por actividades humanas de gases que lo producen naturalmente.
 - El cambio climático es un riesgo global
- Cuatro conceptos: Sistema Climático - Forzamientos - Sensibilidad y “realimentaciones”**
- **El siglo XXI: Estimación del cambio de TT: 0,3°C-0,5°C/década**
 - **El incremento estimado de la precipitation global es del orden del 10% para el 2100 en todos los modelos, pero la distribución espacial y temporal es muy variable.**
 - **La presencia de aerosoles de sulfato reduce el ritmo de calentamiento y modifica la distribución geográfica de los cambios de temperatura y precipitación.**
 - **El IPCC ha elaborado un conjunto nuevo de escenarios denominados “SRES”: Cuarenta escenarios agrupados en cuatro familias A1, A2,B1 and B2, representan un rango muy amplio de futuras emisiones para regir los experimentos de modelización.**

El área Mediterránea

- **En la región Mediterránea se produce la transición de las zonas en las que aumenta la precipitación a las que aumenta.**
- **Los cambios de temperatura son de una magnitud similar a los cambios globales promedios**
- **Un problema regional esencial: La evaporation**
- **Las relaciones entre desertificación y cambio climático siguen sin estar bien determinadas.**
- **Los estudios de impacto regional por sectores requieran una resolución mejor que la actualmente disponible.**
- **Los enfoques de “Down scaling”: Una solución de transición para el estudio de impactos**

Conclusiones 1: Estado del conocimiento

- El cambio climático es un riesgo global: Es necesaria una respuesta global
- Principio de precaución: Irreversibilidad
- Incertidumbres sobre cómo será el cambio no anulan la alta certidumbre sobre el cambio mismo
- Escenarios: Demografía - Energía - Desarrollo
 - Emisiones->Concentraciones->Clima

Conclusiones 2: Adaptación

- Estimación de costes de limitación y adaptación:
 - Evaluaciones coste/beneficio sectoriales de la adaptación y de los impactos.
 - Evaluación sectoriales de costes de limitación
- Adaptación por sectores:
 - Identificación de riesgos
- Incorporación de países en desarrollo:
 - Tecnologías para un desarrollo limpio

La Convención Marco sobre Cambio climático: Dificultades

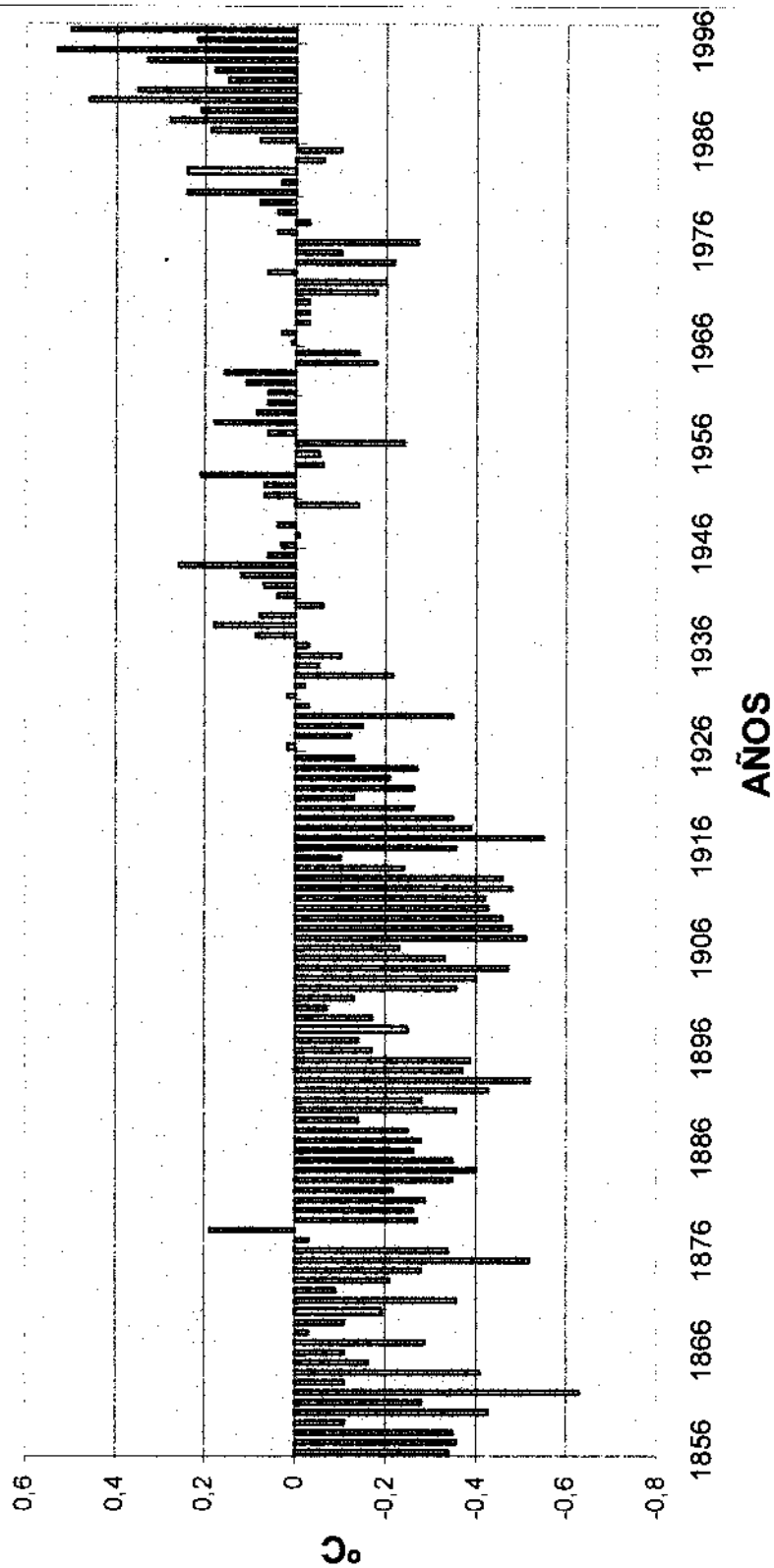
- Dimensión mundial del problema: Geopolítica
- Incertidumbres intrínsecas por la naturaleza del Clima
- Posibilidades de daños irreversibles - costes elevados de la adaptación y de la limitación
- Períodos largos entre emisiones y los efectos previstos
- Horizontes de planificación diversos
- Diversidad de compuestos químicos muy diferentes sobre los que actuar Variedad de situaciones regionales (causas y efectos)

Referencias Internet

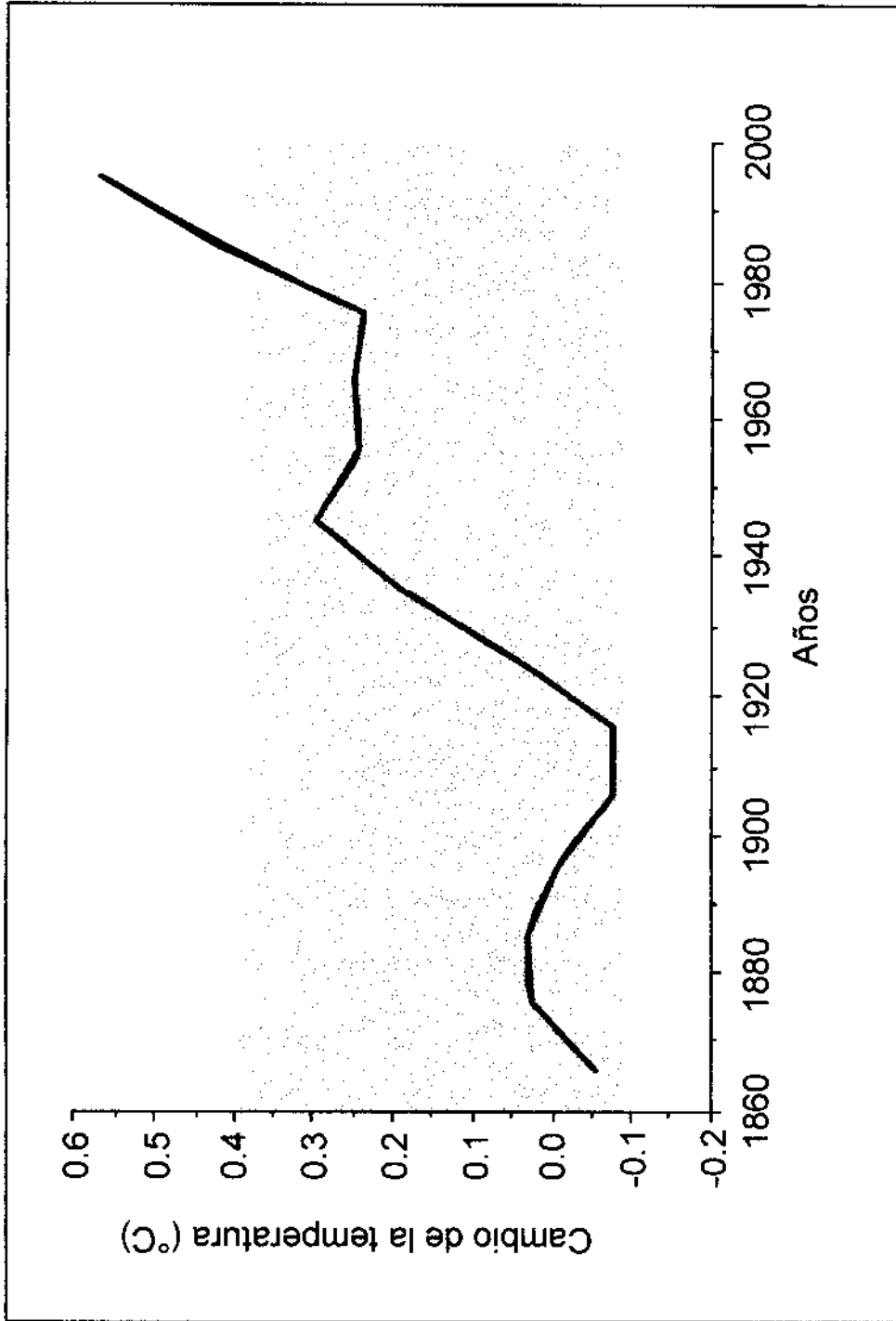
- <http://www.ipcc.ch/> IPCC
- <http://www.unfccc.de/> Convención Marco
- <http://www.wmo.ch/> Org.Met.Mundial
- <http://www.cru.uea.ac.uk/> Clim.Research Unit
- <http://www.noaa.gov/> NOAA -USA

Anomalías de Temperatura - HN

ANOMALÍA TT-HN (°C)



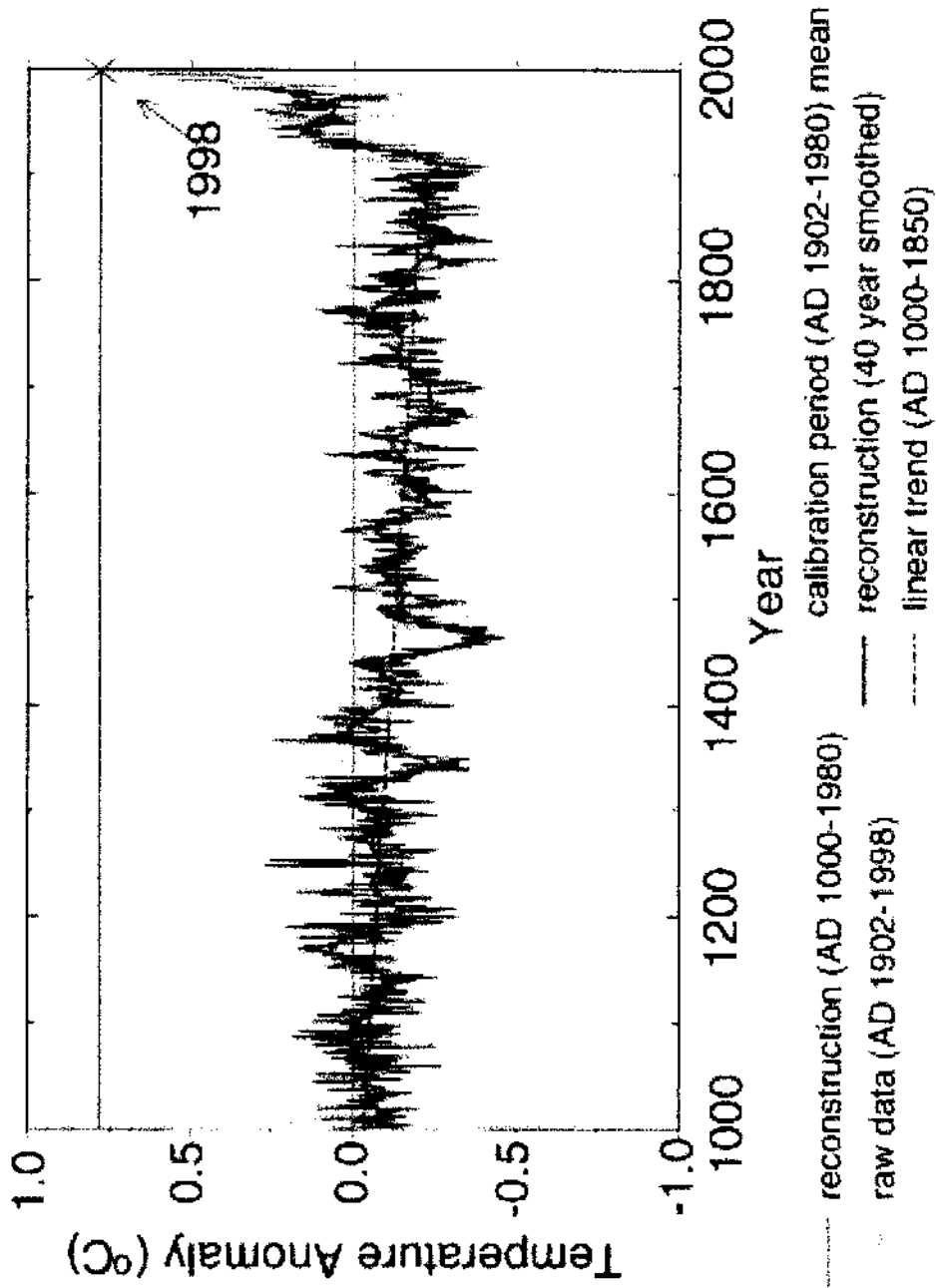
Variabilidad de la temperatura global SAT (°C)



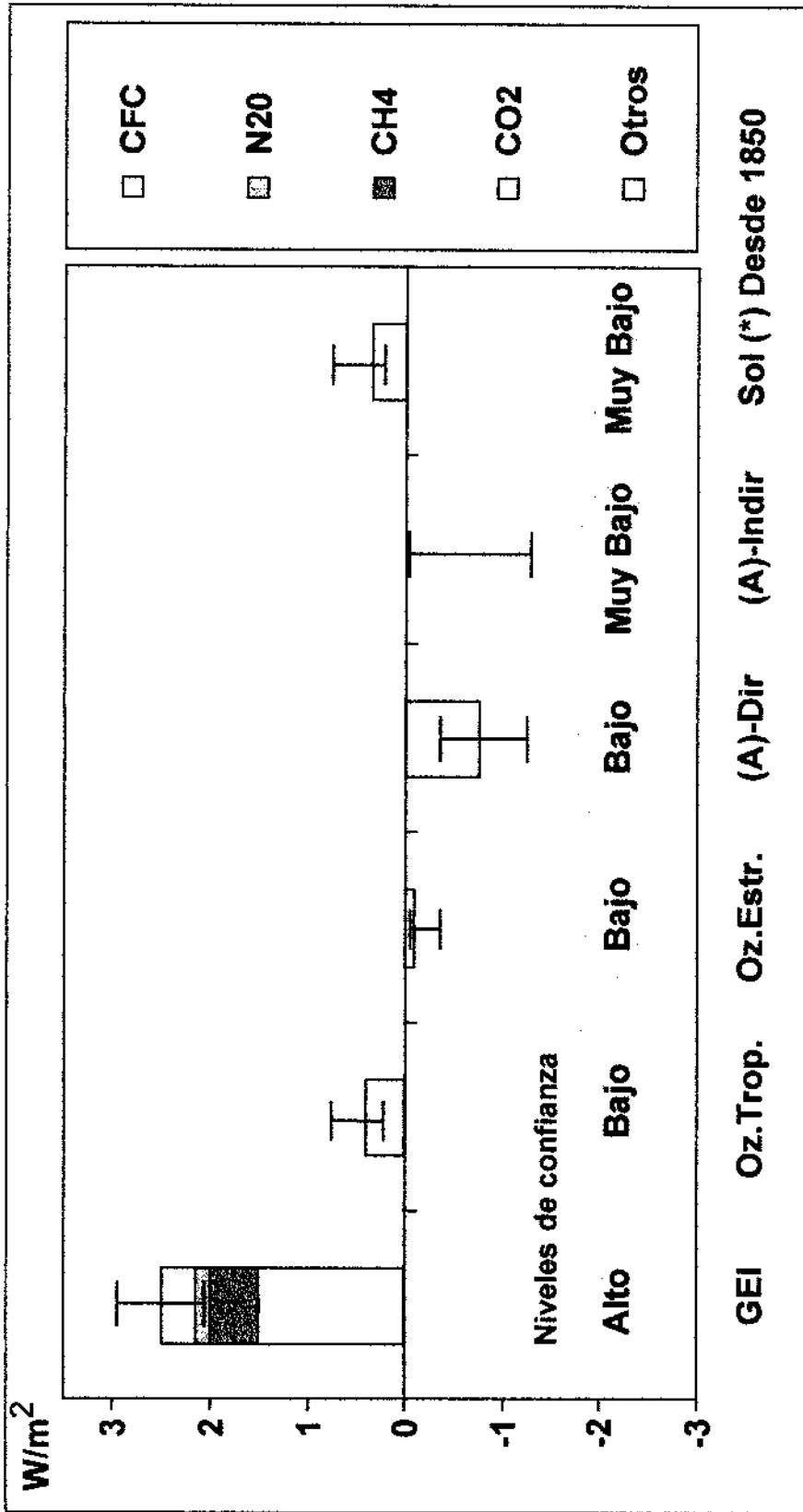
Cambio observado con promedios decadales

El sombreado muestra el rango en el que la variabilidad observada podría considerarse como natural - a partir de simulaciones de modelos-

Hadley Centre for Climate Prediction and Research



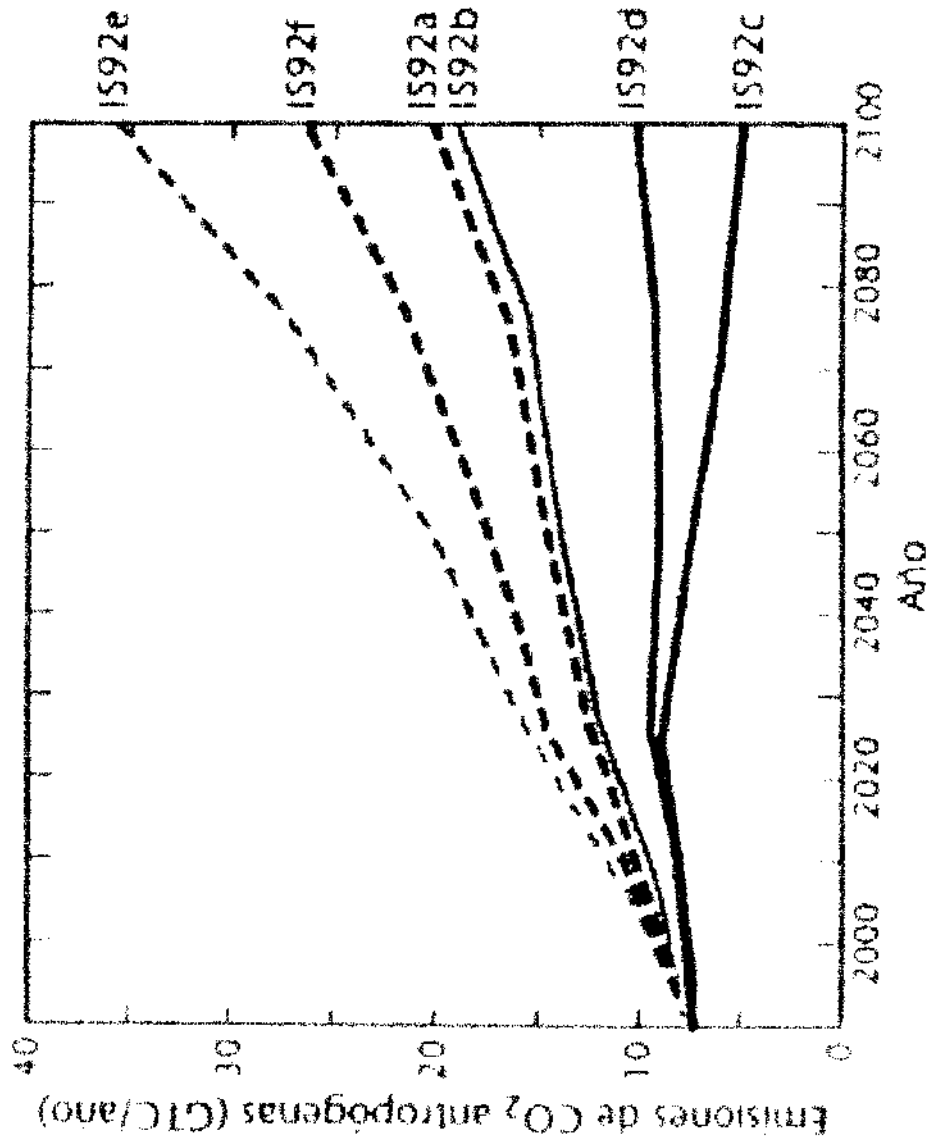
Cambio en el Forzamiento: Actual - preindustrial (*)



Fuente de datos: IPCC.94

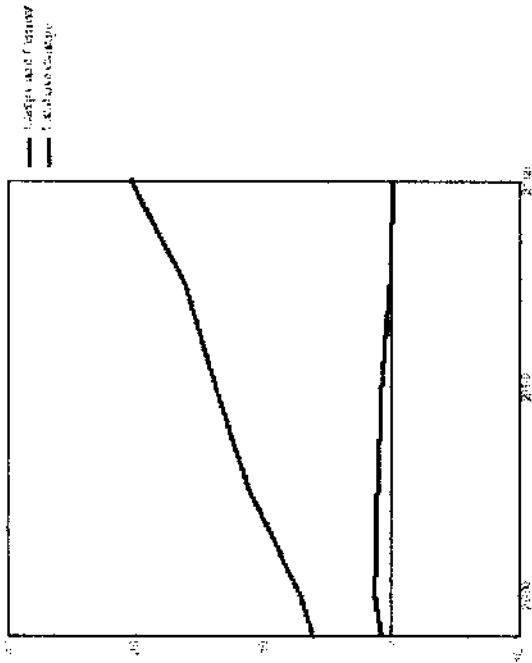
LB.99-INM

Escenarios de Emisiones: IPCC-92



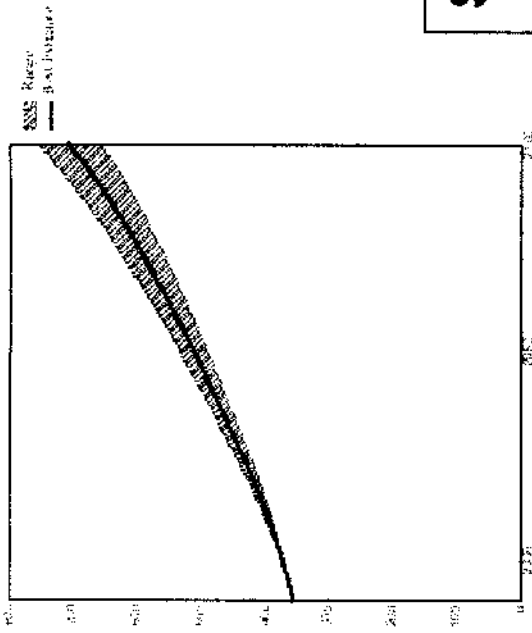
Carbon Dioxide Emissions (Gt C)

IPCC Scenario 92a amended for IPCC 1995



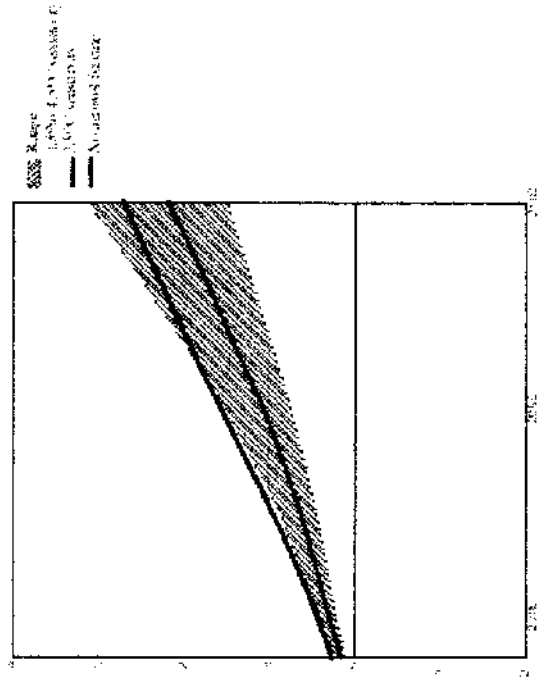
Carbon Dioxide Concentration (ppmv)

IPCC Scenario 92a amended for IPCC 1995



Temperature Change (°C) w.r.t. 1961-90

IPCC Scenario 92a amended for IPCC 1995



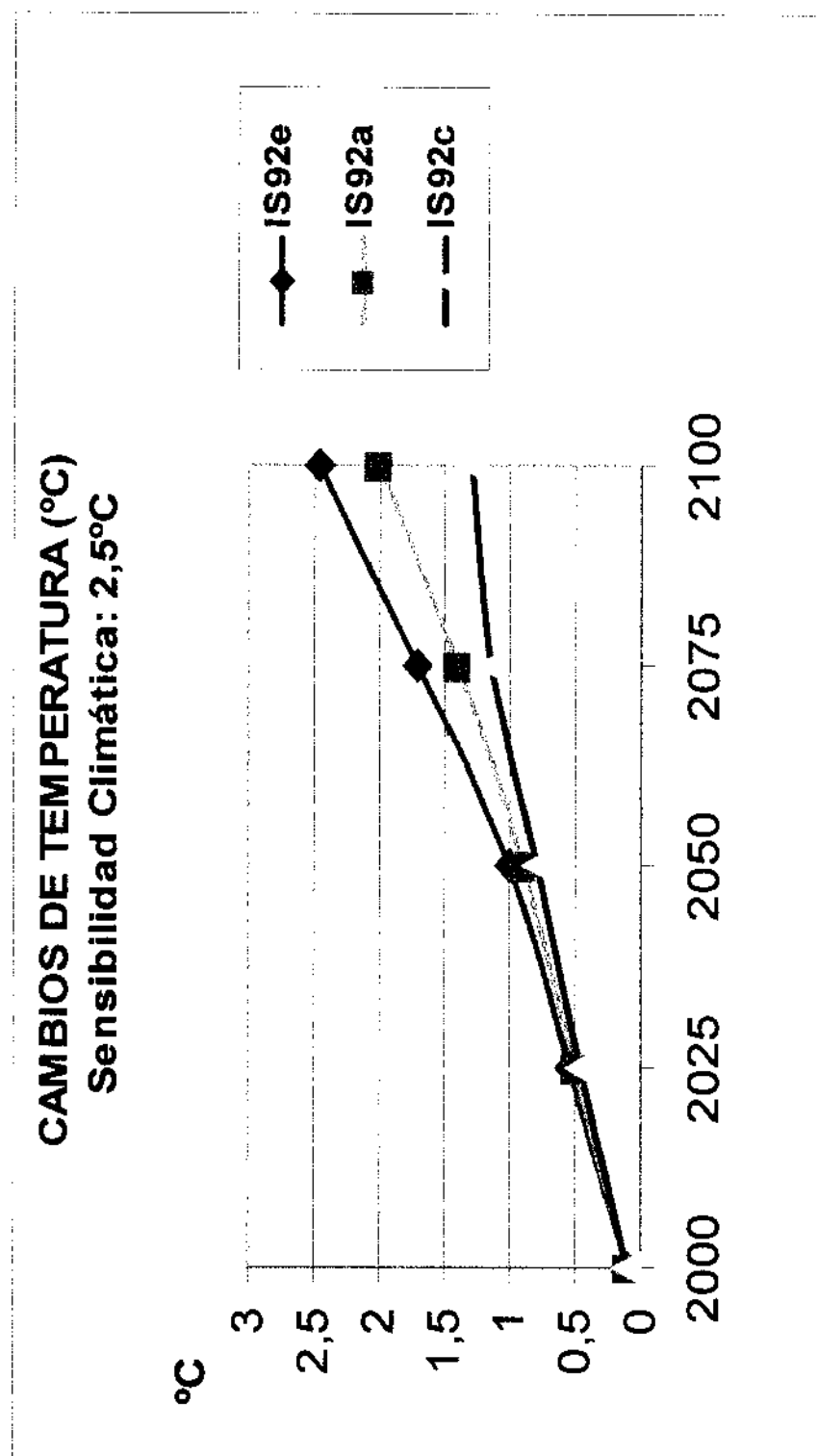
Sea Level Change (cm) w.r.t. 1961-90

IPCC Scenario 92a amended for IPCC 1995

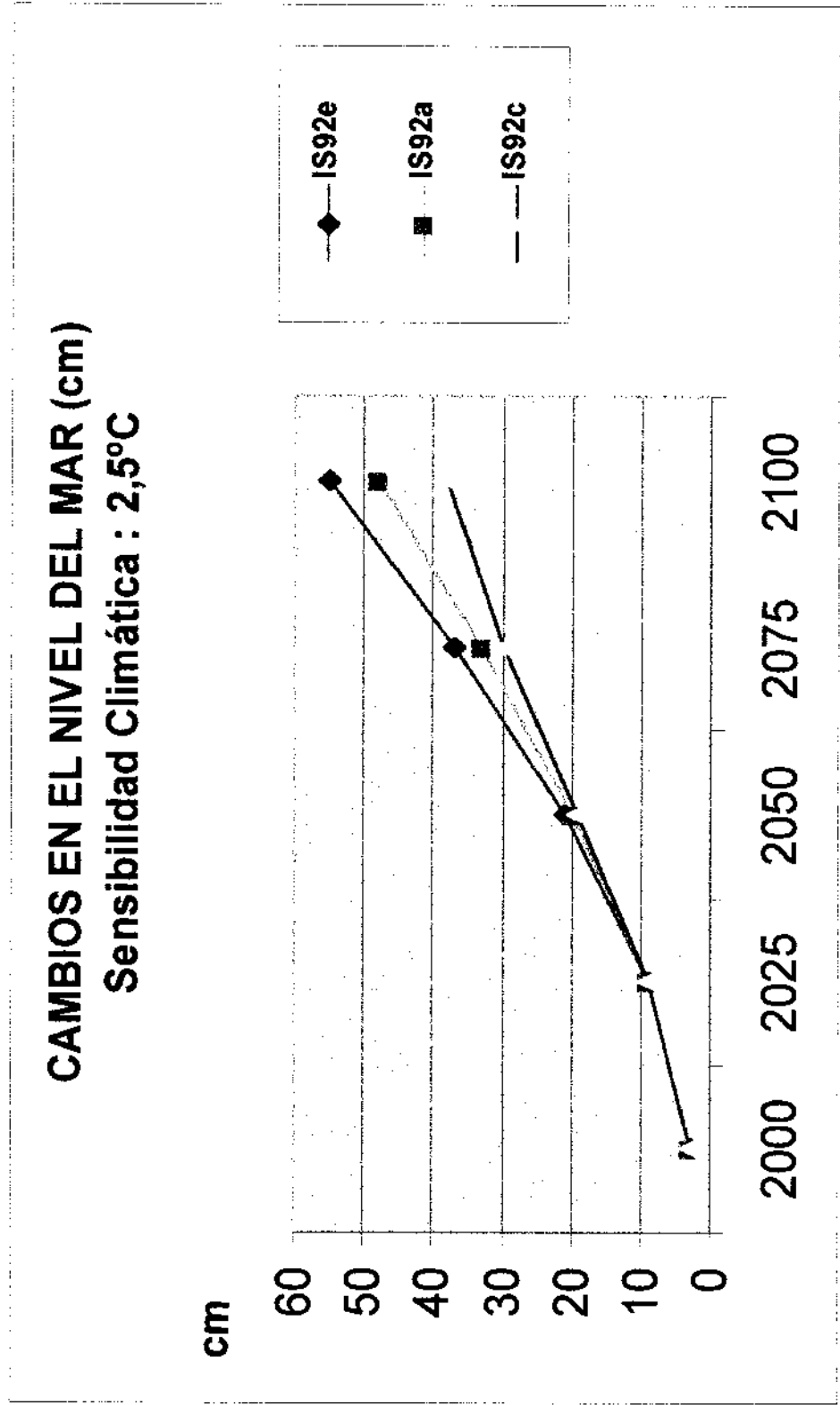


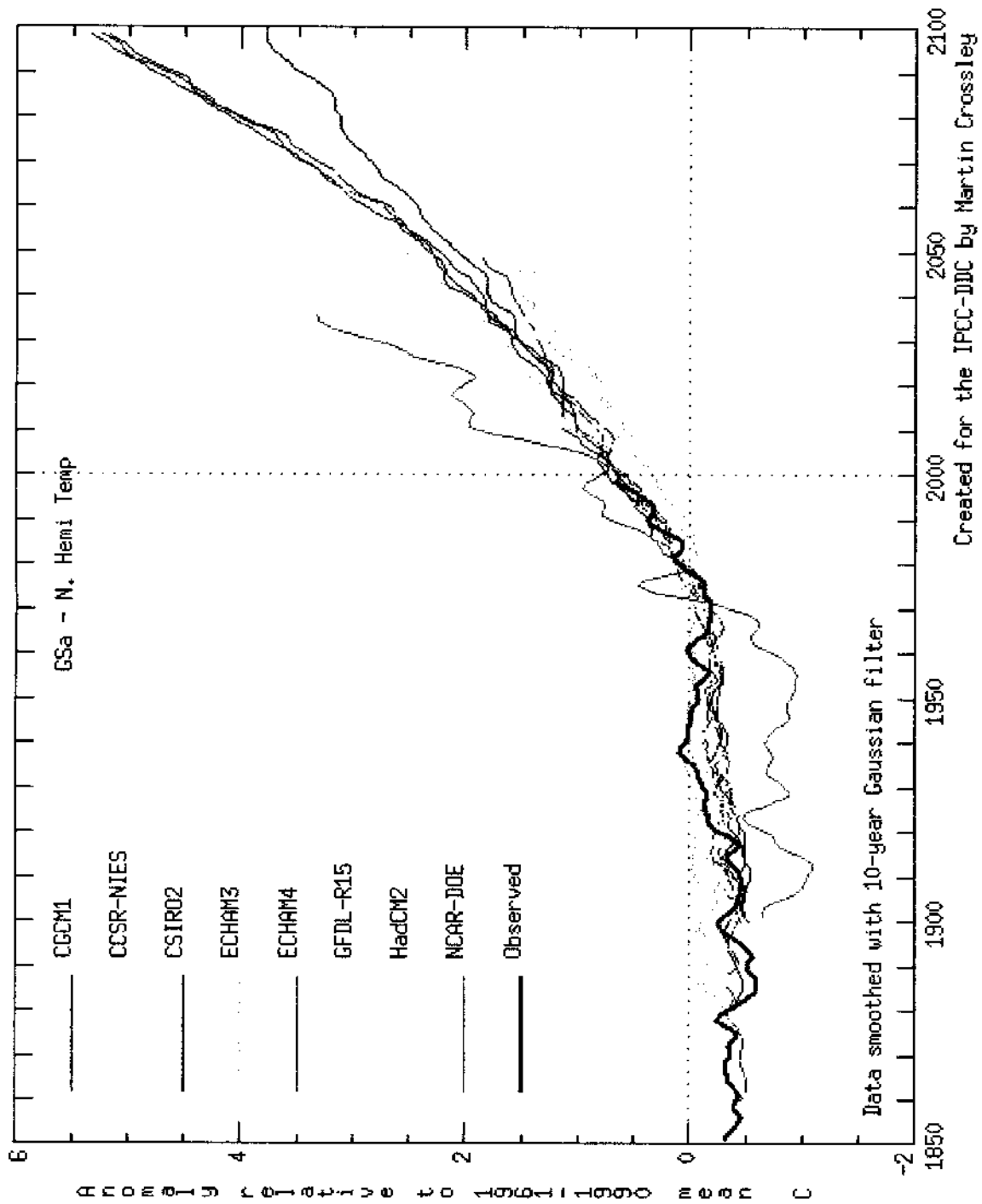
**SRES
IS92a**

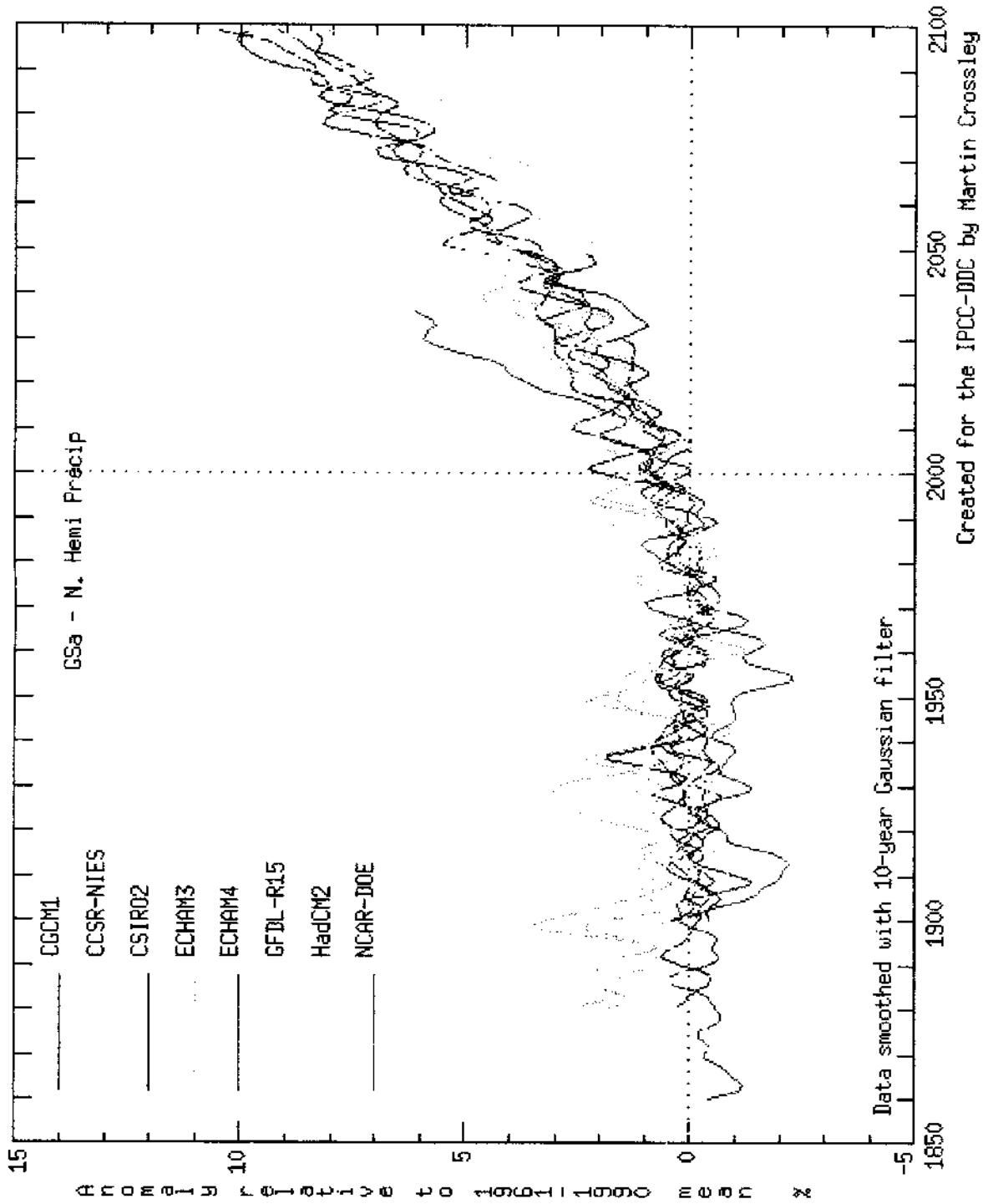
La “mejor estimación” de T

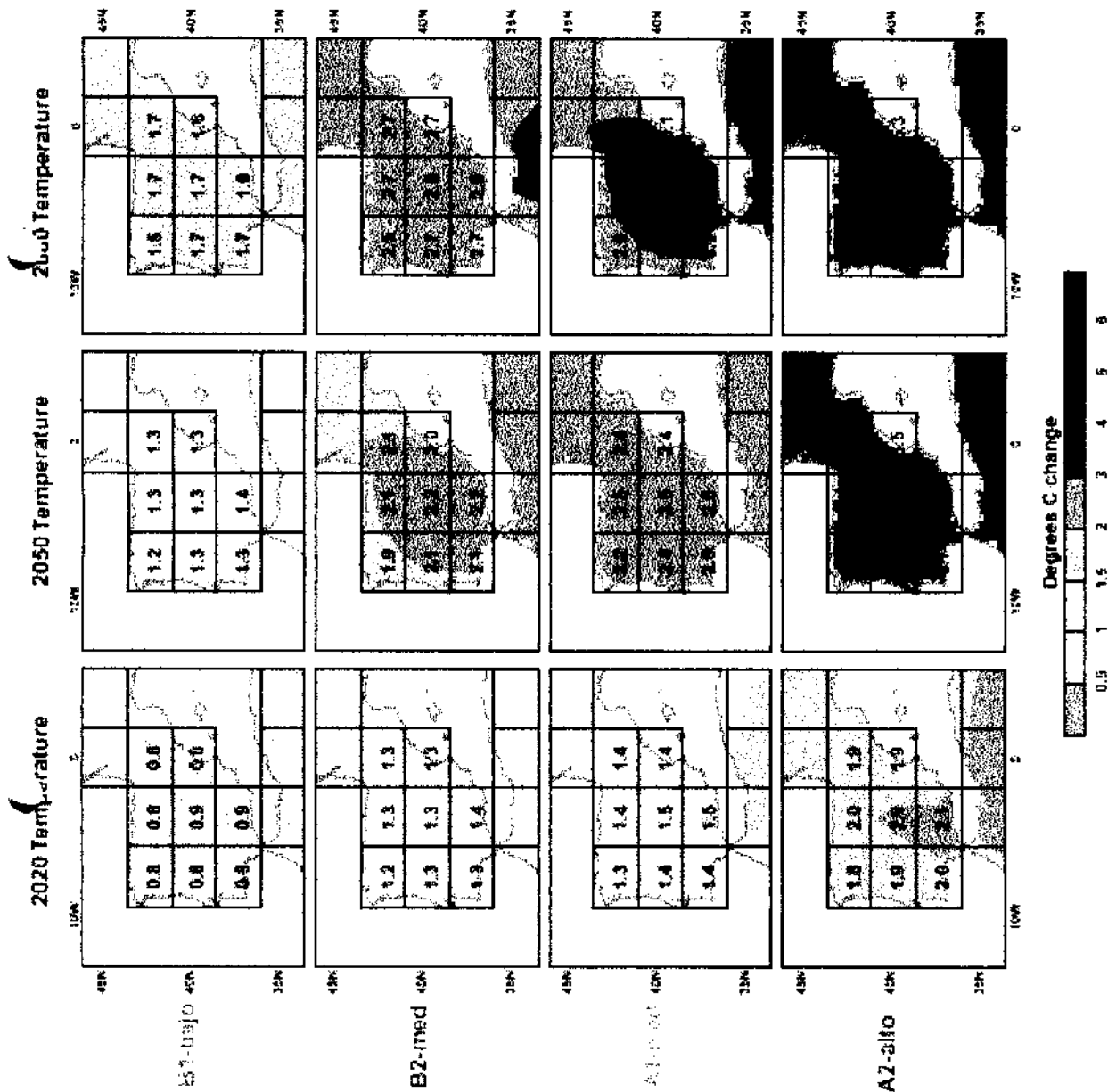


Mejor estimación de Nivel del mar



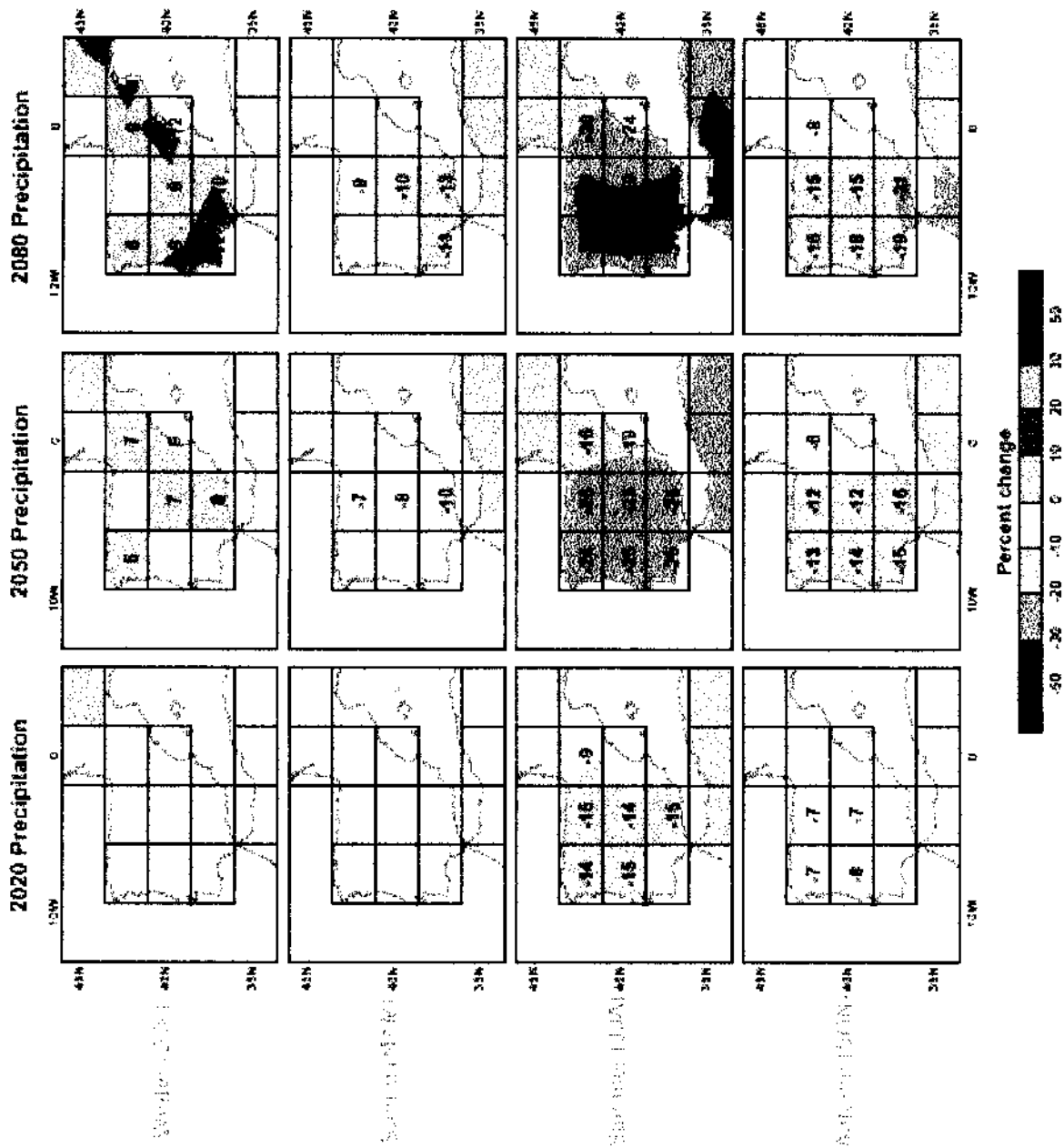






Cambio en la temperatura anual media (grados Celsius del promedio climático 1961 - 90) para periodos de 30 años centrados en las décadas de 2020, 2050 y 2080,

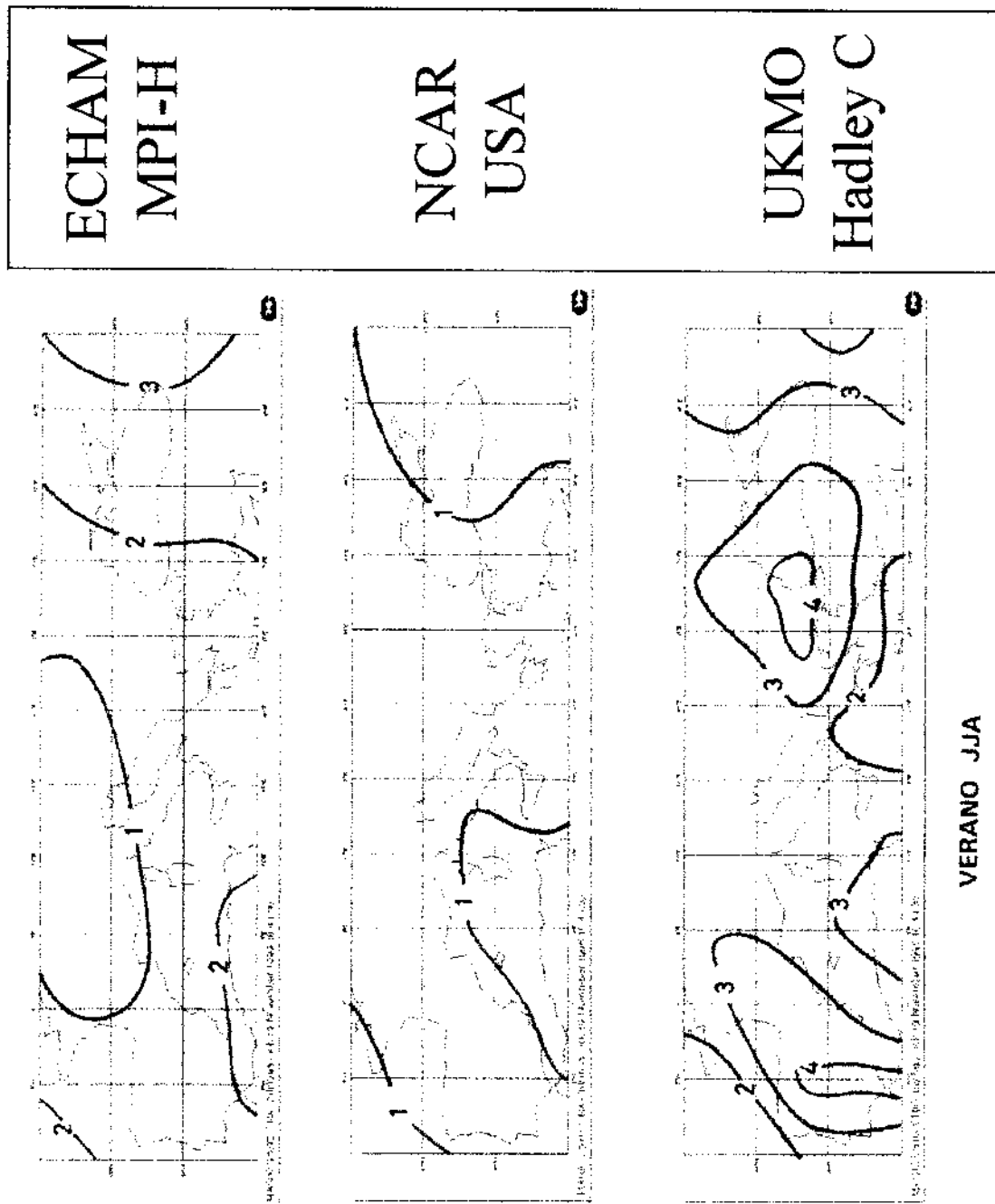
Almond Scenario



Cambio en la precipitación anual media (expresado en porcentaje sobre el promedio climático 1961 - 90) para períodos de 30 años centrados en las décadas 2020, 2050 y 2080,

Cambio de temperatura (°C): Verano

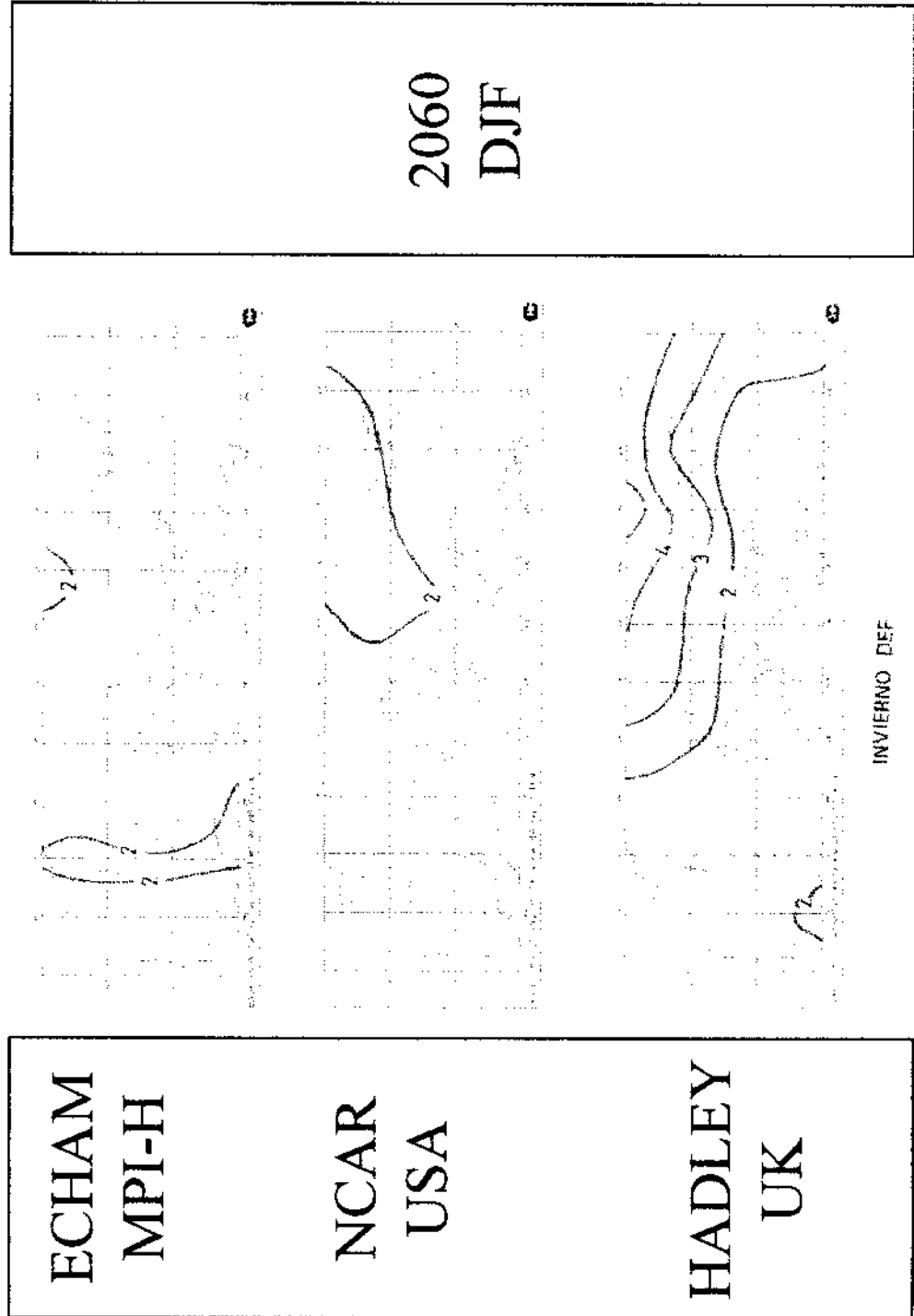
Década
2060
Aprox



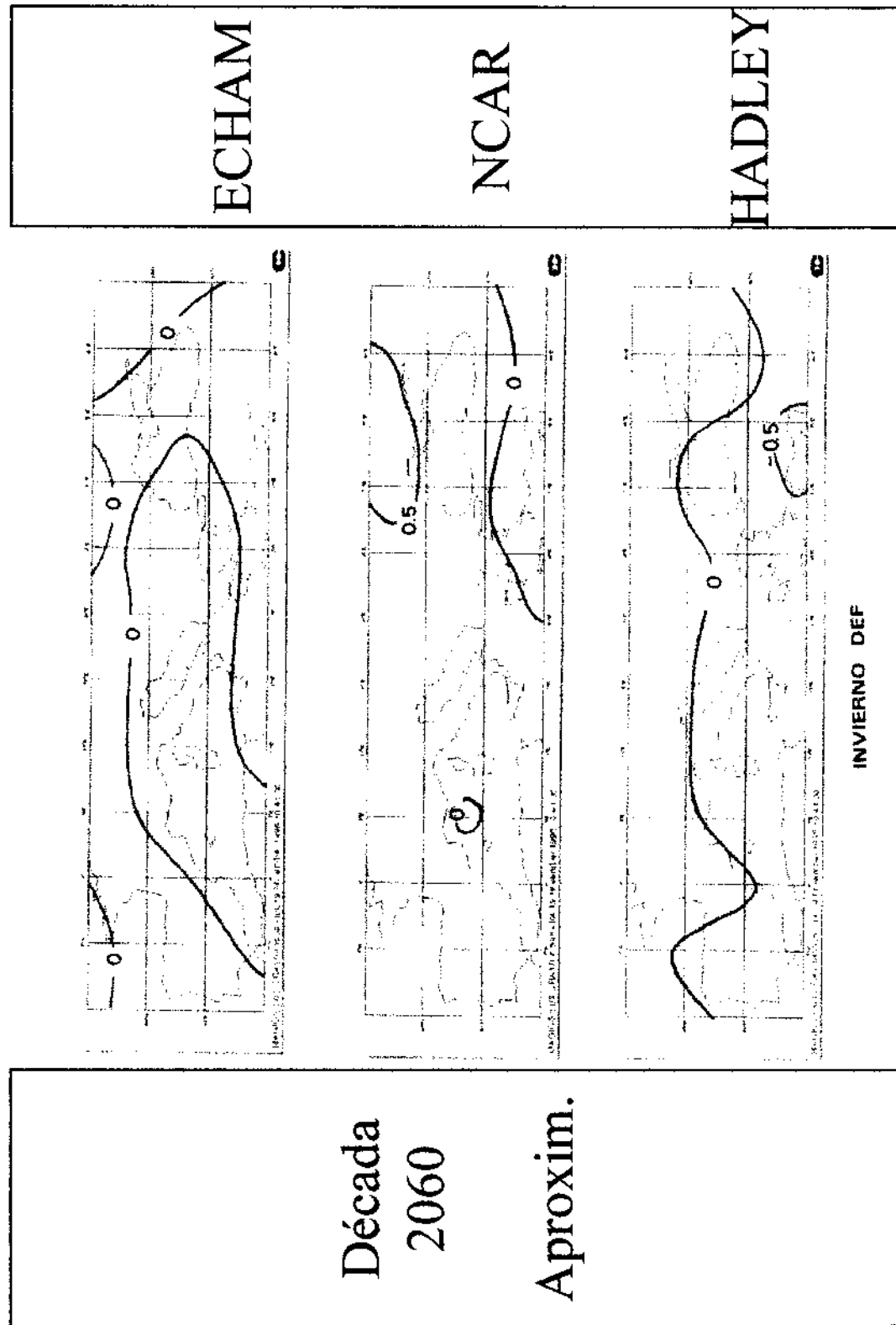
VERANO JJA

Mediterranean climate scenarios

Winter temperature change (°C)



Escenarios en el mediterráneo: Cambio de la precipitación -Invierno (mm/día)

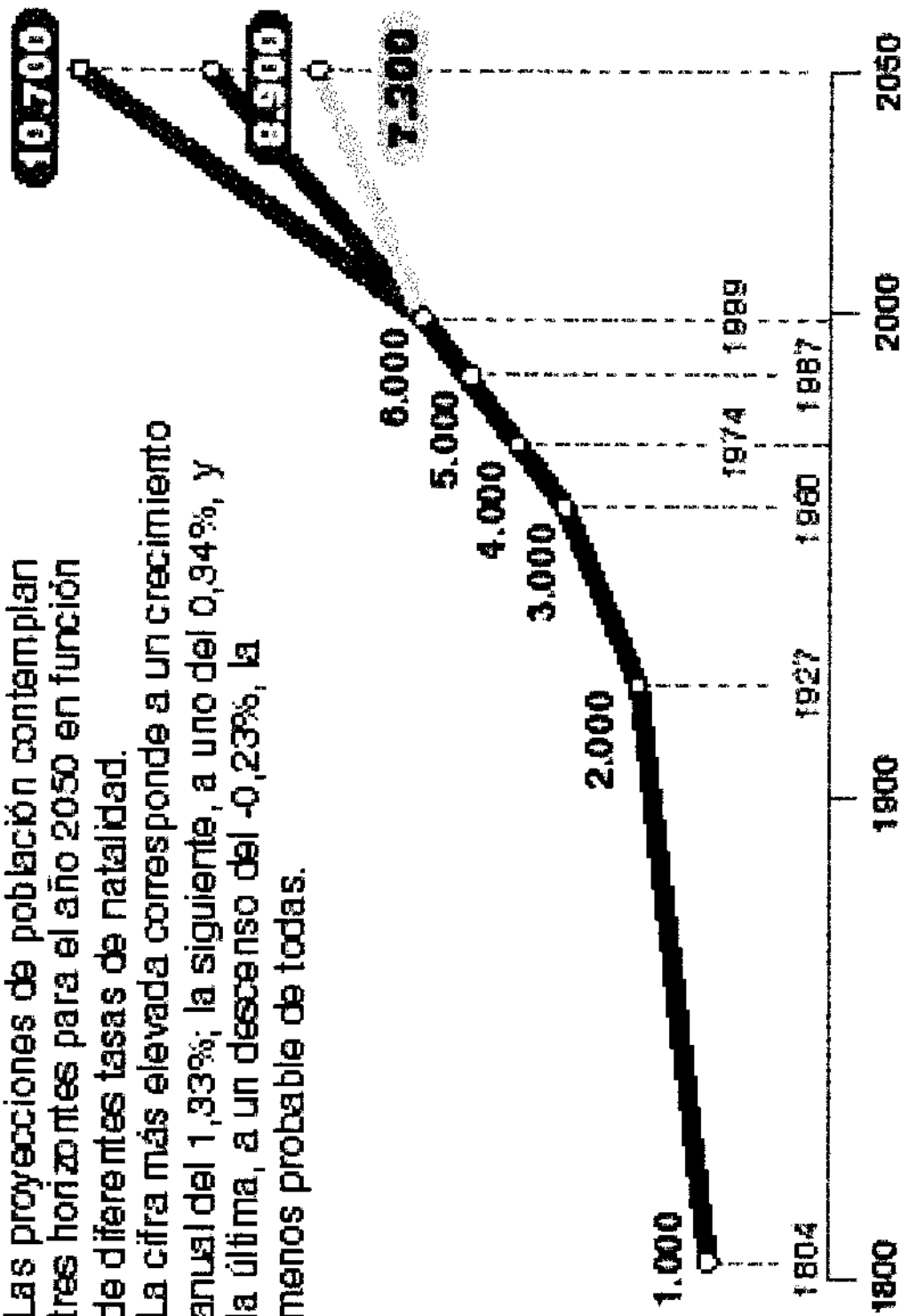


La población de la Tierra en el 2050

Cifras en millones de habitantes

Las proyecciones de población contemplan tres horizontes para el año 2050 en función de diferentes tasas de natalidad.

La cifra más elevada corresponde a un crecimiento anual del 1,33%; la siguiente, a uno del 0,94%, y la última, a un descenso del -0,23%, la menos probable de todas.



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

EL PAÍS

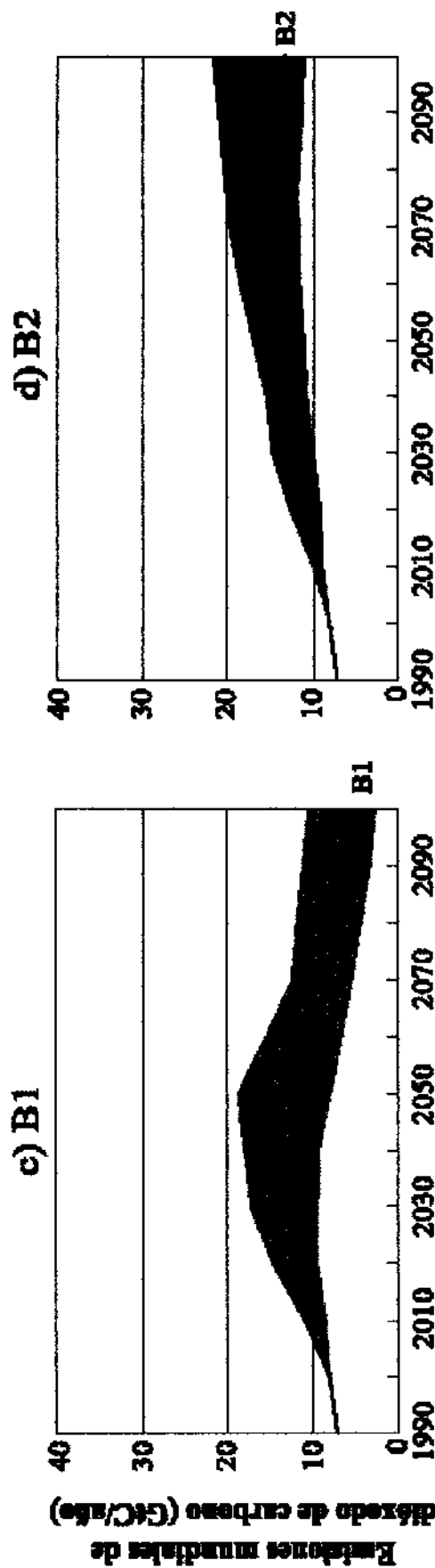
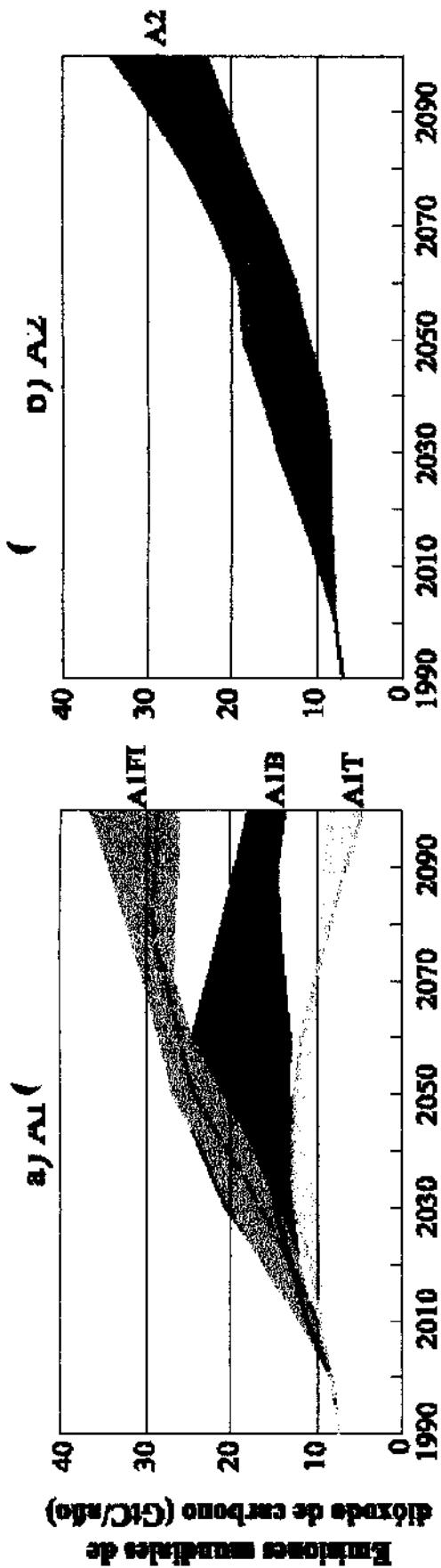
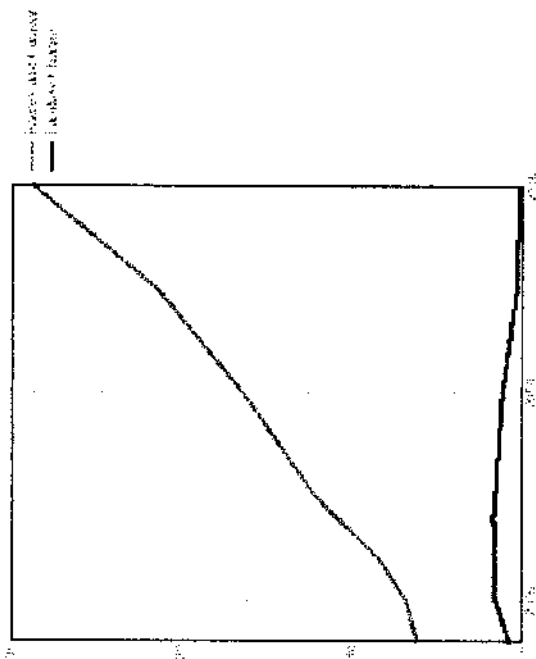
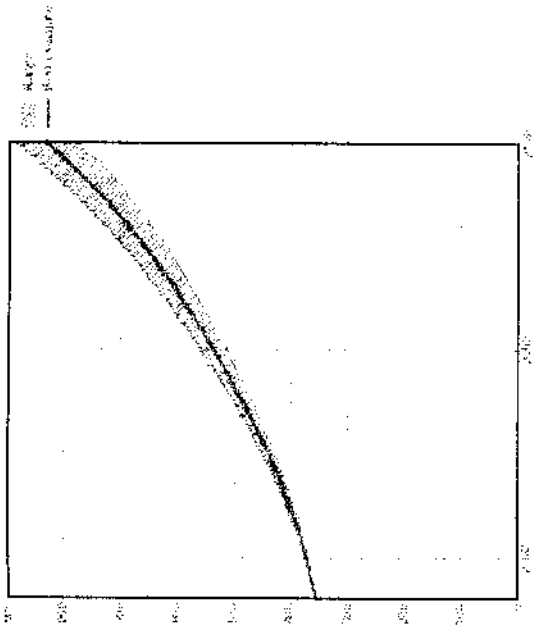


Figura 3: Emisiones anuales totales de CO₂ provenientes de todas las fuentes (energía, industria y cambio de uso de las tierras) entre 1990 y 2090 (en gigatoneladas de carbono (GtC/año) para las familias A1, A2, B1 y B2) y de los seis grupos de escenarios: el A1FI, de utilización intensiva de combustibles de origen fósil (que incluye los escenarios de alto nivel de carbón y de alto nivel de petróleo y gas), el AIT, de combustibles de origen fósil, el AIB, equilibrado, de la Figura 3a; el A2 de la Figura 3a; el B1 de la Figura 3b; el B2 de la Figura 3b. Cada franja de emisiones coloreada indica el repertorio de escenarios armonizados y no armonizados dentro de cada grupo. Se ofrece un escenario ilustrativo para cada uno de los seis grupos de escenarios, incluidos los cuatro de referencia (A1, A2, B1 y B2, e I-E-E-E). (Fuente: IPCC (Grupo de Trabajo A))

Carbon Dioxide Emissions (Pg C)
IPCC SRES A2: anthropogenic emissions only

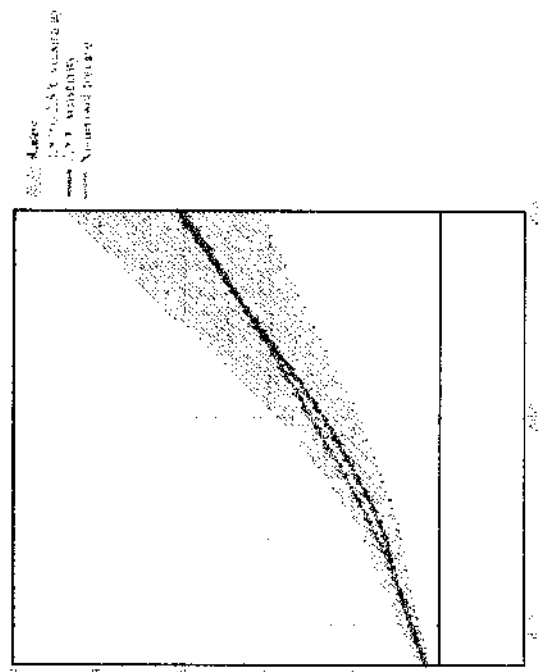


Carbon Dioxide Concentration (ppmv)
IPCC SRES A2: anthropogenic emissions only

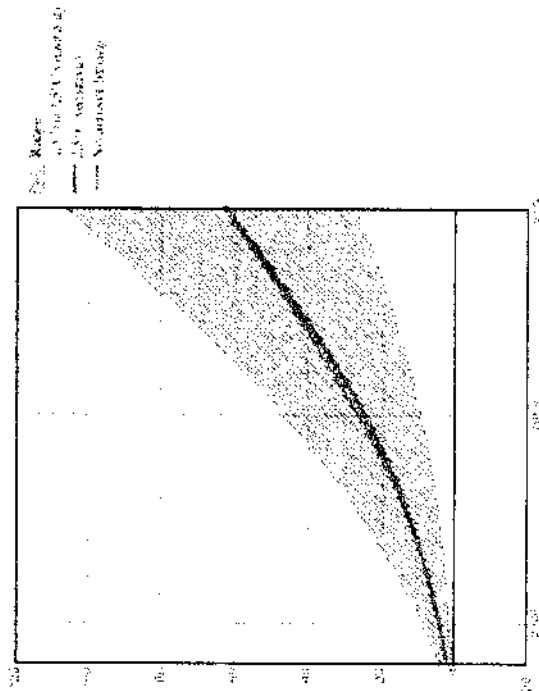


**SRES
A2**

Temperature Change (°C) w.r.t. 1961-90
IPCC SRES A2: midrange scenario, full range



Sea Level Change (cm) w.r.t. 1961-90
IPCC SRES A2: midrange scenario, full range



El cambio climático y la agravación de los riesgos catastróficos

Congreso AGERS-2000

Madrid, 29 y 30 de noviembre de 2000

Mesa Redonda

Luis Balairón

MIMAM / INM

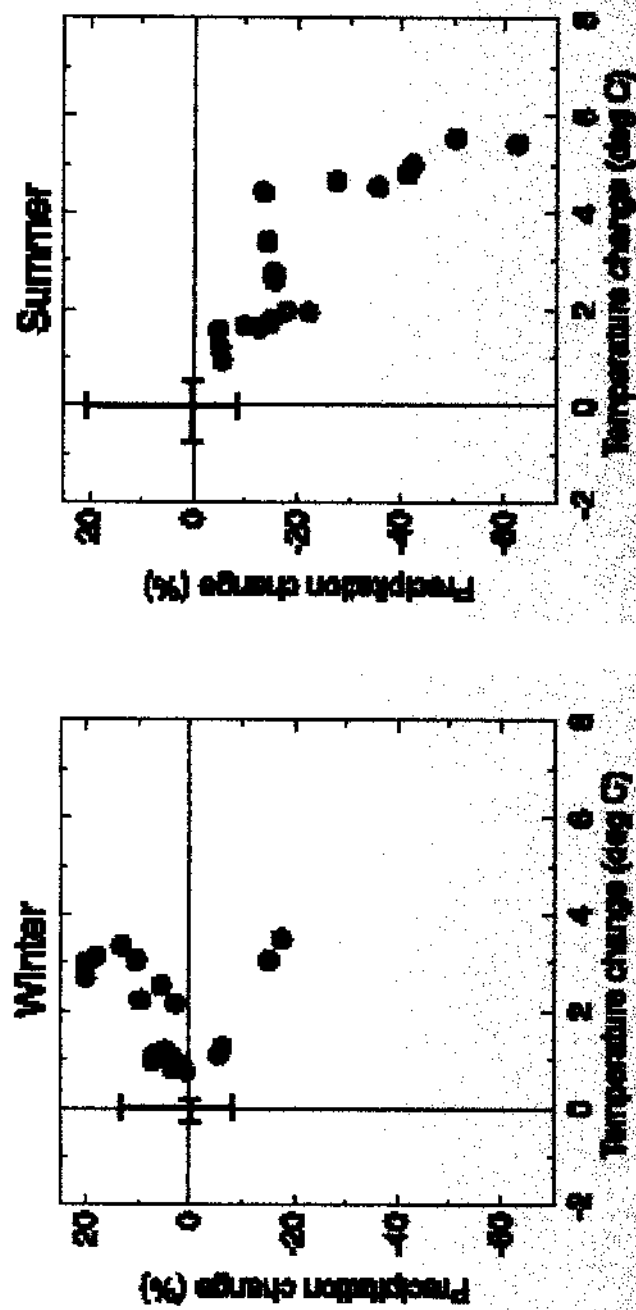
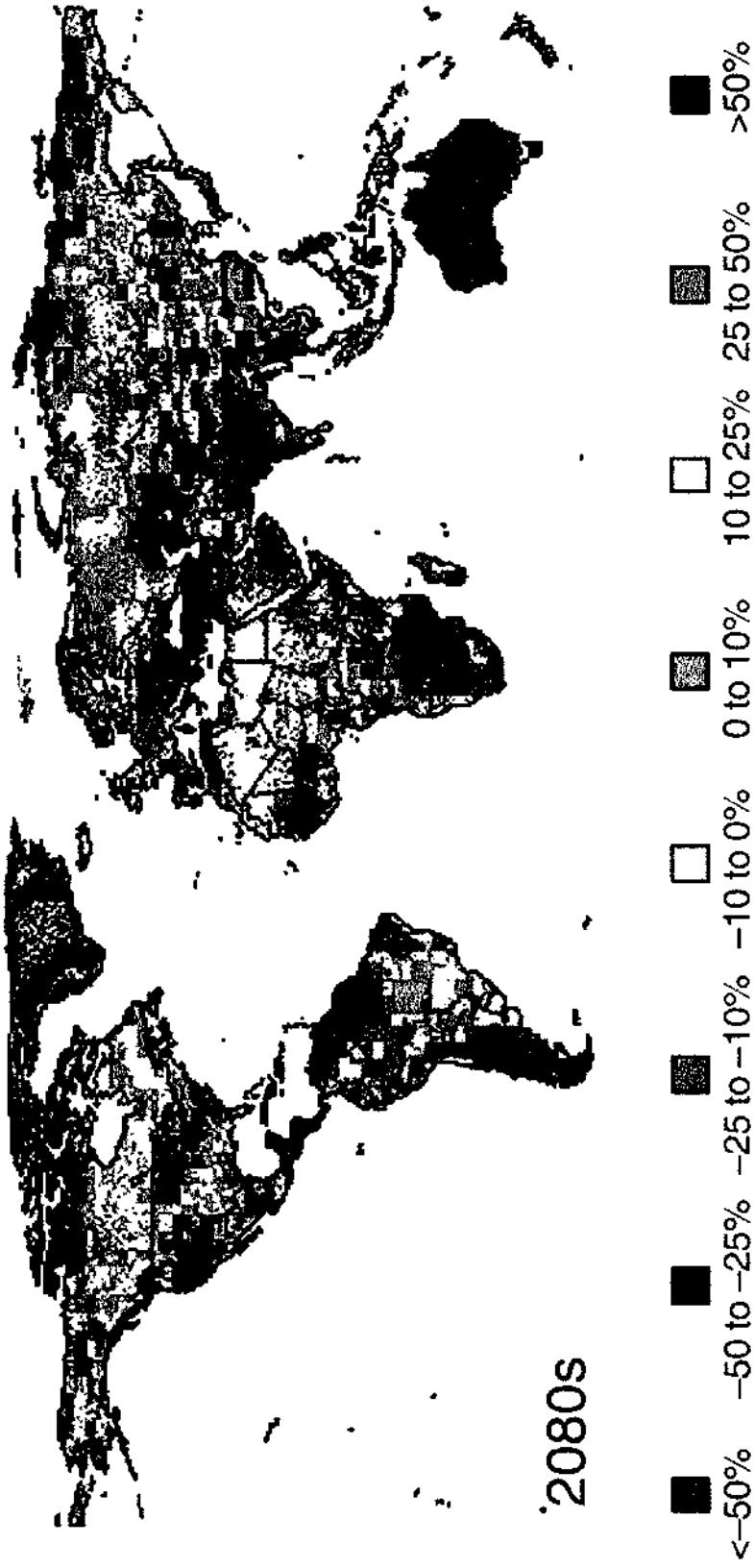


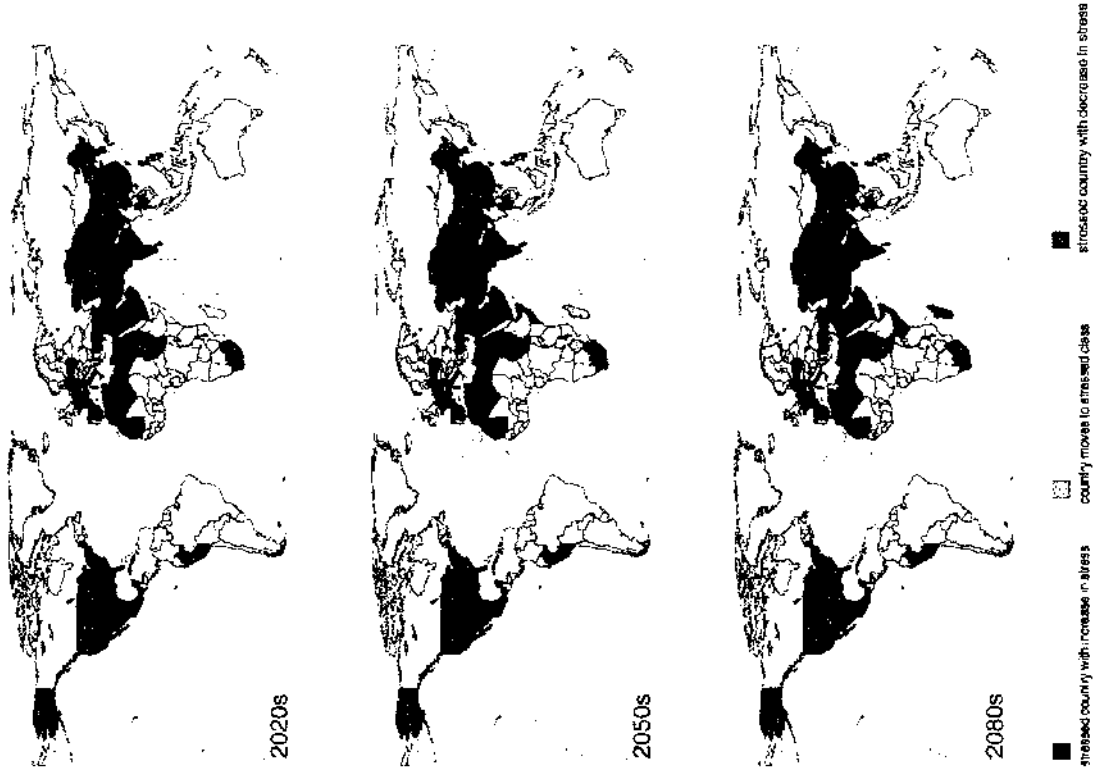
Figura 7: Cambios en el promedio anual del clima para la Península Ibérica en invierno (izquierda) y en verano (derecha,) para la década de 2050 con respecto al promedio de 1961-90 en los escenarios B1 bajo y A2 alto. Cada punto coloreado representa un experimento diferente de modelo climático. Las barras con centro en el origen definen la variabilidad de los climas promedios de 30 años para estas zonas, según lo estimado por el modelo climático.

Escorrençia anual



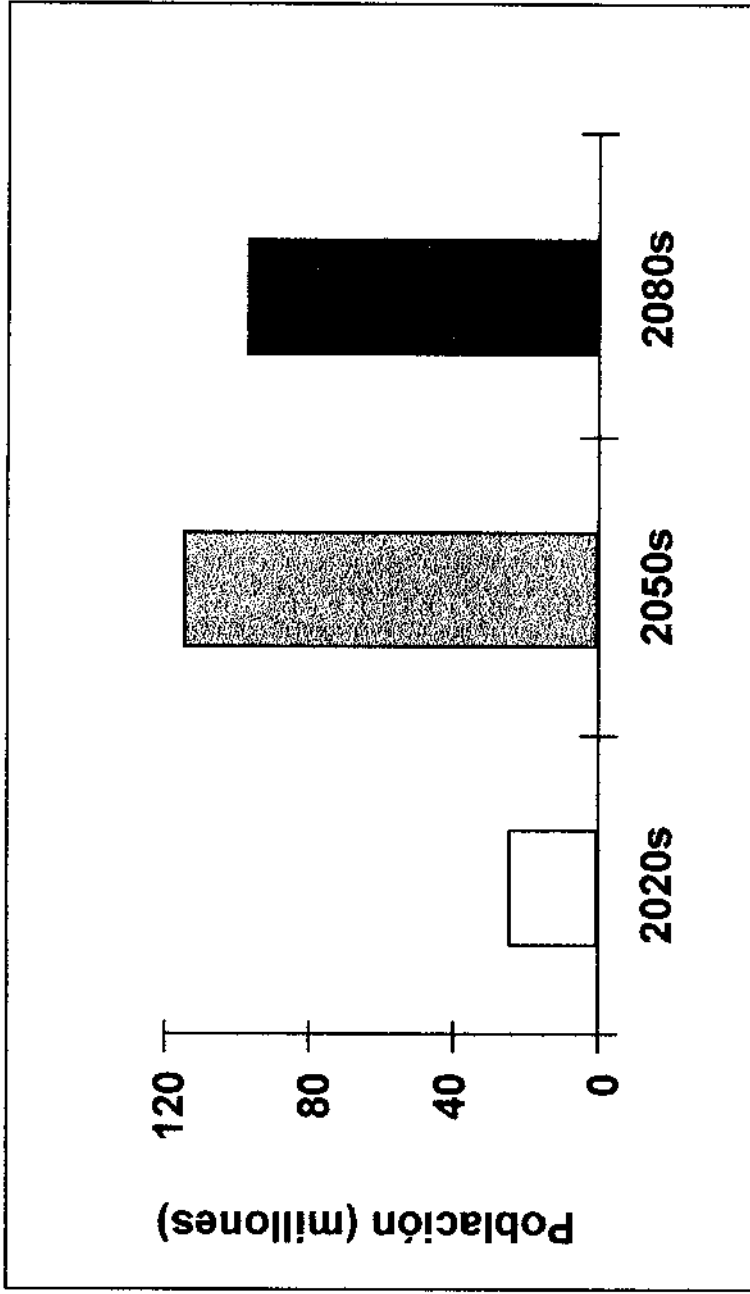
Cambio en % de la escorrençia media anual de 30 años en torno al 2080

Cambio en el "stress" hídrico



Cambio en los valores de "stress" hídrico, debido al cambio climático en países que utilizan más del 20% de sus recursos potenciales de agua

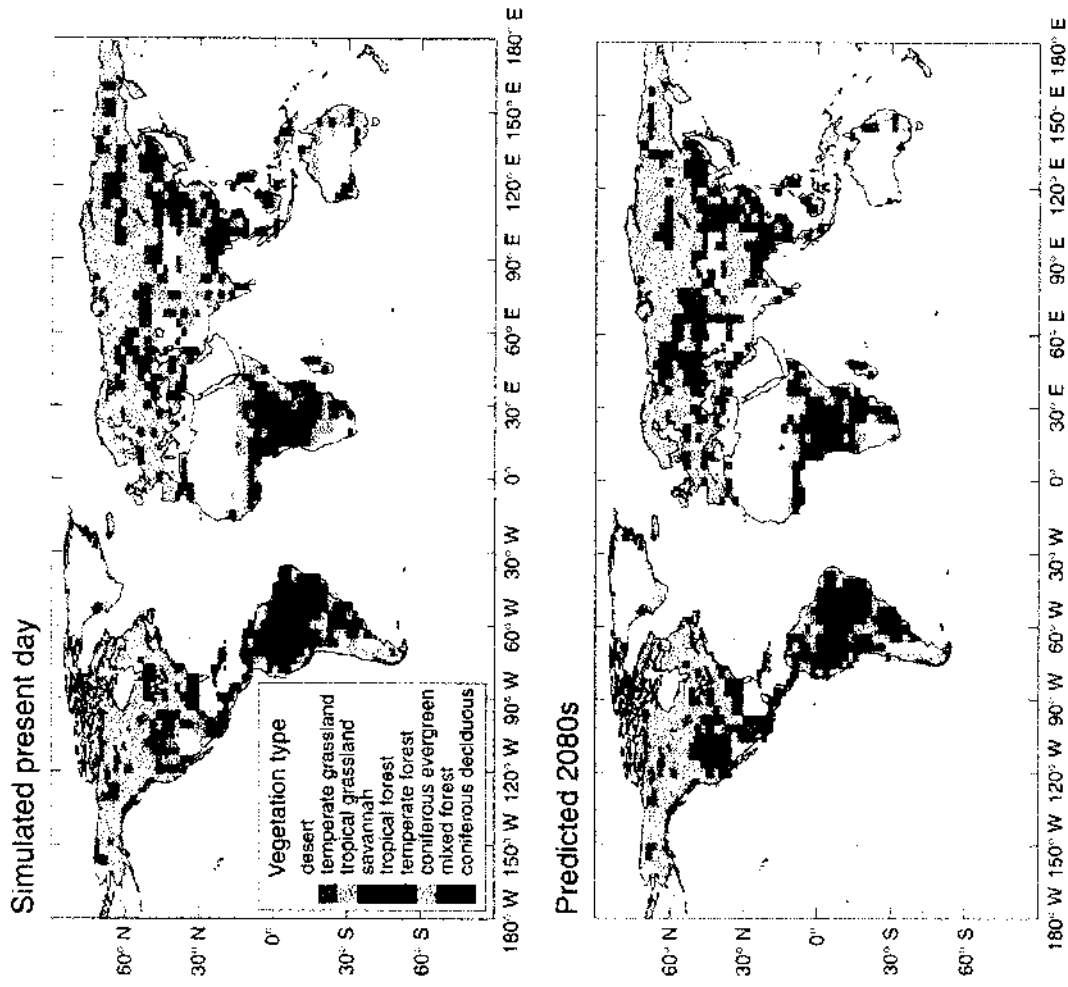
Población bajo “stress” hídrico extremo



Cambios en el número de personas que vivan en países con stress hídrico extremo

Jackson Institute, University College London /
Goddard Institute for Space Studies /
International Institute for Applied Systems Analysis

Distribución global de los tipos de vegetación

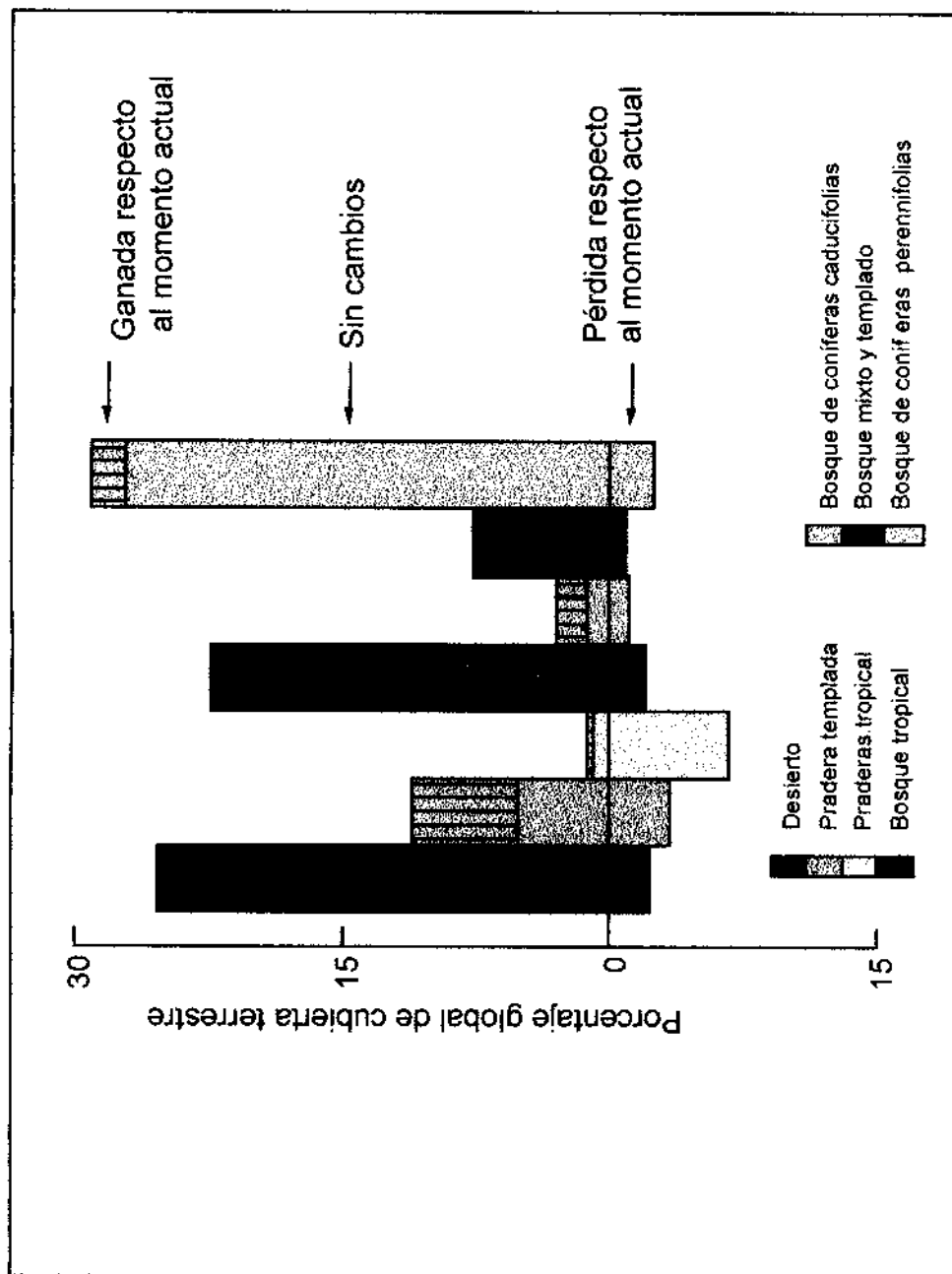


Tipos de vegetación obtenidos mediante un modelo de ecosistemas: para el momento actual y para los años 2080: Se observan aumentos de vegetación no tropical y reducción de vegetaciones en zonas tropicales.

Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh

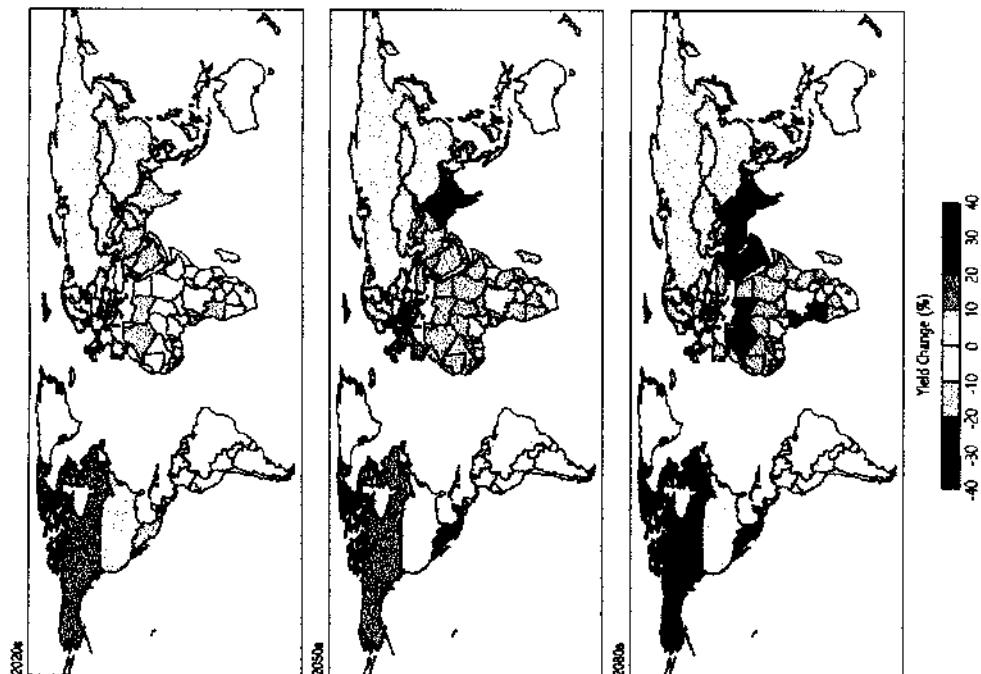
97/1091 6

Cambios en la vegetación global



Vegetación global simulada para el momento presente y para los años 2080, expresados como un % de la superficie terrestre global. La vegetación se clasifica según seis categorías. Se distinguen Las áreas ganadas, sin cambios y pérdidas, entre el momento presente y los años 2080.

Cambio en rendimiento de cosechas

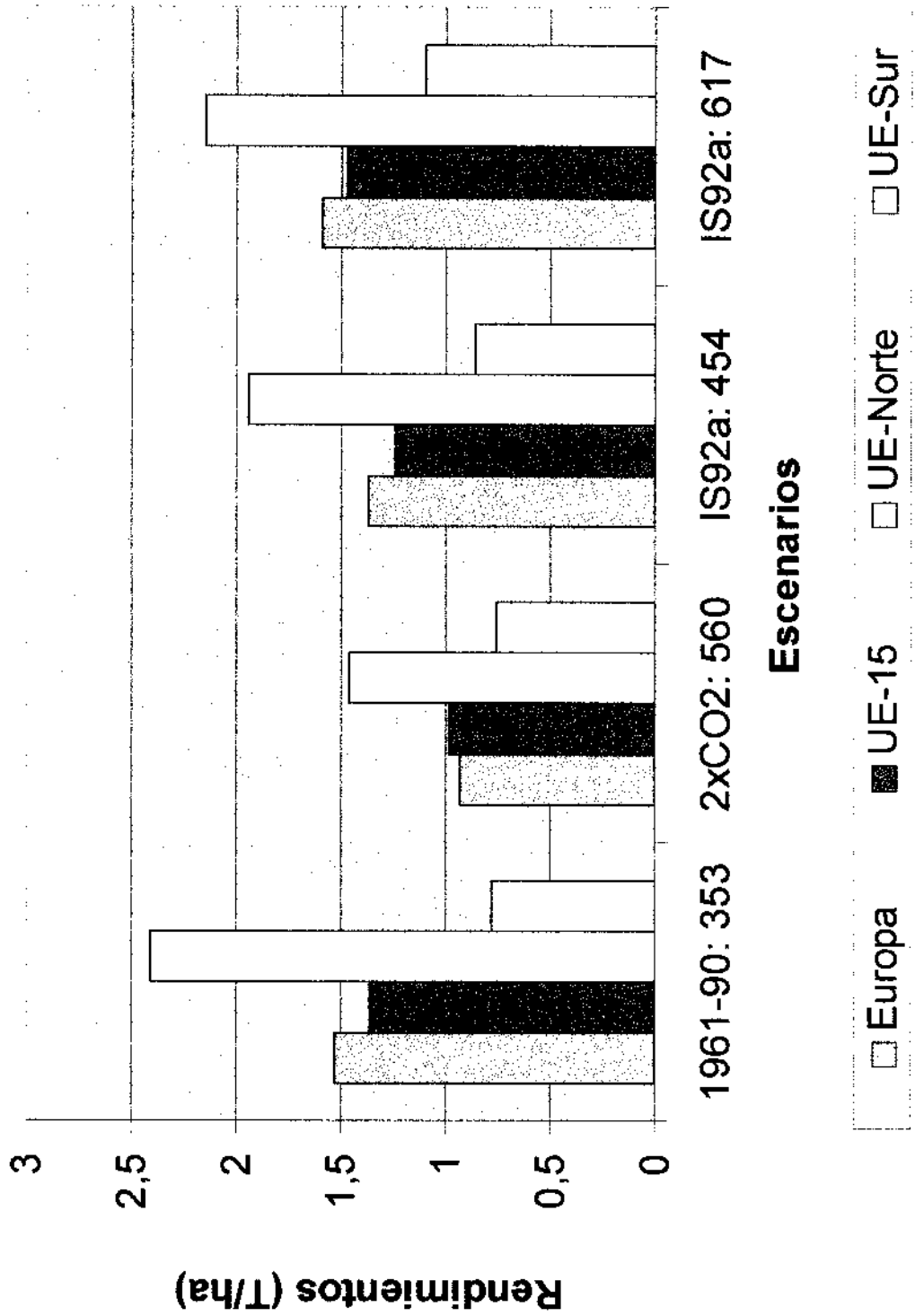


Cambio en % en los rendimientos promedios de cultivos bajo escenarios de cambio climático, tomando en cuenta los efectos del CO₂.. Los cultivos considerados son: Trigo, maíz y arroz. Los cambios que se muestran son promedios nacionales y regionales basados en componentes económicos de un

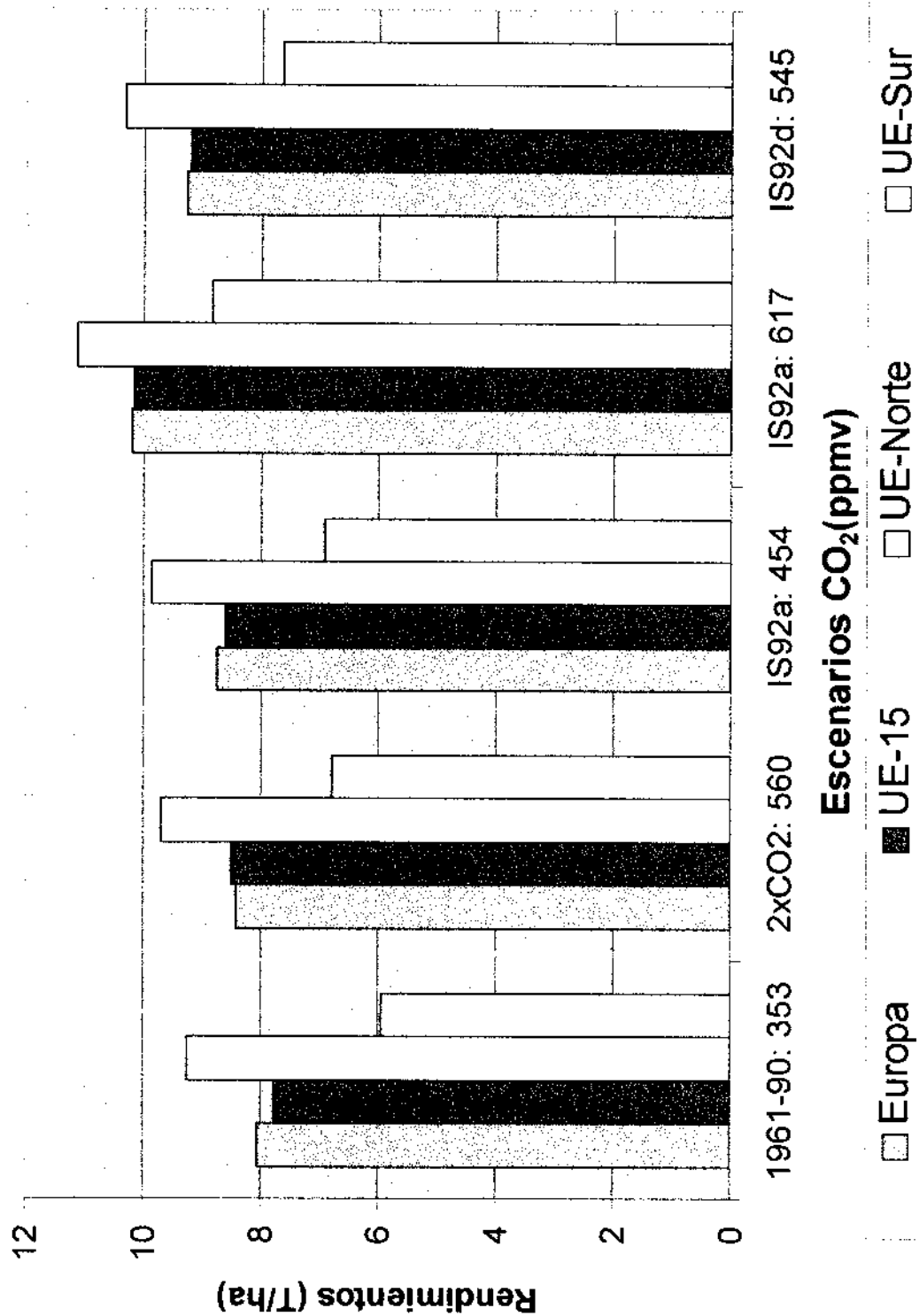
“Basic Linked System”.

Jackson Institute, University College London /
Goddard Institute for Space Studies /
International Institute for Applied Systems Analysis

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO en la producción de GIRASOL:
Modelo EURO (CLAIRE, 1996).



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO en la producción de TRIGO:
Modelo EURO (CLAIRE, 1996).



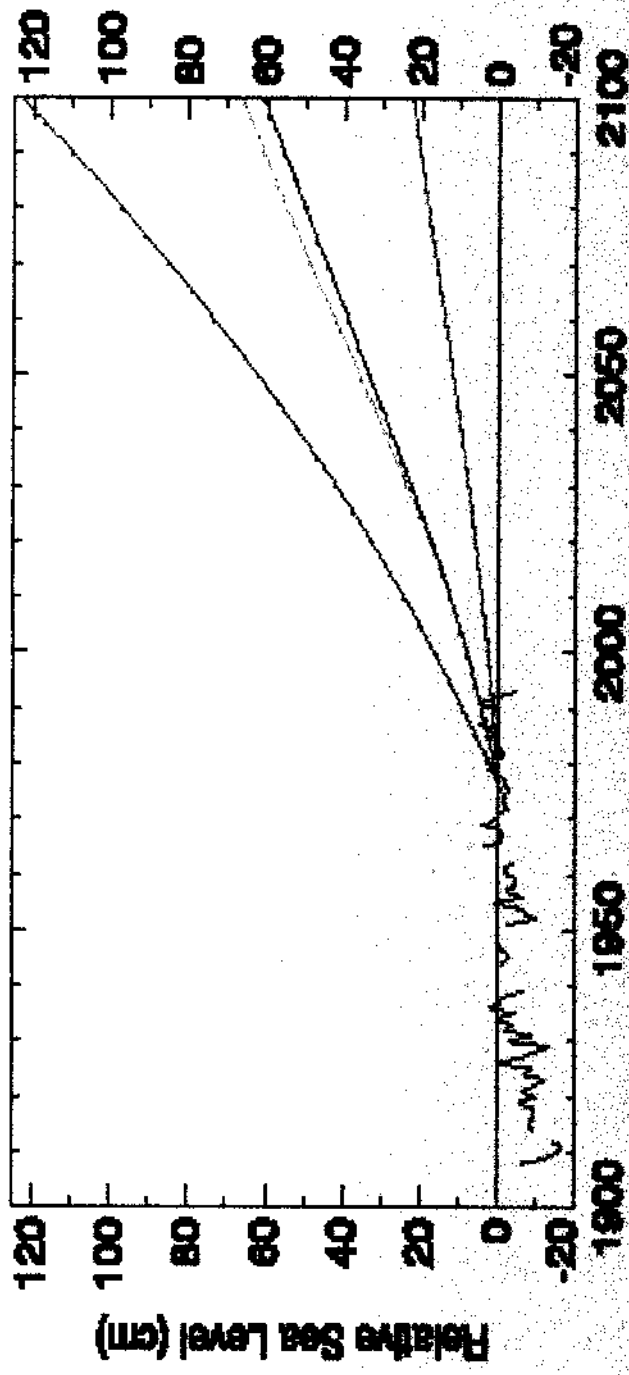
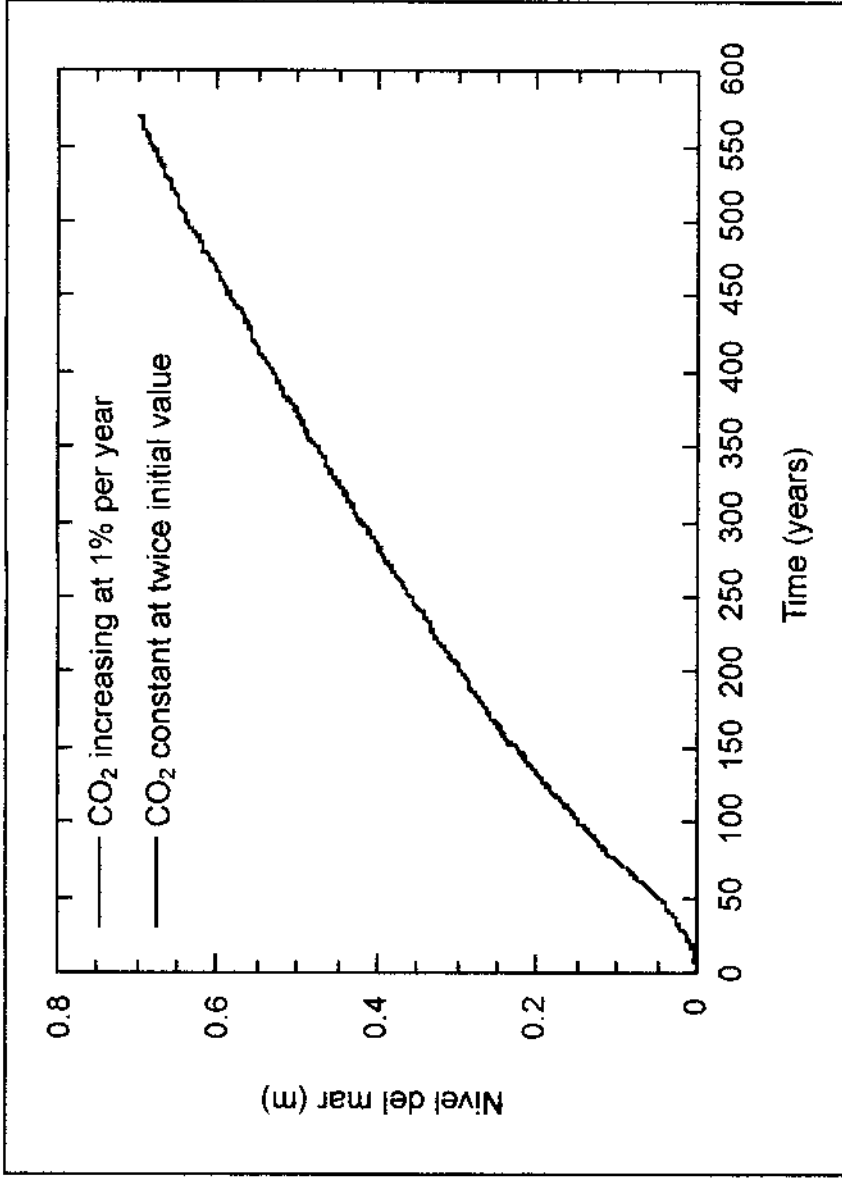


Figura 6: Cambios en el nivel del mar en Lagos (37.1°N 8.67°W) en el extremo sur de Portugal, casi 150 km al oeste del Parque Nacional Doñana. Se observan cambios para el periodo de 1910 - 1993, así como para nuestros cuatro escenarios para 1976 - 2100. Los cambios son con respecto al promedio 1961 - 90.

CRU-JEA / Hulme - WWF

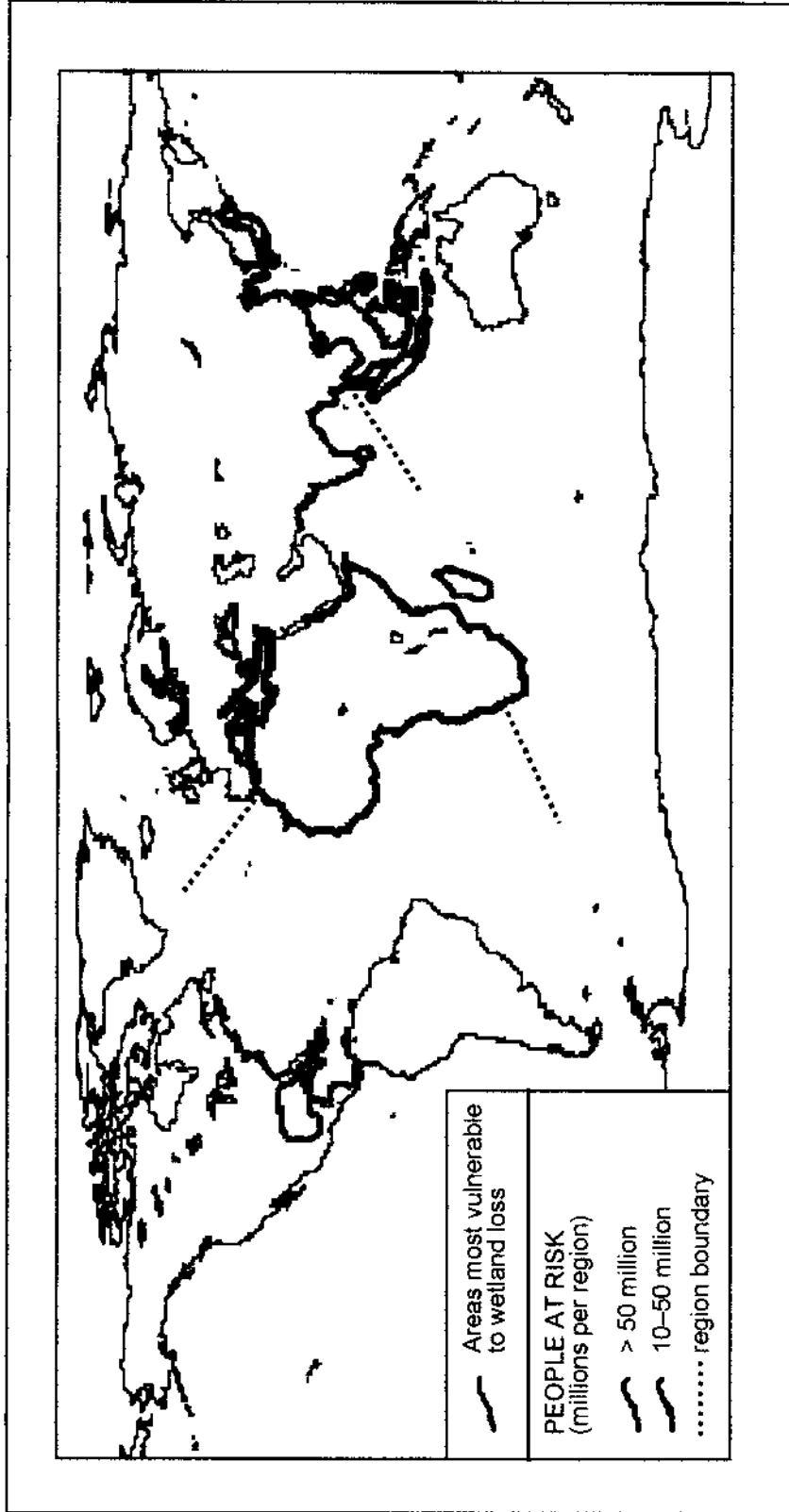
Aumento del nivel del mar



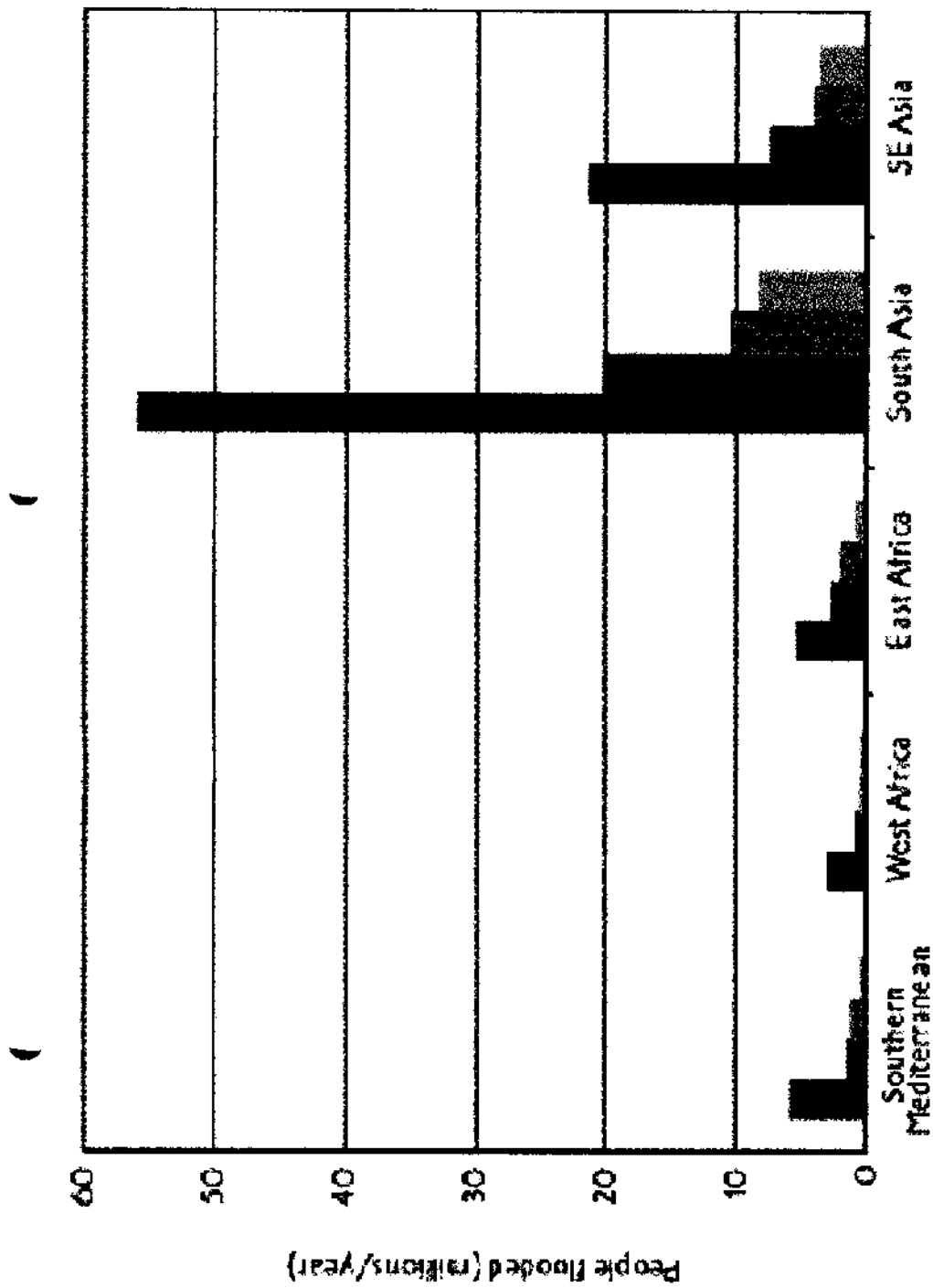
Crecimiento del nivel del mar debido sólo a la expansión térmica (lo que supone aproximadamente la mitad del aumento total (durante las próximas décadas), en un escenario de crecimiento de emisiones de CO₂ del 1% anual durante 70 años -azul-

y estabilización del clima en un horizonte de más de 500 years (rojo).

Población con riesgos por elevación del n.m.



Población costera amenazada de riesgos debidos al aumento del nivel del mar respecto a los niveles de protección de los años 1990, mostrando las regiones más afectadas por la pérdida de humedales

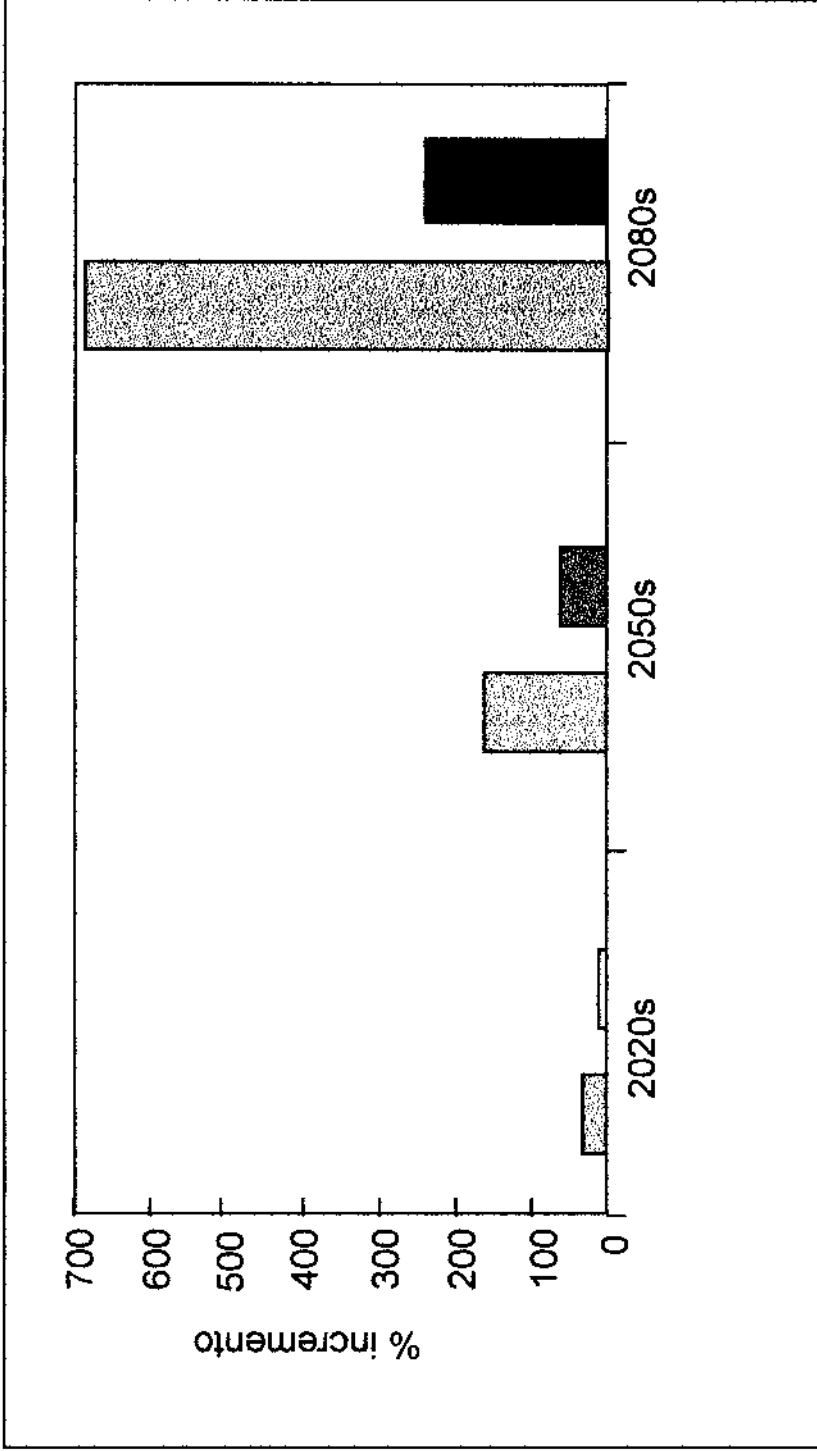


Promedio anual de n° personas afectadas por inundaciones en 5 zonas continentales en torno al 2080, bajo tres escenarios de emisiones

*Rojo: Sin mitigación. Azul: Estabilización en 750 ppmv
Verde: Estab. en 550 ppmv. GRIS: Sin cambio Climát.*

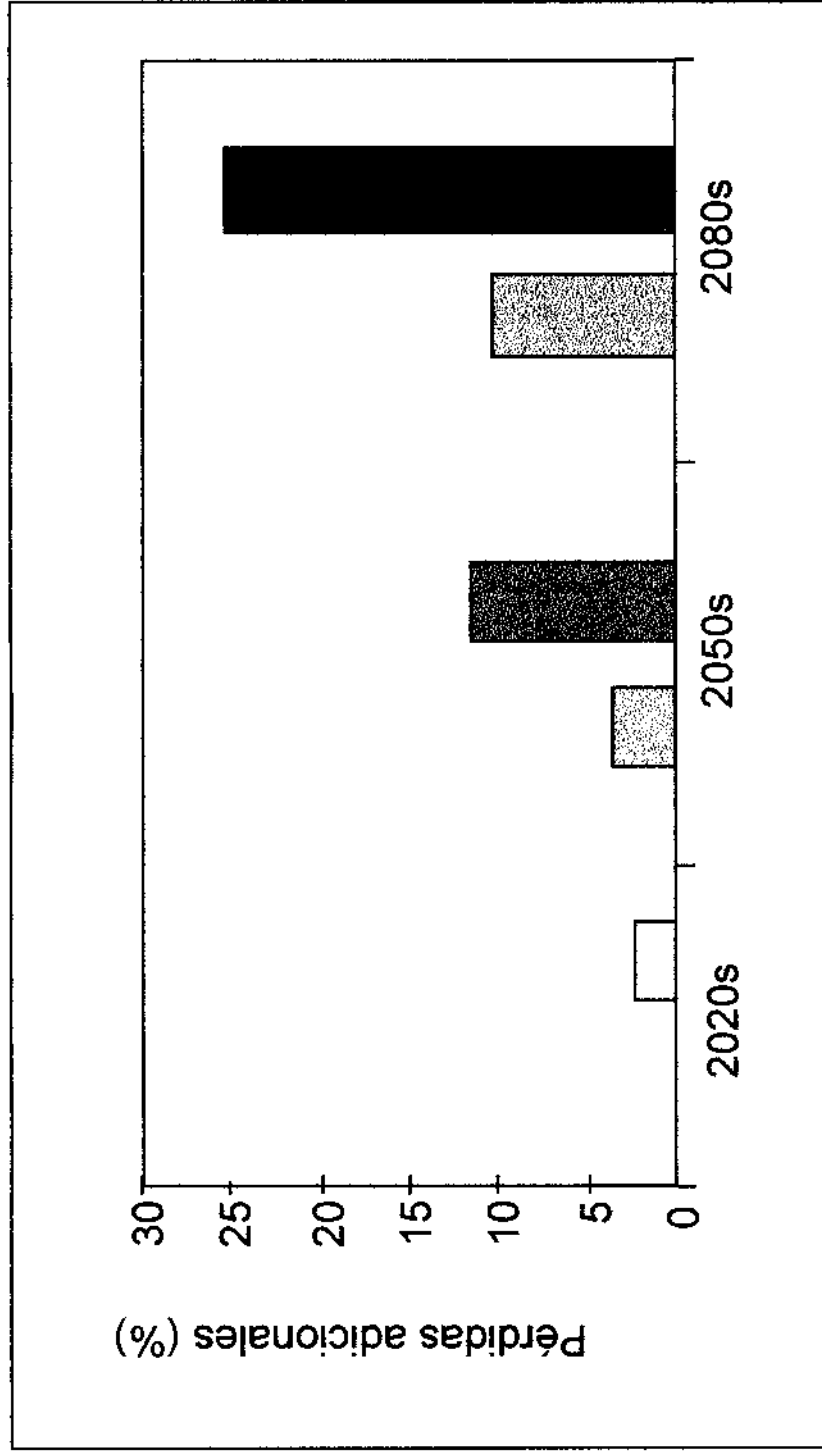
Fuente
HADLEY
Centre

Población con riesgo debido al aumento del nivel del mar



Cambio en % Porcentaje de cambio change in the number of people at risk under the sea-level rise scenario and constant (1990s) protection (left bar) and the sea-level rise scenario and evolving protection (right bar).

Pérdidas de humedales costeros por aumento n.m.



Porcentaje adicional de pérdidas de humedales costeros debido al aumento del nivel del mar bajo escenario que asumen pérdidas bajas (barra izquierda) y bajo escenarios con pérdidas altas (barra derecha).