

# ESTUDIO DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS Y LAS MASAS DE AGUA

Centro de Estudios Hidrográficos

# ACUERDO PARA ENCOMIENDA DE GESTIÓN POR LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA AL CEDEX (2007)

**15337**

*RESOLUCIÓN de 3 de agosto de 2007, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo de encomienda de gestión entre los Ministerios de Medio Ambiente y de Fomento, para el estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua.*

El Director General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y el Director del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Organismo Autónomo del Ministerio de Fomento, han suscrito, con fecha 23 de abril de 2007, un Acuerdo de encomienda de gestión para el estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua.

Para general conocimiento, se dispone su publicación como anejo a la presente Resolución.

Madrid, 3 de agosto de 2007.–El Subsecretario de la Presidencia, Luis Herrero Juan.

Segunda. *Definición de los trabajos.*–Las actividades a realizar por el CEDEX derivadas del presente Acuerdo de Encomienda de Gestión están relacionadas con el apoyo a la Dirección General del Agua en los campos siguientes:

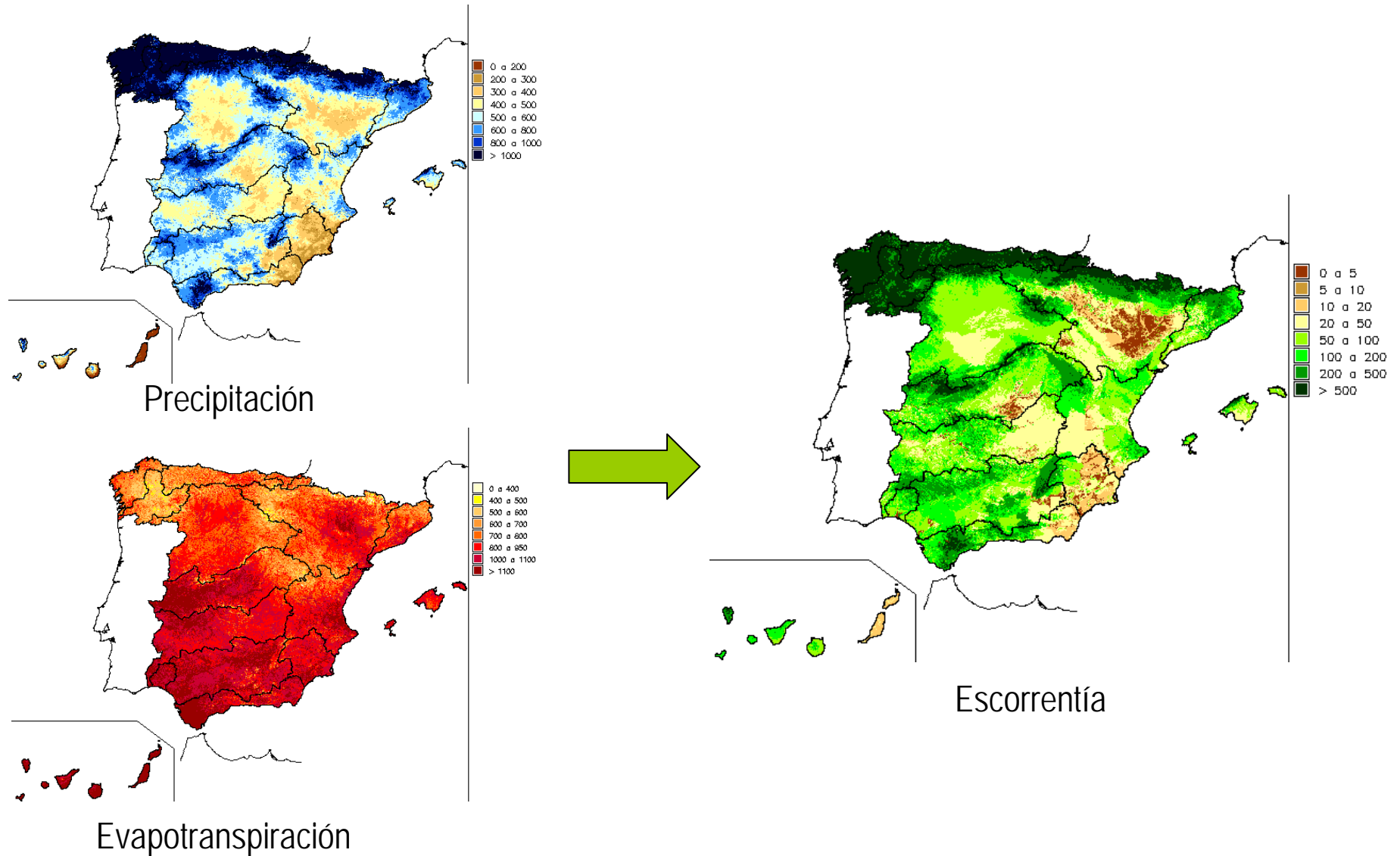
Efecto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural.

Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua y estrategias de adaptación.

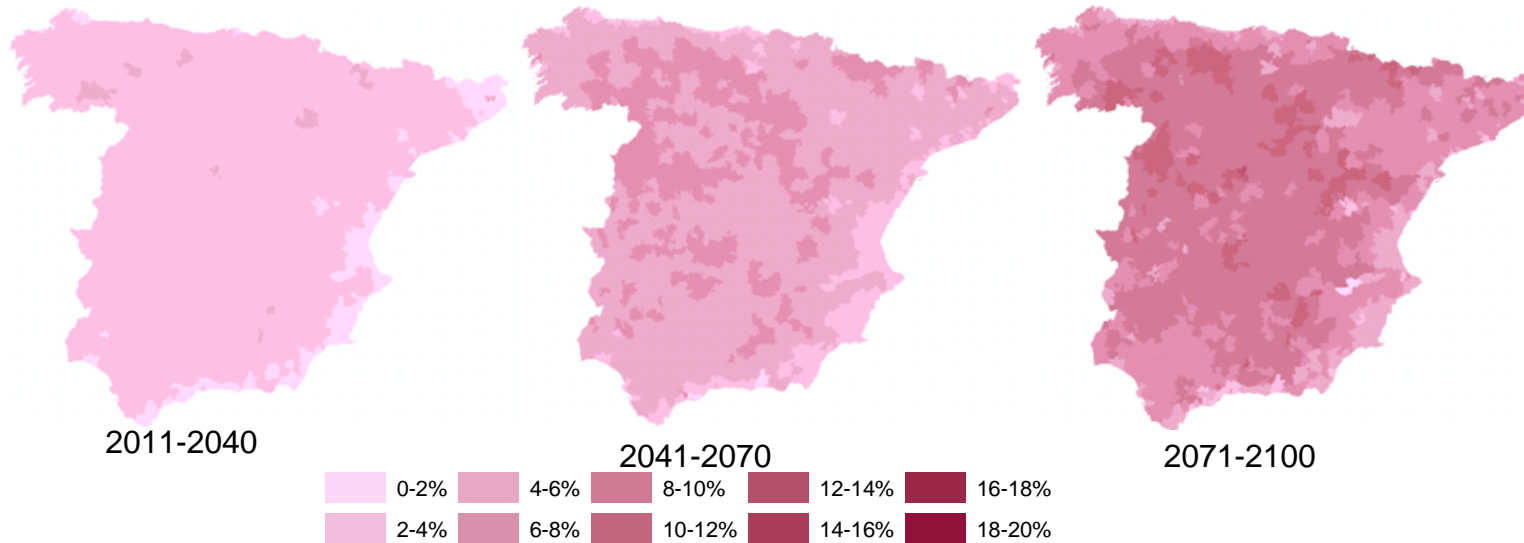
Efecto del cambio climático en los recursos hídricos disponibles en los sistemas de explotación.

Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua.

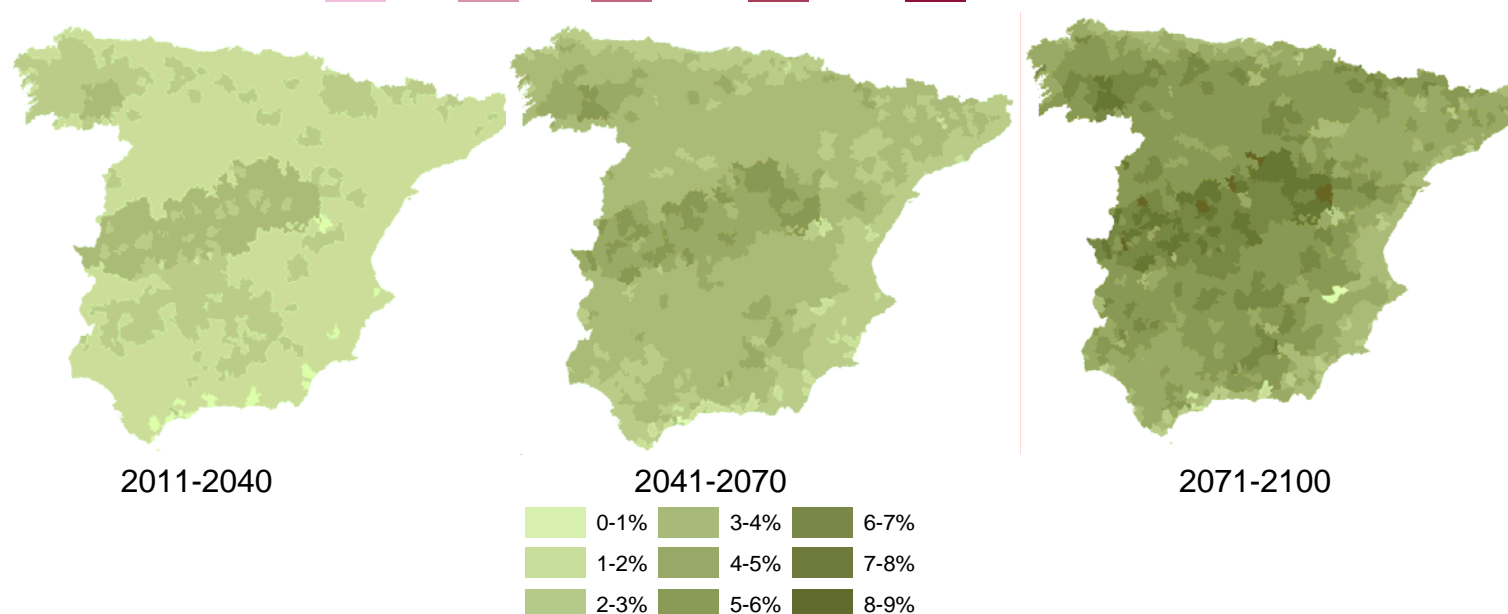
# EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL



# EFECTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS DEMANDAS DE AGUA Y ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

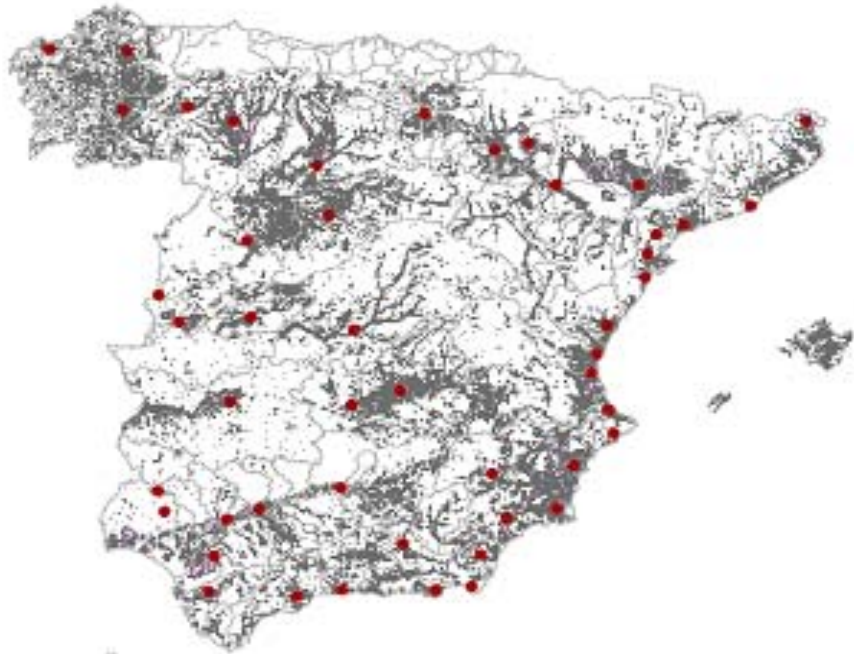


Incremento de dotación en viviendas unifamiliares (ECHAM4 A2)



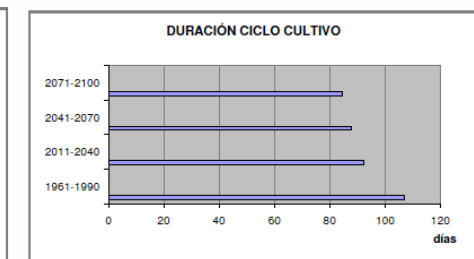
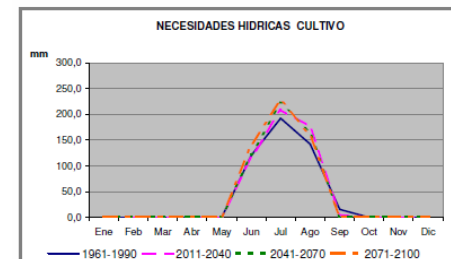
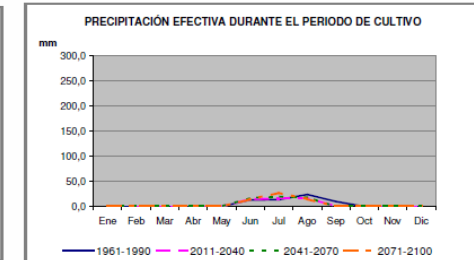
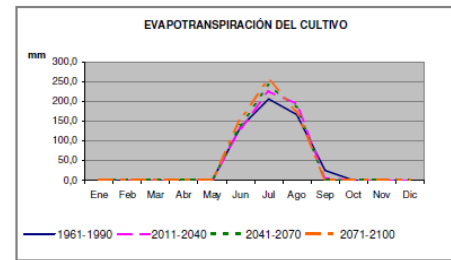
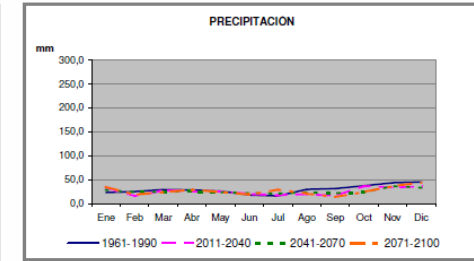
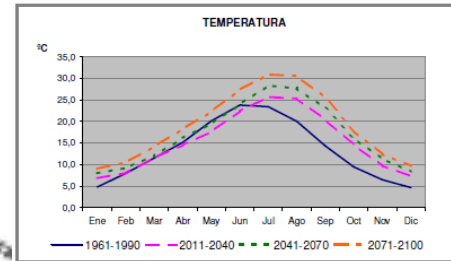
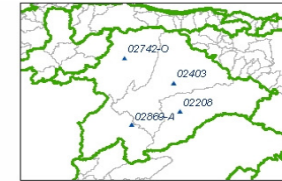
Incremento de dotación en viviendas plurifamiliares (ECHAM4 A2)

# EFECTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS DEMANDAS DE AGUA Y ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

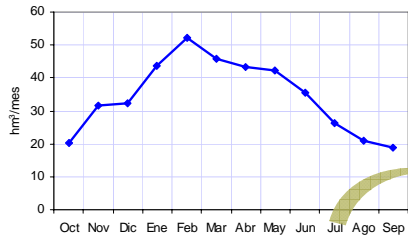


Zonas de riego y estaciones de cálculo seleccionadas

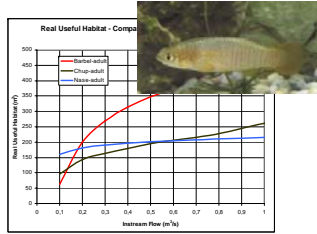
<b>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA:</b>	DUERO
<b>SISTEMA DE EXPLOTACIÓN:</b>	PISUERGA-CARRION-ARLANZA- DUERO INFERIOR
<b>ESTACIÓN REPRESENTATIVA:</b>	2403
<b>CULTIVO:</b>	MAIZ
<b>TÉCNICA REGIONALIZACIÓN:</b>	FIG
<b>MODELO CLIMÁTICO:</b>	ECHAM4
<b>ESCENARIO EMISIÓN:</b>	A2
<b>ÁREA DE RIEGO:</b>	311501



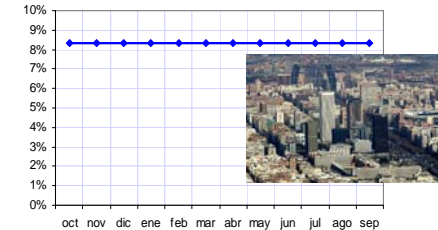
# EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES EN LOS SISTEMAS



Aportaciones



Caudales ambientales

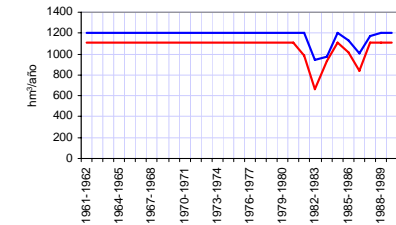


Demanda de abastecimiento



Conducciones

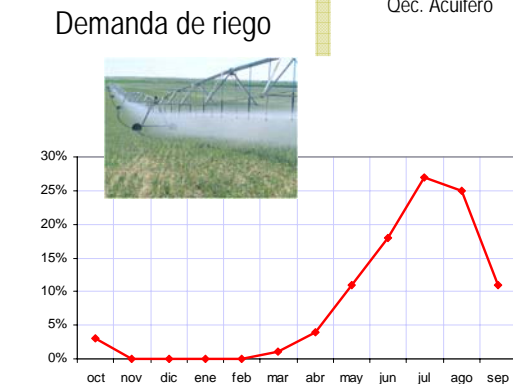
Resultados del modelo



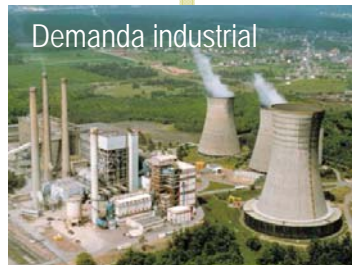
Suministro



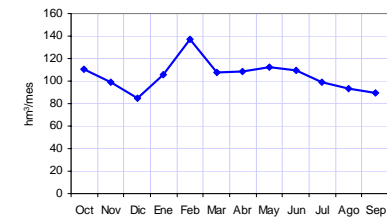
Tramos de río



Demanda de riego



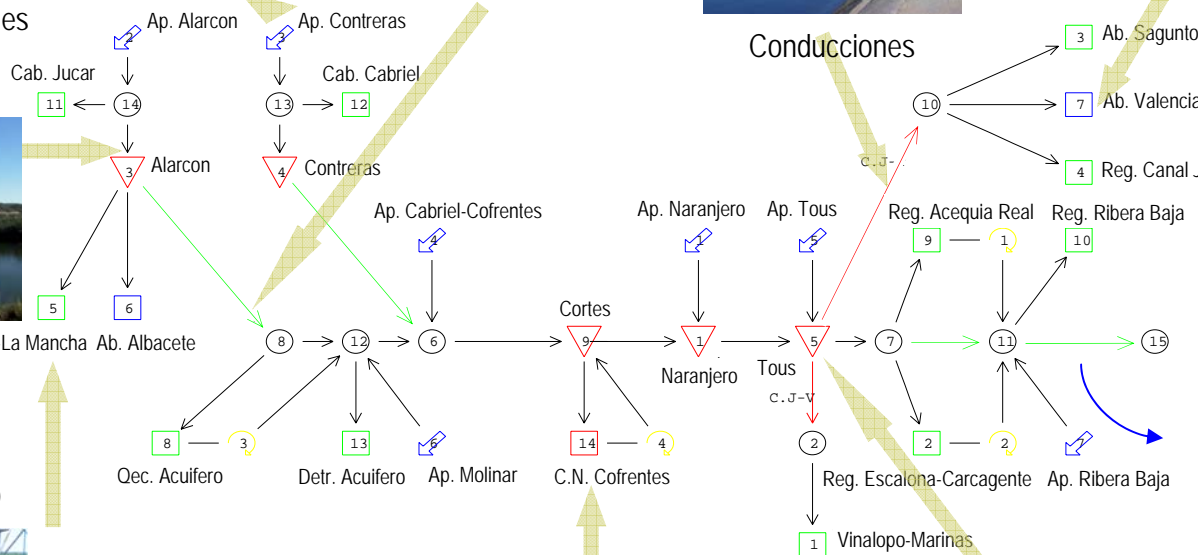
Demanda industrial



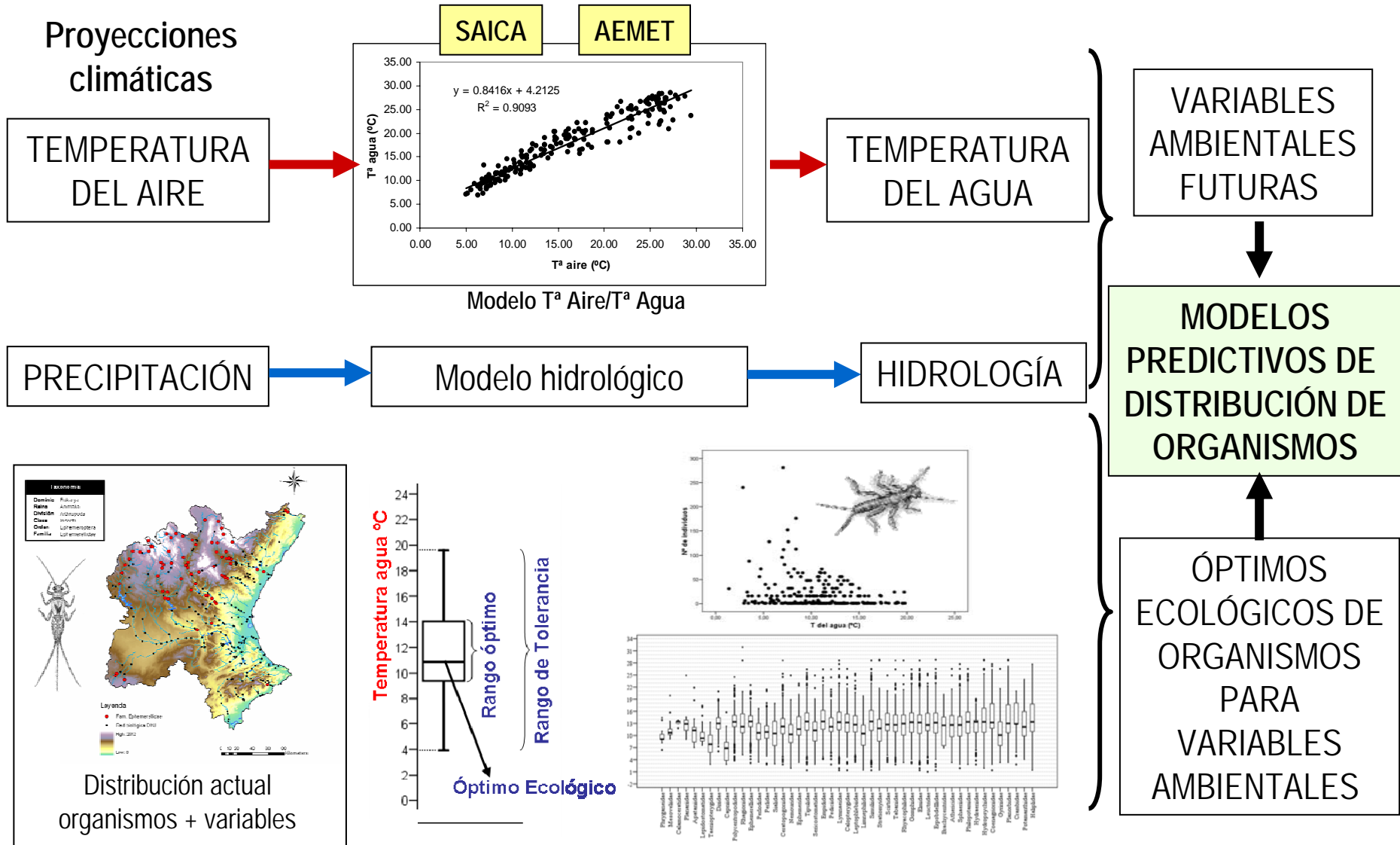
Caudal circulante



Embalses



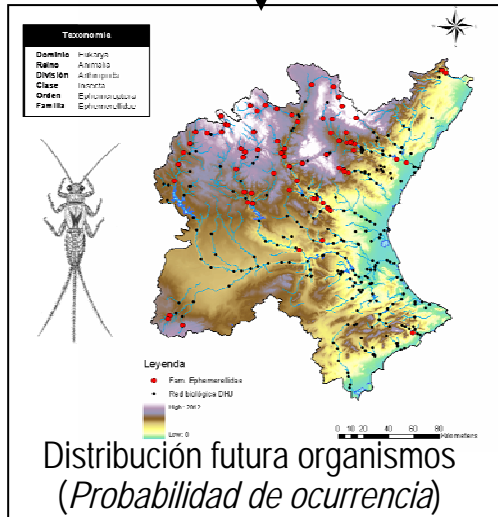
# EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA





# EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA

## MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS

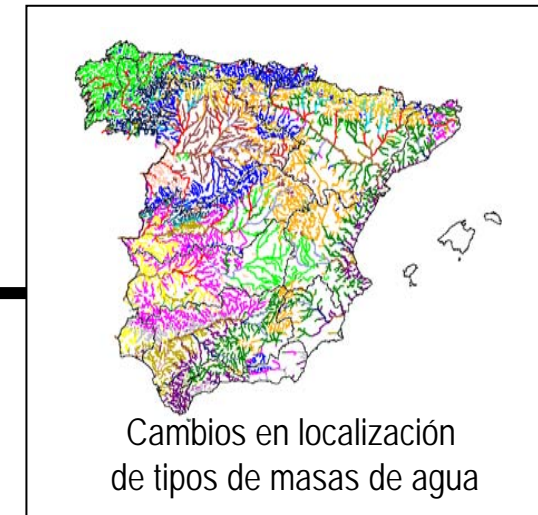


Selección de indicadores sensibles para detección precoz del cambio climático (ej. Fam. Taeniopterygidae)

METRICA	CR	MB/B	B/M	M/D	D/M
IBMWP	178	149	112	74,7	37,3
RCE	1	0,84	0,63	0,42	0,21
IPS	19,8	19,4	14,4	9,7	4,7
RCE	1	0,98	0,73	0,49	0,24
Mult.Esp.	6,026	5,60	4,21	3,01	1,50
RCE	1	0,93	0,7	0,5	0,25

Cambios en condiciones de referencia de los tipos y en límites de clases de estado ecológico (ej: Tipo de río 25)

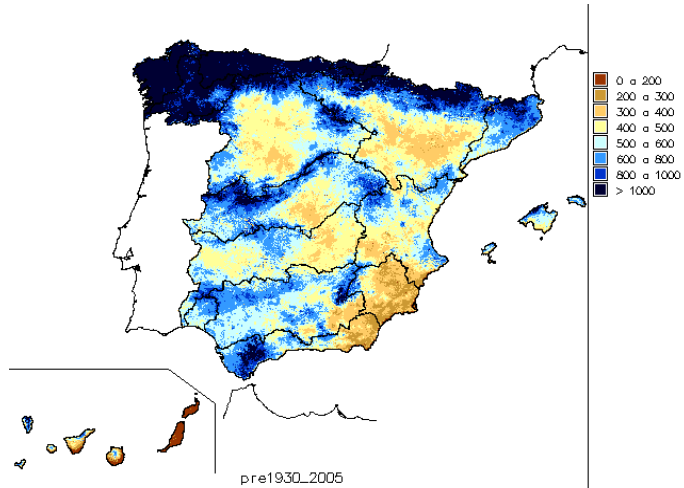
## Proyecciones climáticas



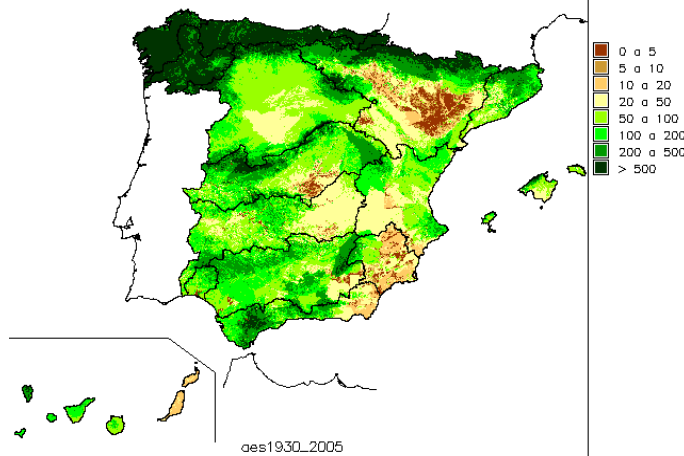


# EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL

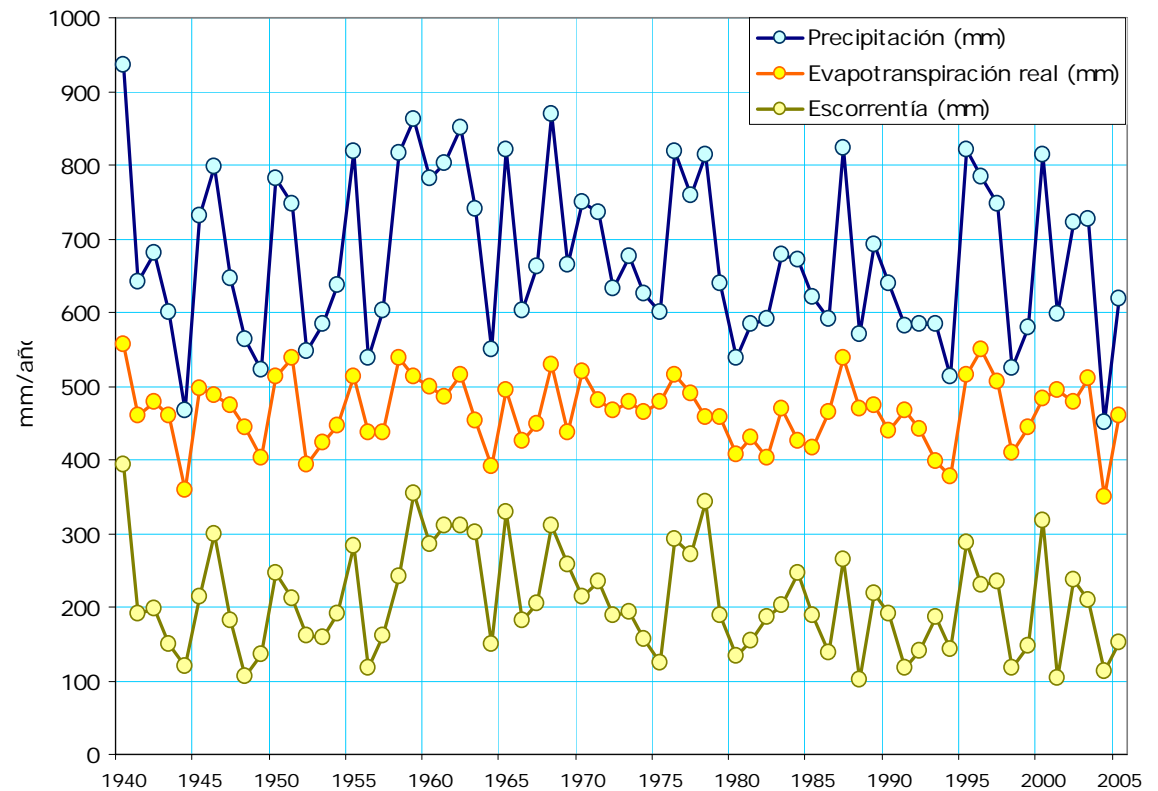
# IRREGULARIDAD DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO EN ESPAÑA



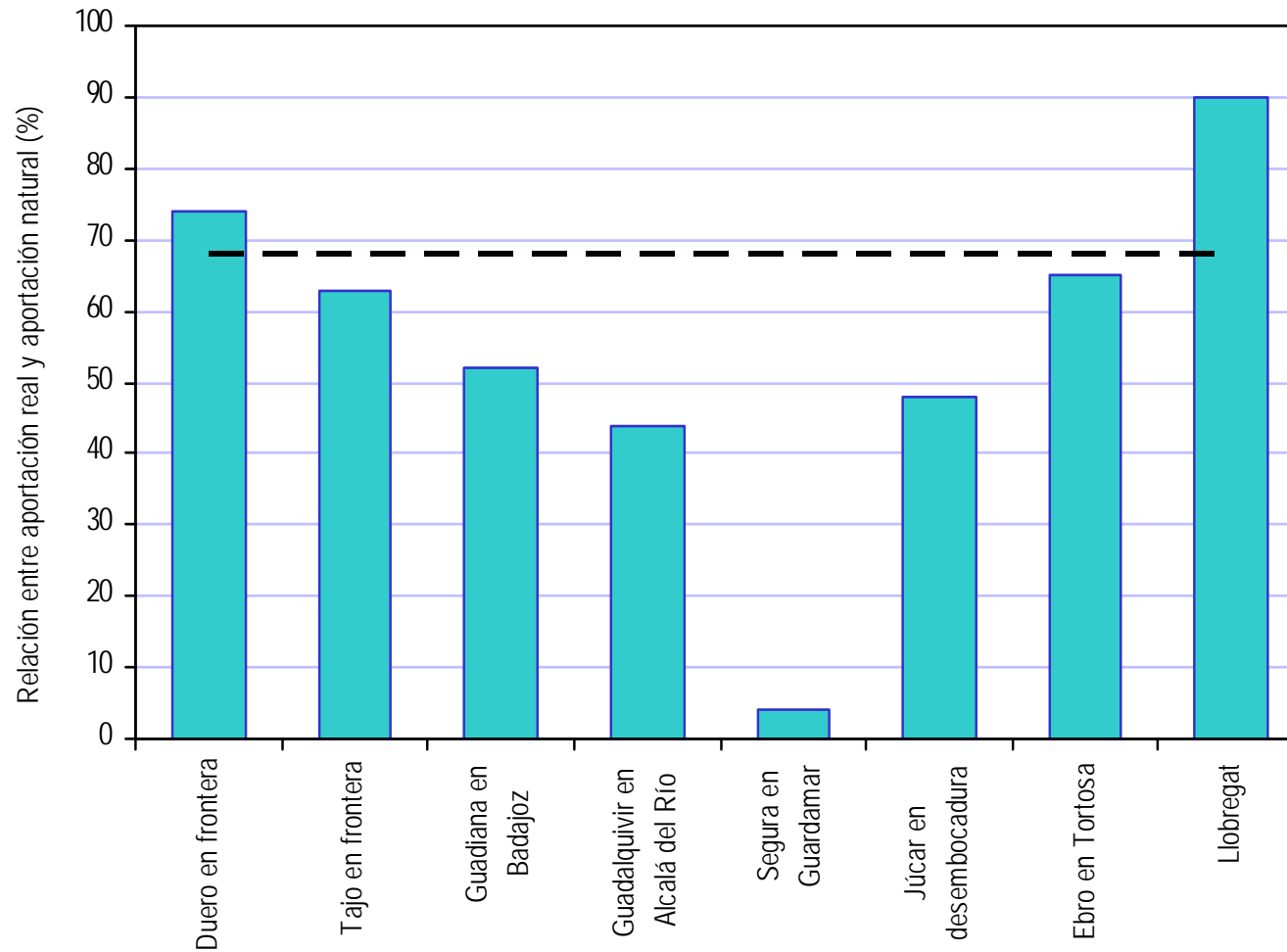
Precipitación (mm/año)



Escorrentía (mm/año)



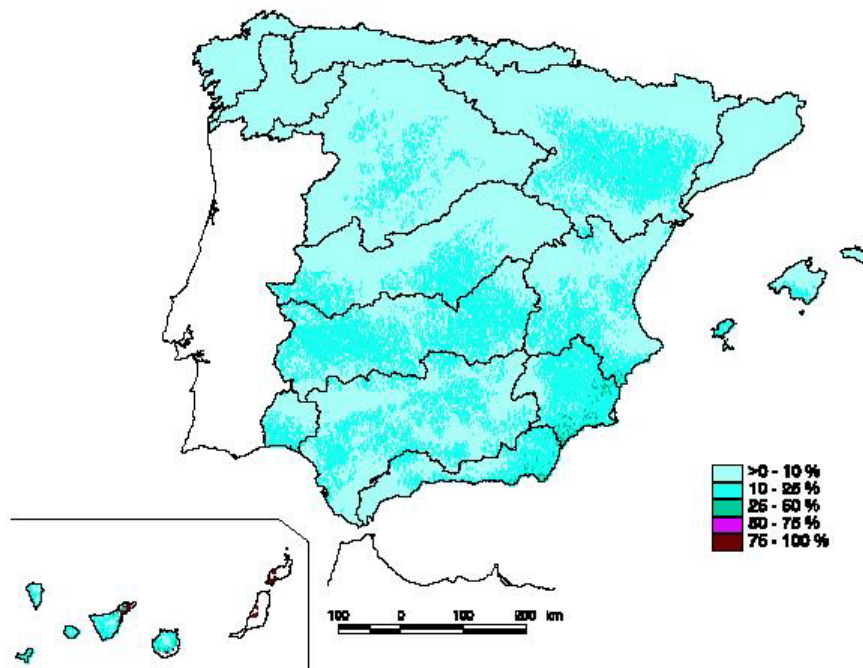
# ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN NATURAL



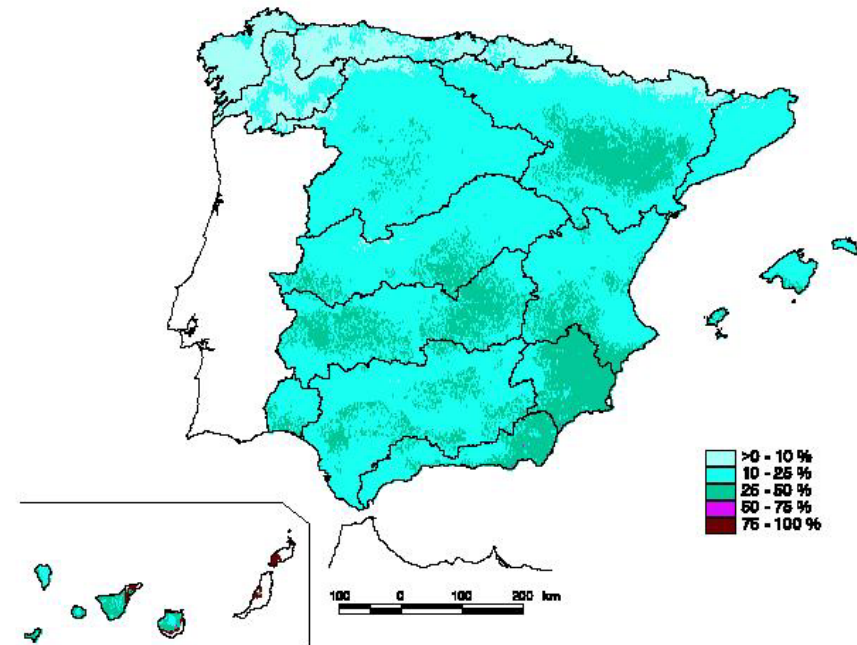
Relación entre aportación real y aportación natural para diferentes ríos españoles

# ANTECEDENTES

## LIBRO BLANCO DEL AGUA EN ESPAÑA (MARM,2000)



Reducción de escorrentía con aumento de 1°C en la temperatura (Escenario 1)



Reducción de escorrentía con disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1°C en la temperatura (Escenario 2)



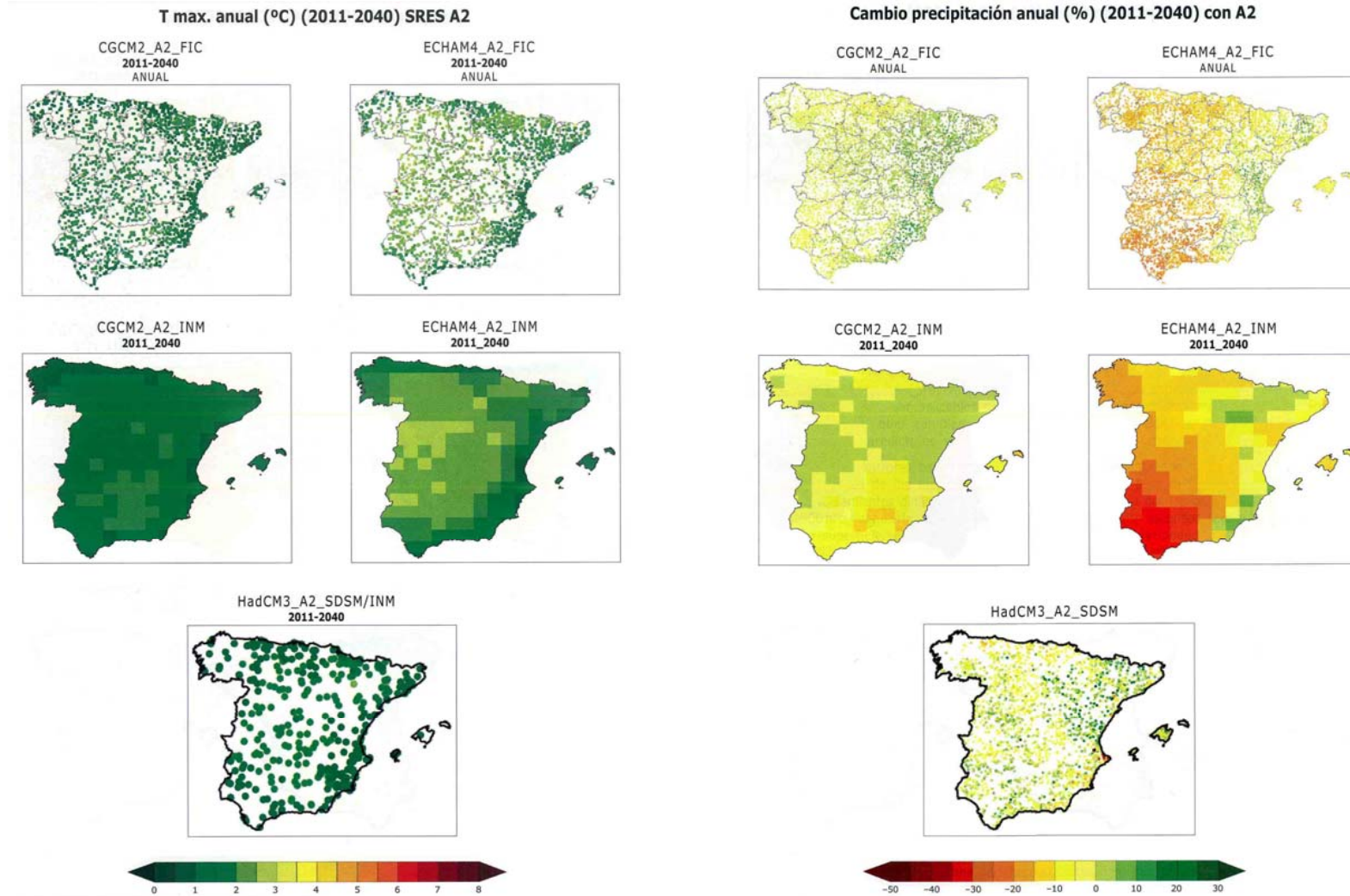
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

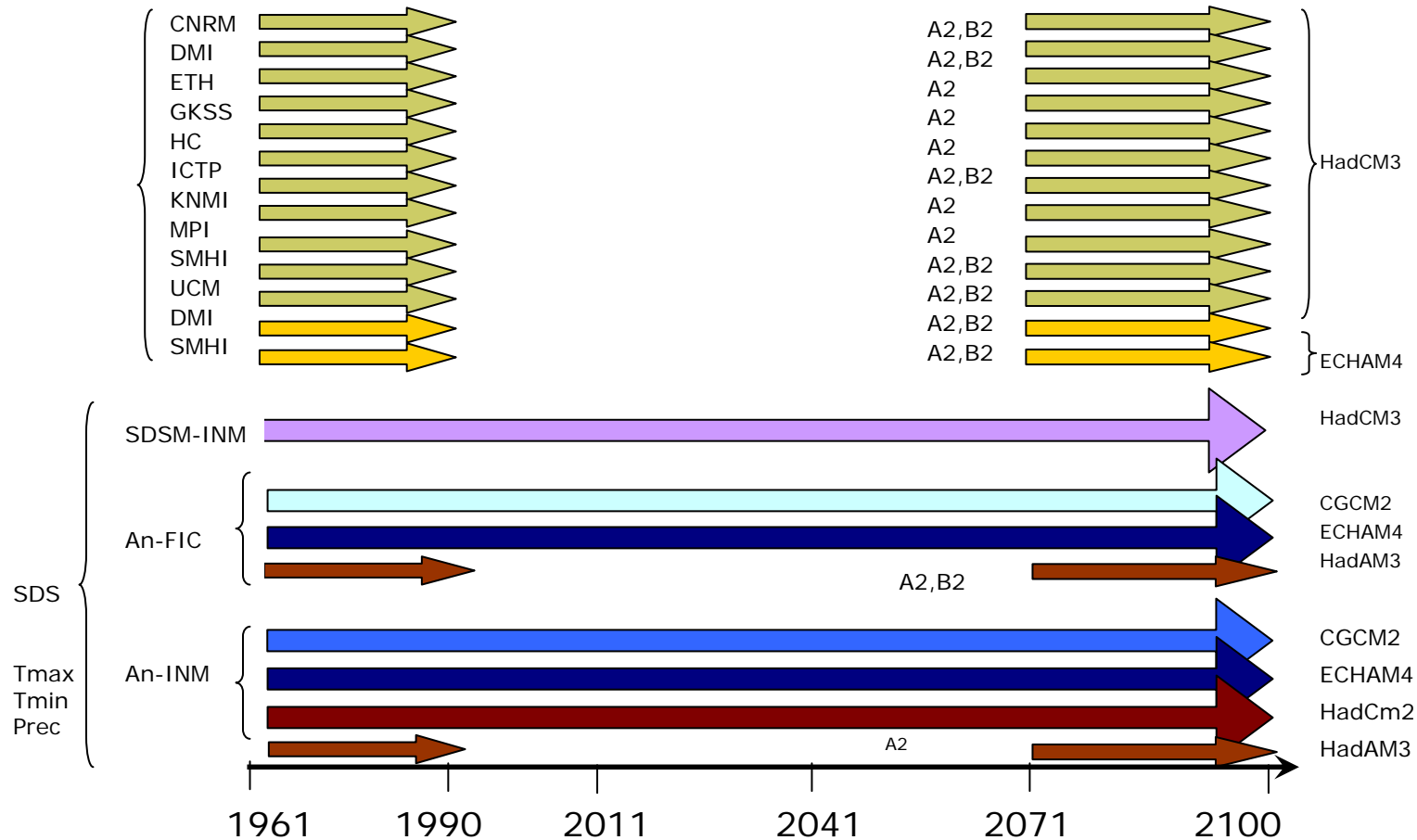
# PROYECCIONES CLIMÁTICAS ESCENARIOS CLIMÁTICOS REGIONALIZADOS (AEMET,2008)




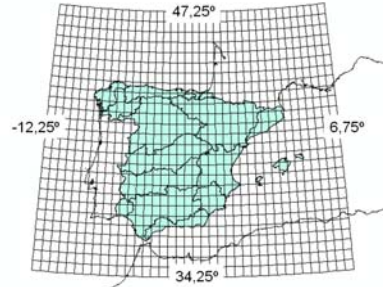
Comparación del cambio de temperatura máxima anual y del cambio de precipitación anual para el periodo 2001-2040 respecto al periodo de control (1961-1990). Escenario A2.

# PROYECCIONES CLIMÁTICAS: MODELOS GLOBALES, REGIONALIZACIÓN, ESCENARIOS DE EMISIÓN Y PERIODOS

- ECHAM4: European Centre for Medium Range Weather Forecast (Alemania)
- CGCM2: Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (Canadá)
- HadCM3, HadAM3: Hadley Centre for Climate Prediction (Reino Unido)

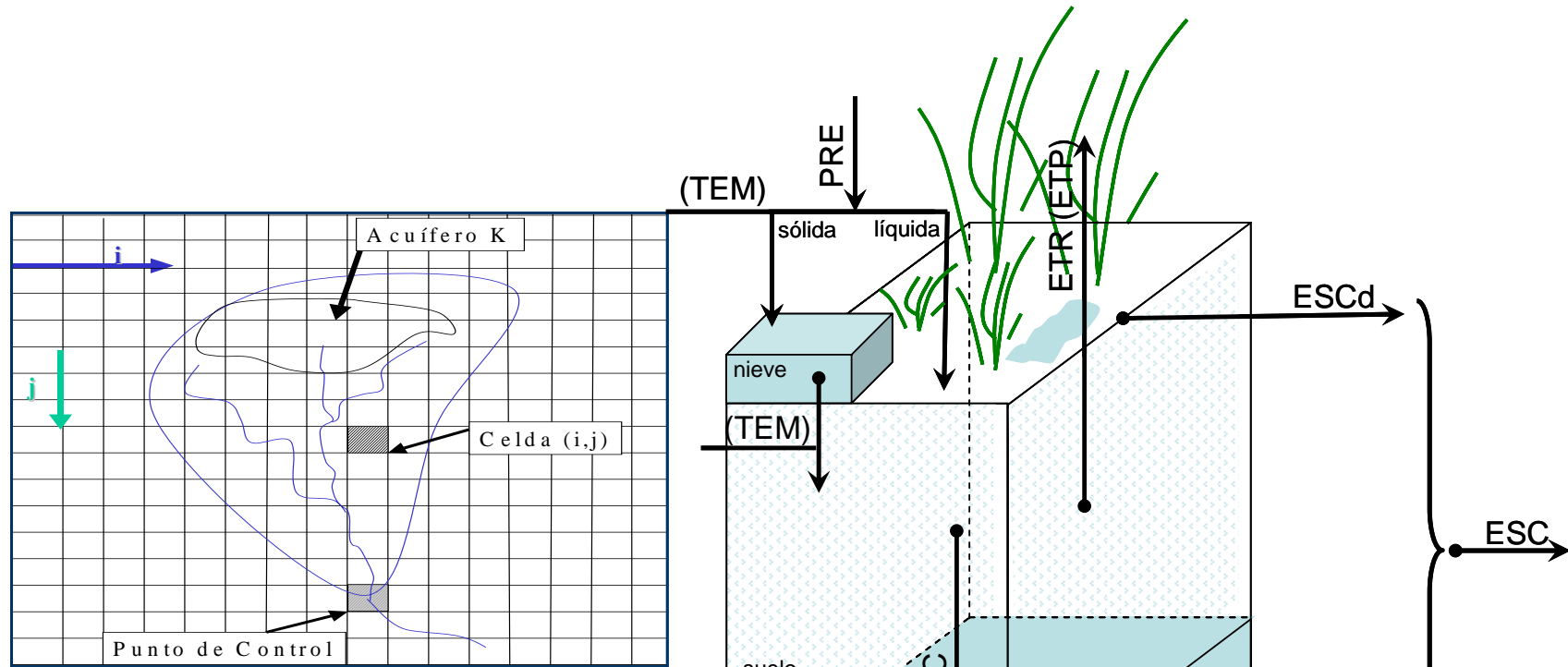


# PROYECCIONES CLIMÁTICAS SELECCIONADAS POR AEMET

Proyección	MCG	Regionalización	1961-1990	2011-2040	2041-2070	2071-2100	Ámbito
I	CGCM2	Análogos FIC	√	√	√	√	
II	ECHAM4						
III	HadAM3		√			√	
IV	HadCM3	SDSM	√	√	√	√	
V	HadCM3	RCM- PROMES. UCM y PRUDENCE					
VI	ECHAM4	RCM-RCAO- SMHI y PRUDENCE	√			√	



# MODELO HIDROLÓGICO ESQUEMA CONCEPTUAL



- PRE: precipitación
- TEM: temperatura
- ETP: evapotranspiración potencial
- H: humedad del suelo
- ETR: evapotranspiración real
- ESCd: escorrentía directa
- REC: recarga
- V: almacenamiento en el acuifero
- ESCsb: escorrentía subterránea
- ESC: escorrentía total





GOBIERNO DE ESPAÑA

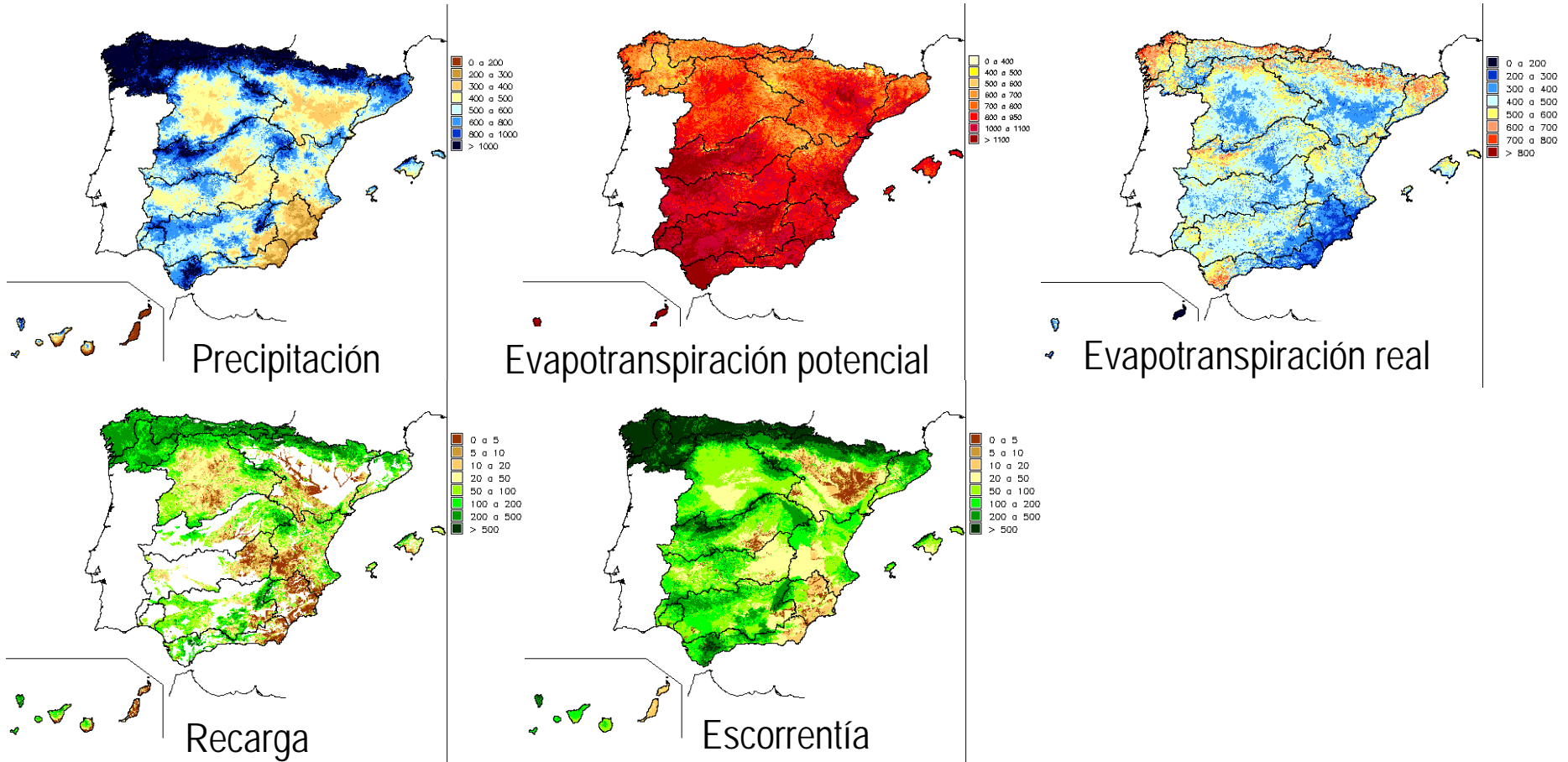
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# MODELO HIDROLÓGICO

## PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS REPRODUCIDAS





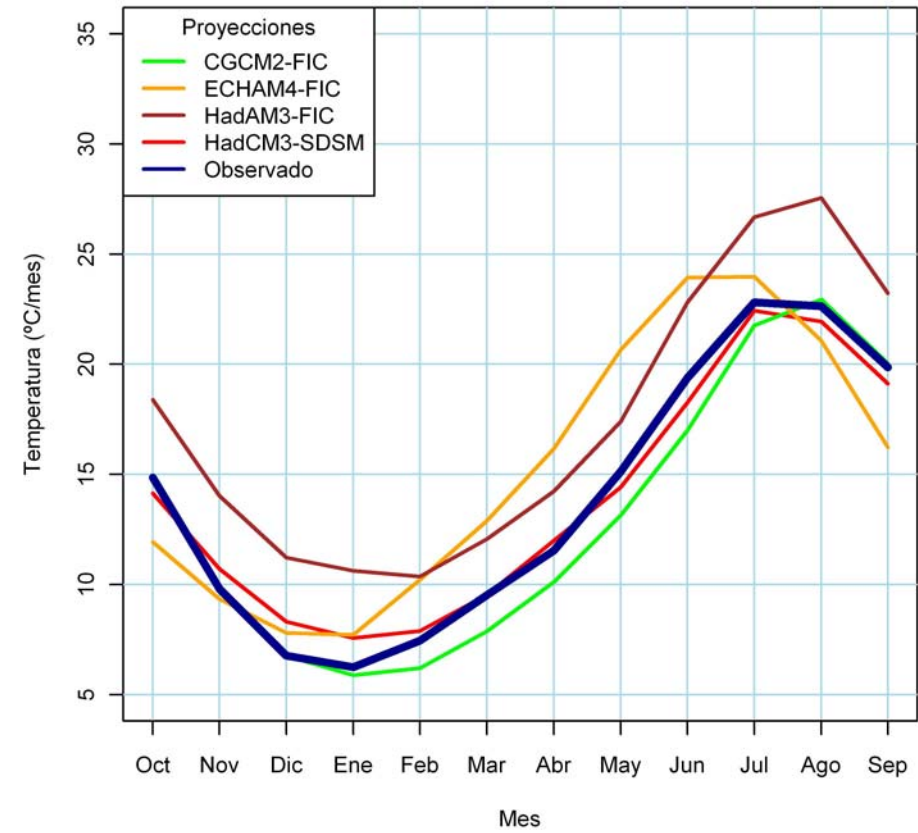
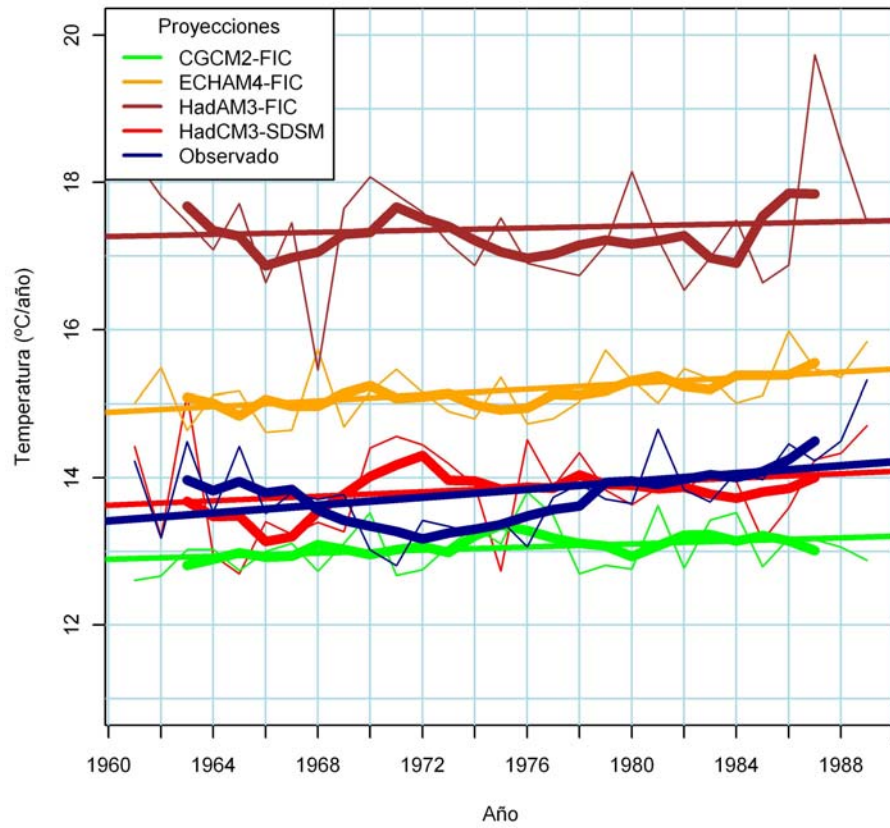
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# PERIODO DE CONTROL TEMPERATURA





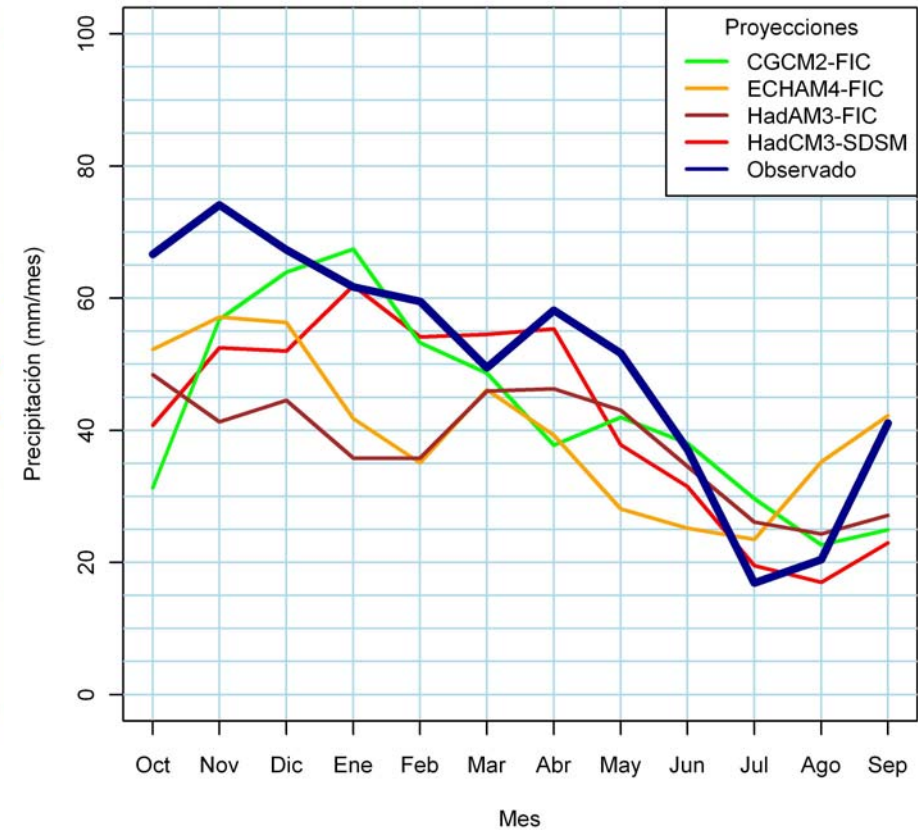
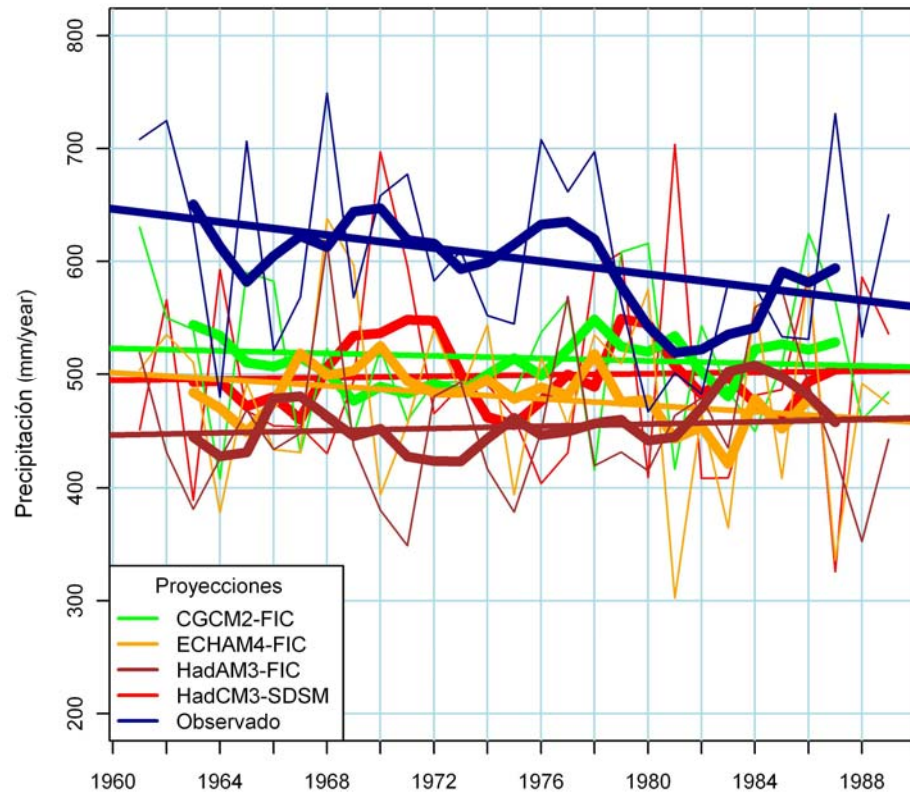
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# PERIODO DE CONTROL PRECIPITACIÓN





GOBIERNO DE ESPAÑA

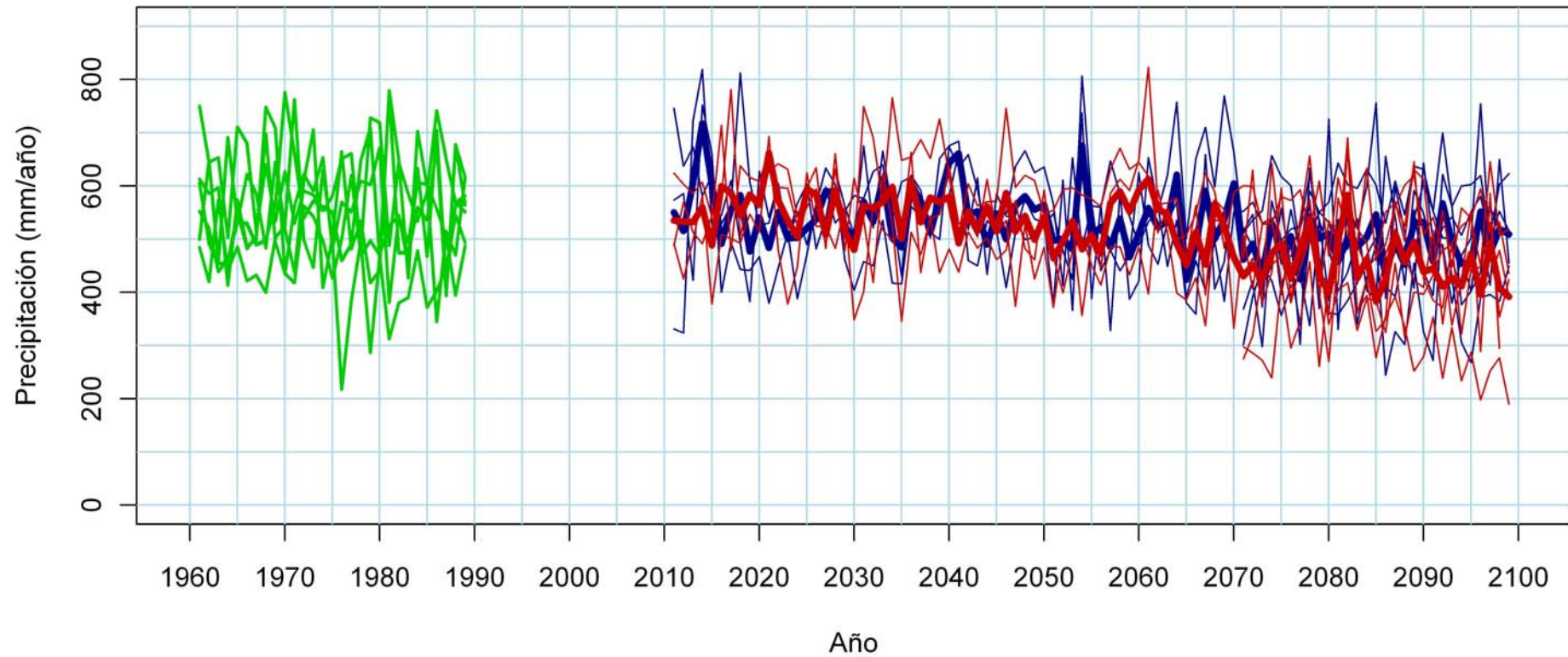
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# RESULTADOS

## EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL



— A2  
— B2



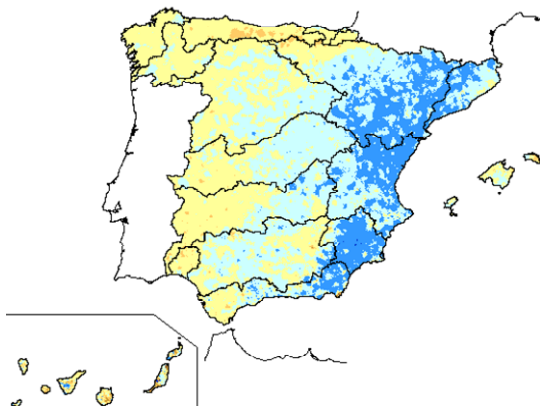
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

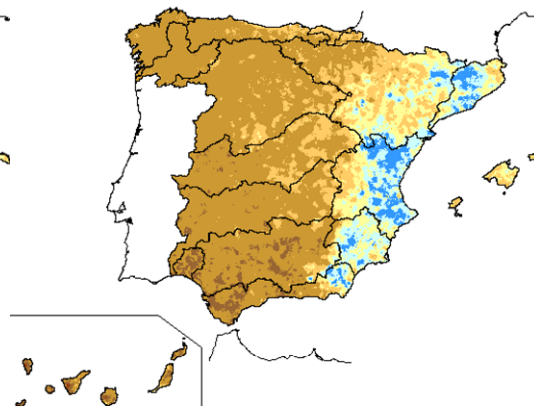
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

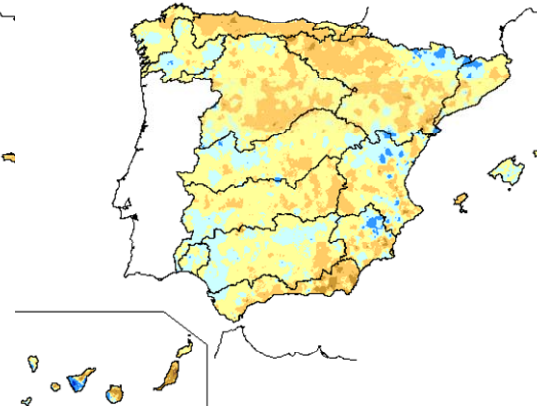
# RESULTADOS: VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (%) EN 2011-2040 RESPECTO AL PERIODO DE CONTROL



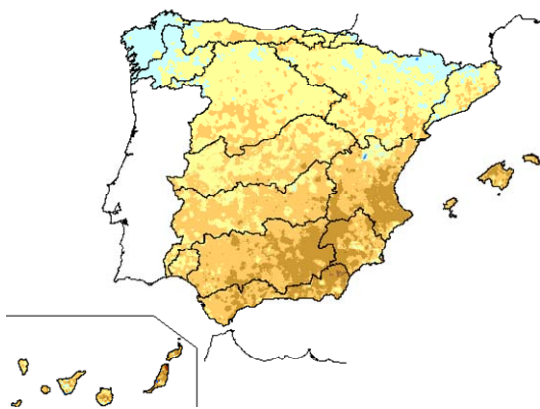
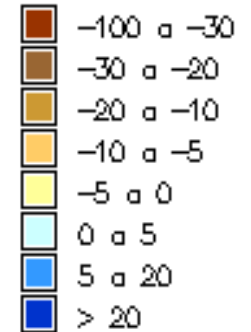
CGCM2-FIC-A2



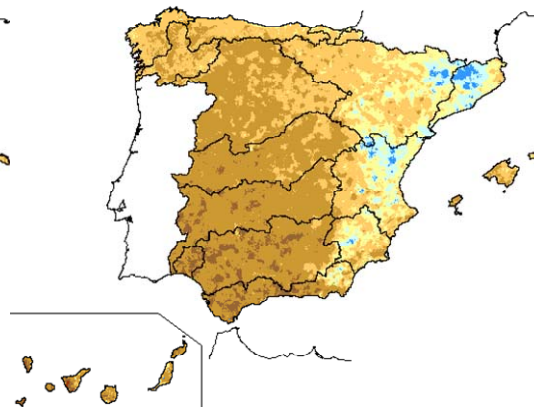
ECHAM4-FIC-A2



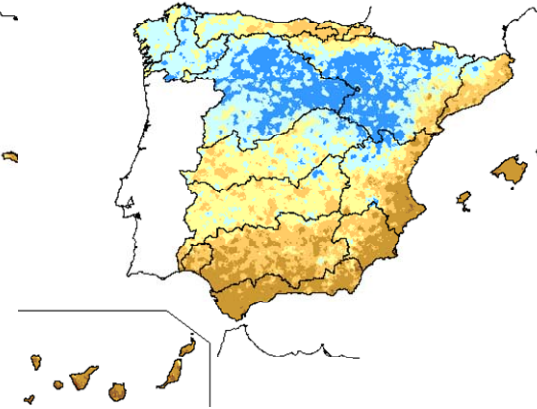
HadCM3-SDSM-A2



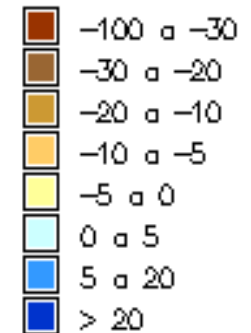
CGCM2-FIC-B2



ECHAM4-FIC-B2

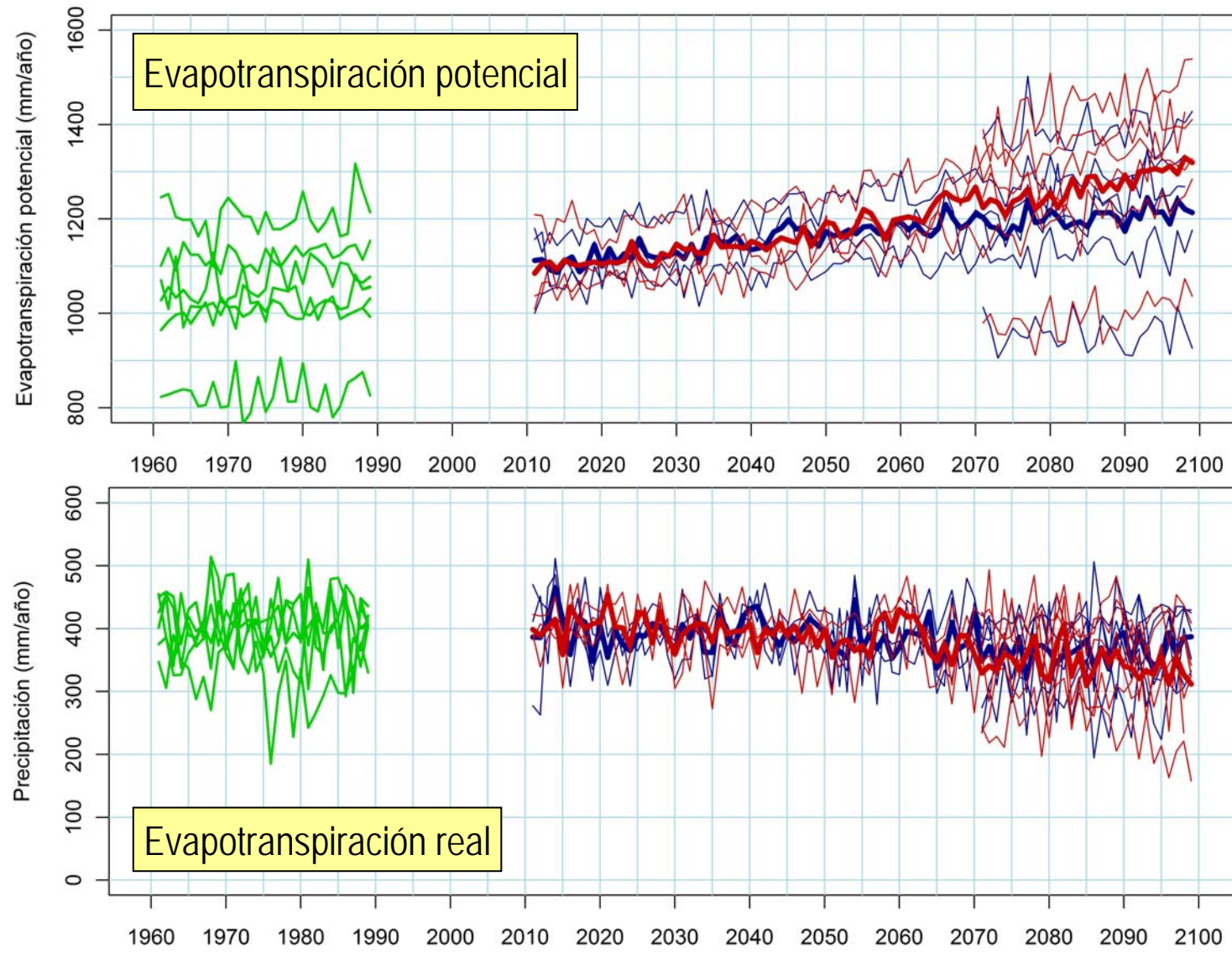


HadCM3-SDSM-B2



# RESULTADOS

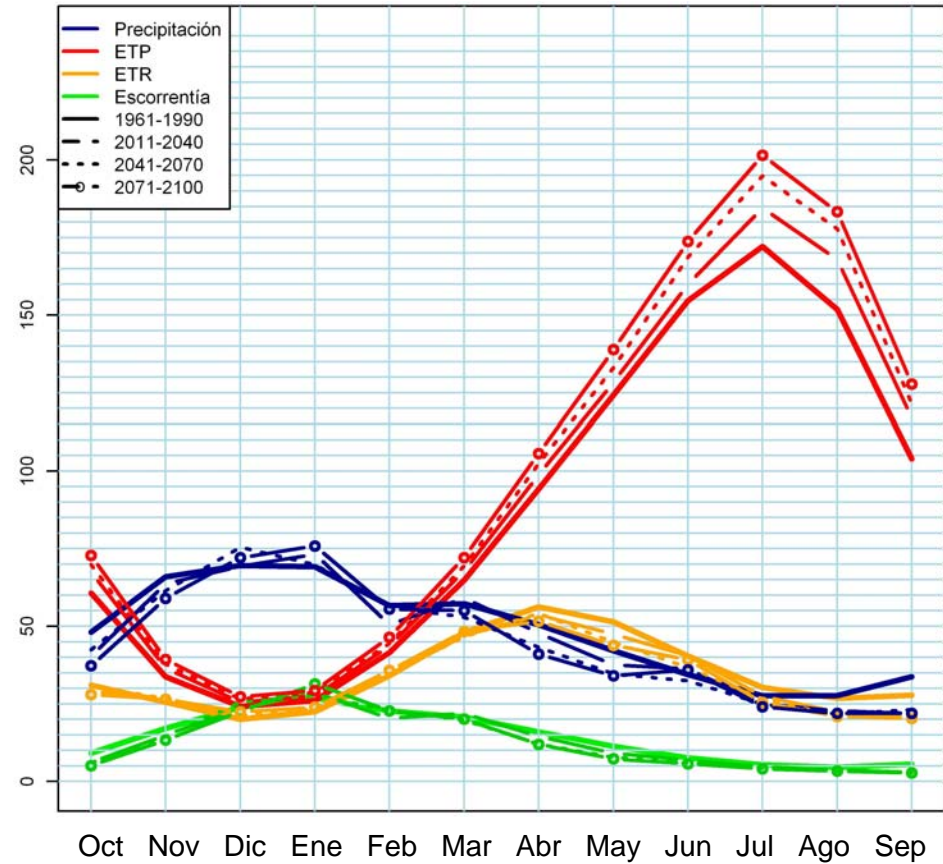
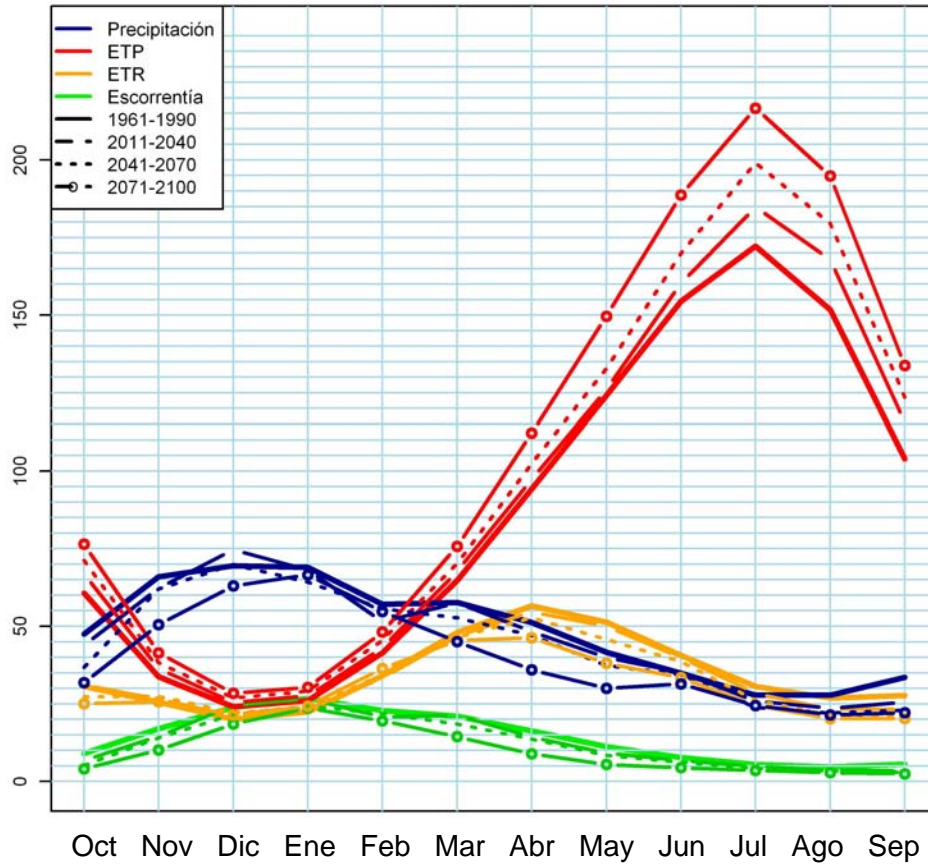
## EVOLUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN ANUAL





# PROMEDIOS MESAUALES DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS EN ESPAÑA

ESPAÑA. Medias mensuales de las proyecciones (mm/mes). A2 ESPAÑA. Medias mensuales de las proyecciones (mm/mes). B2



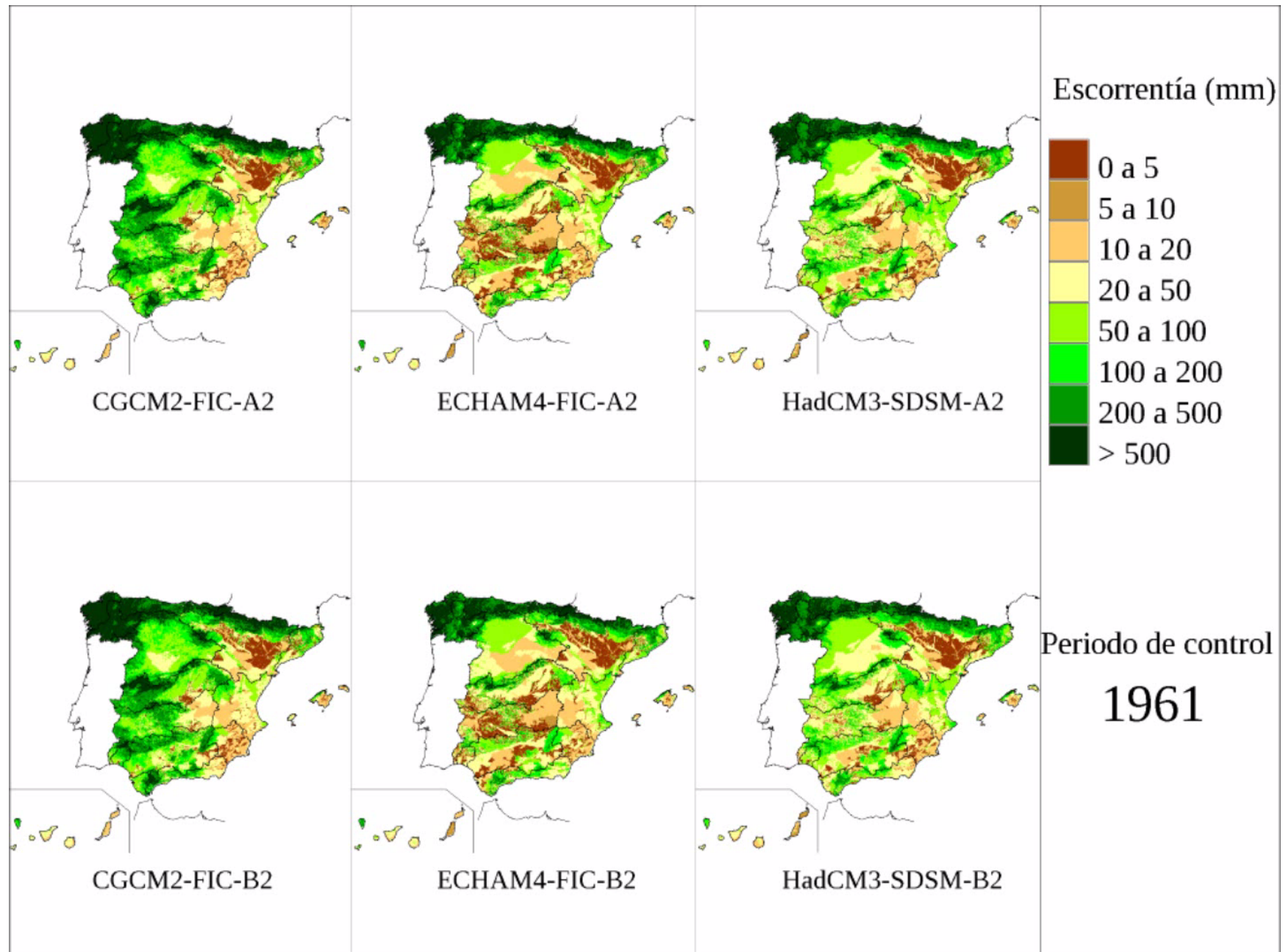


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS







GOBIERNO DE ESPAÑA

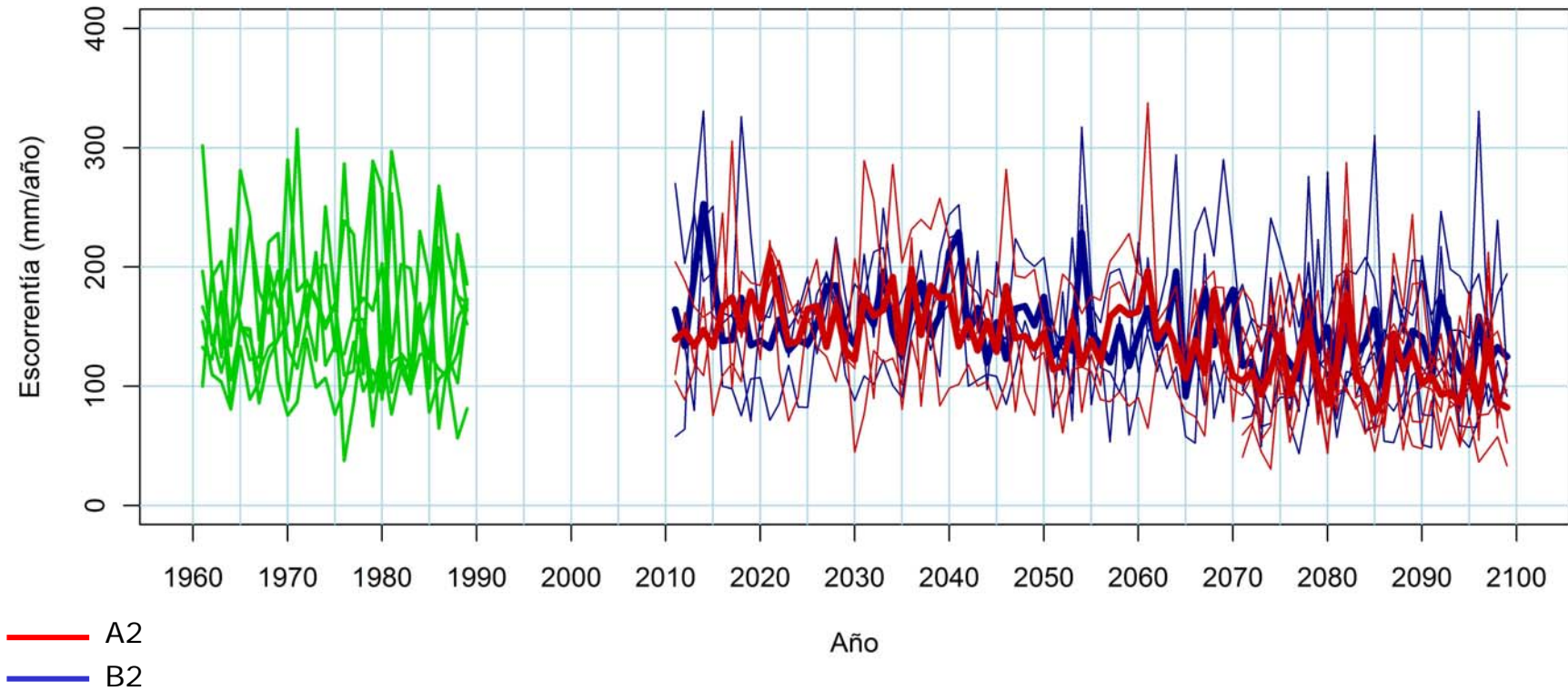
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# RESULTADOS

## EVOLUCIÓN DE LA ESCORRENTÍA ANUAL





GOBIERNO DE ESPAÑA

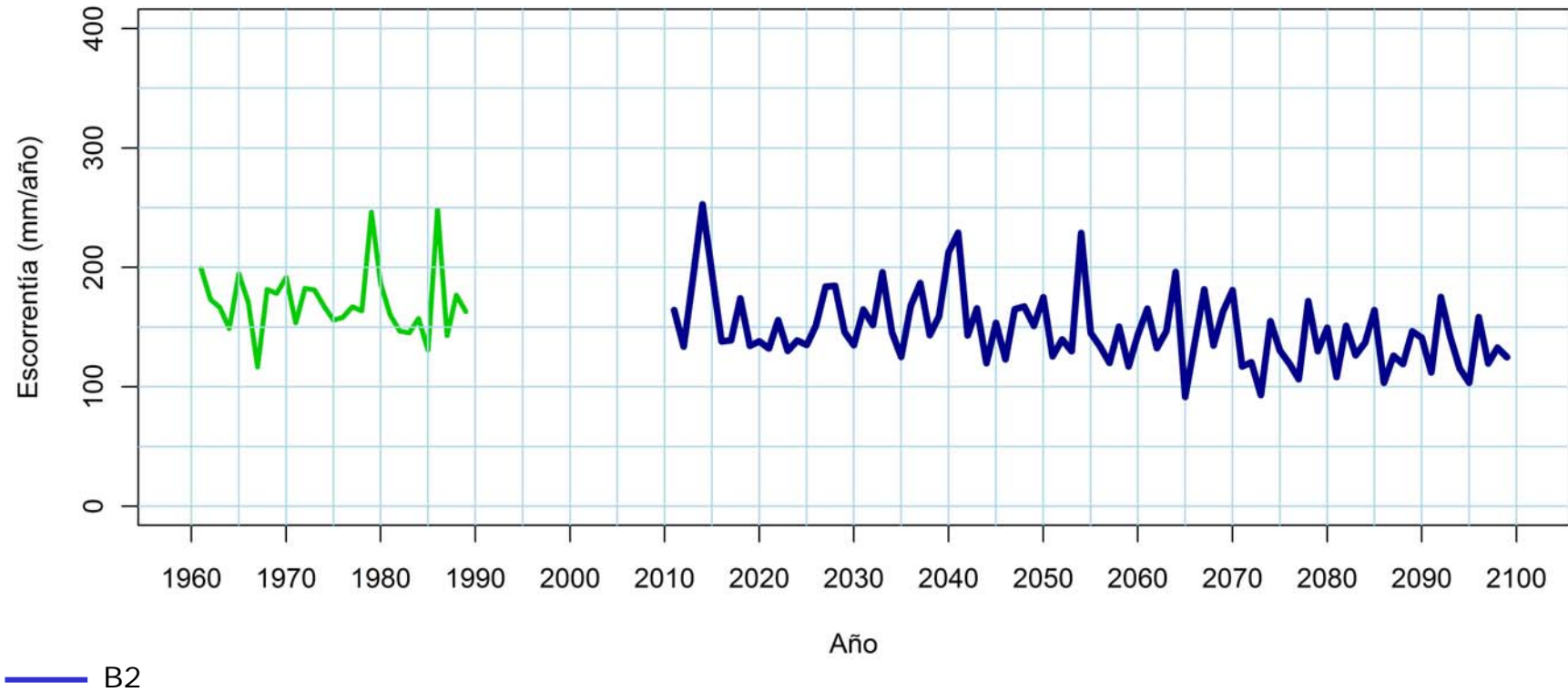
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# RESULTADOS

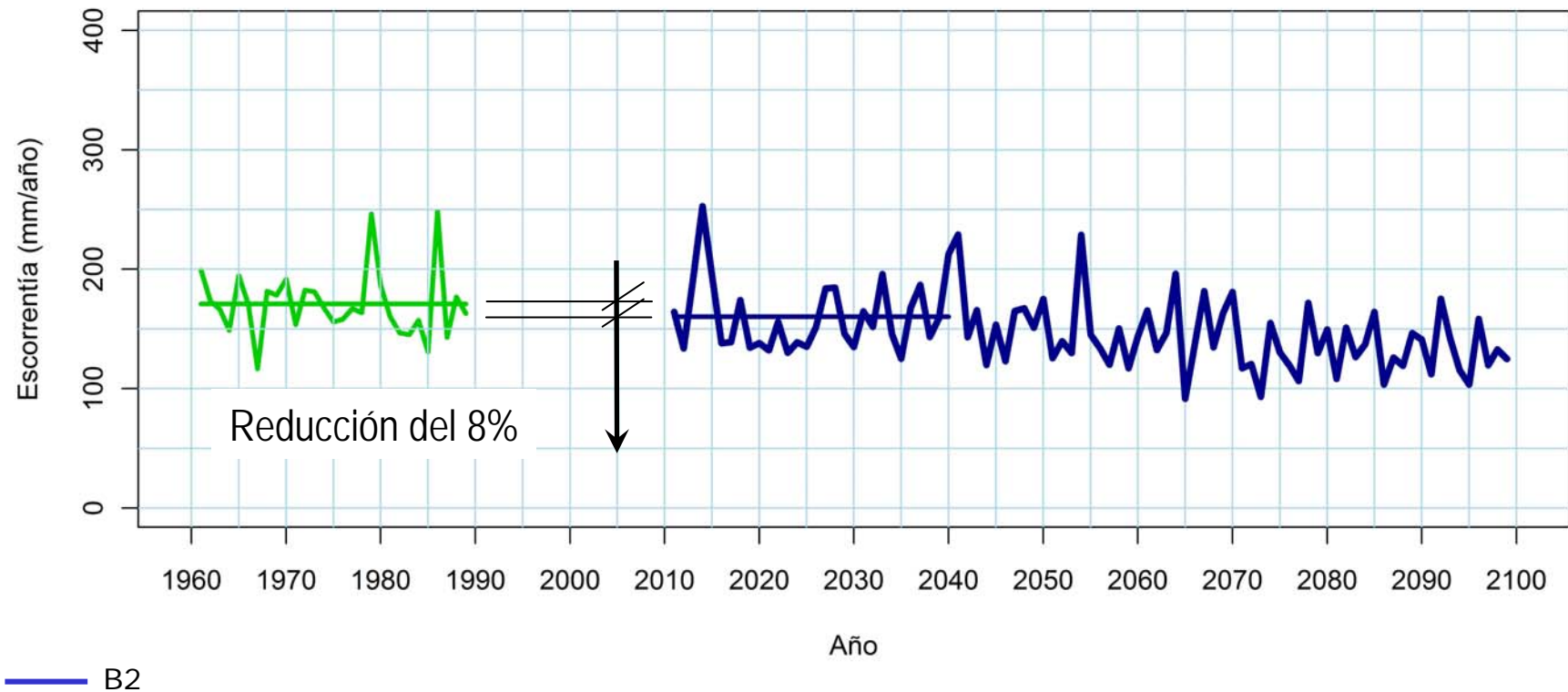
## EVOLUCIÓN DE LA ESCORRENTÍA ANUAL





# RESULTADOS

## EVOLUCIÓN DE LA ESCORRENTÍA ANUAL





GOBIERNO DE ESPAÑA

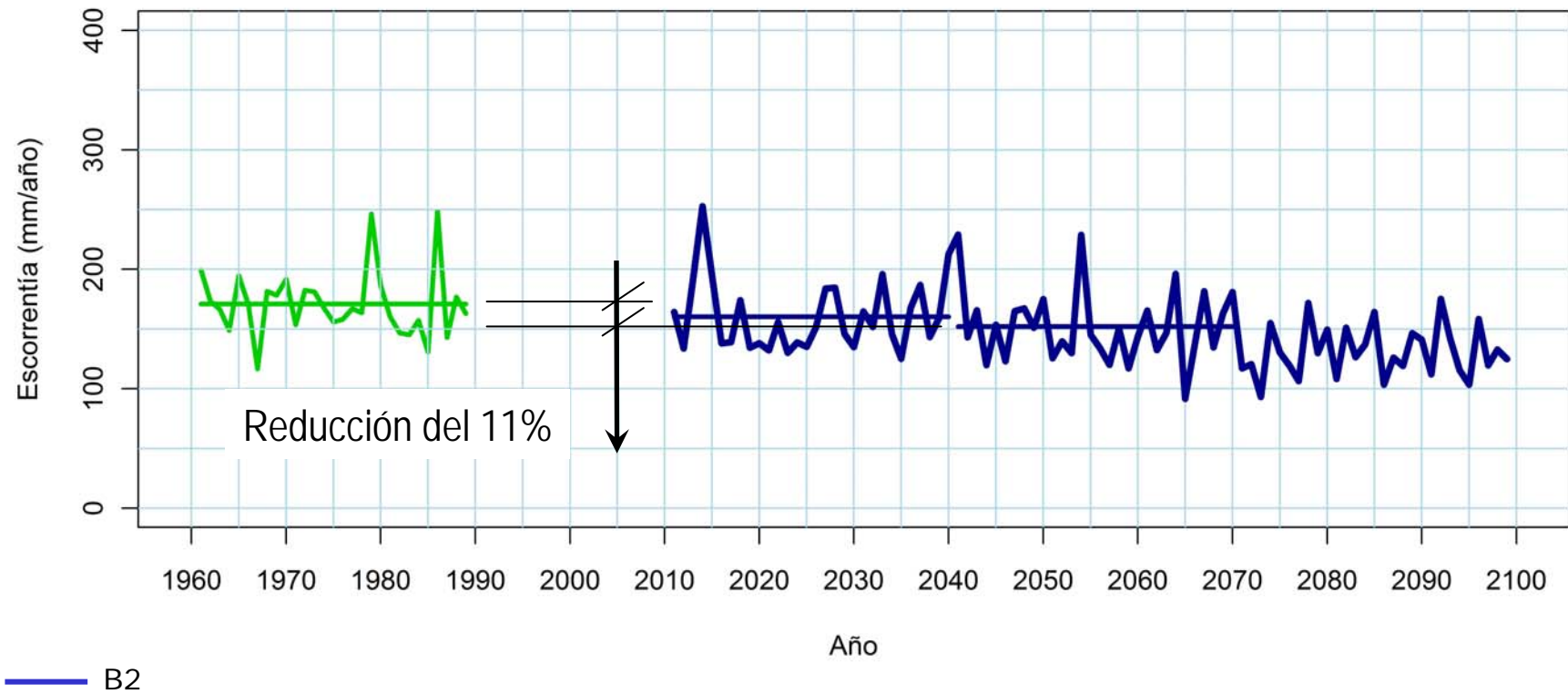
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX  
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# RESULTADOS

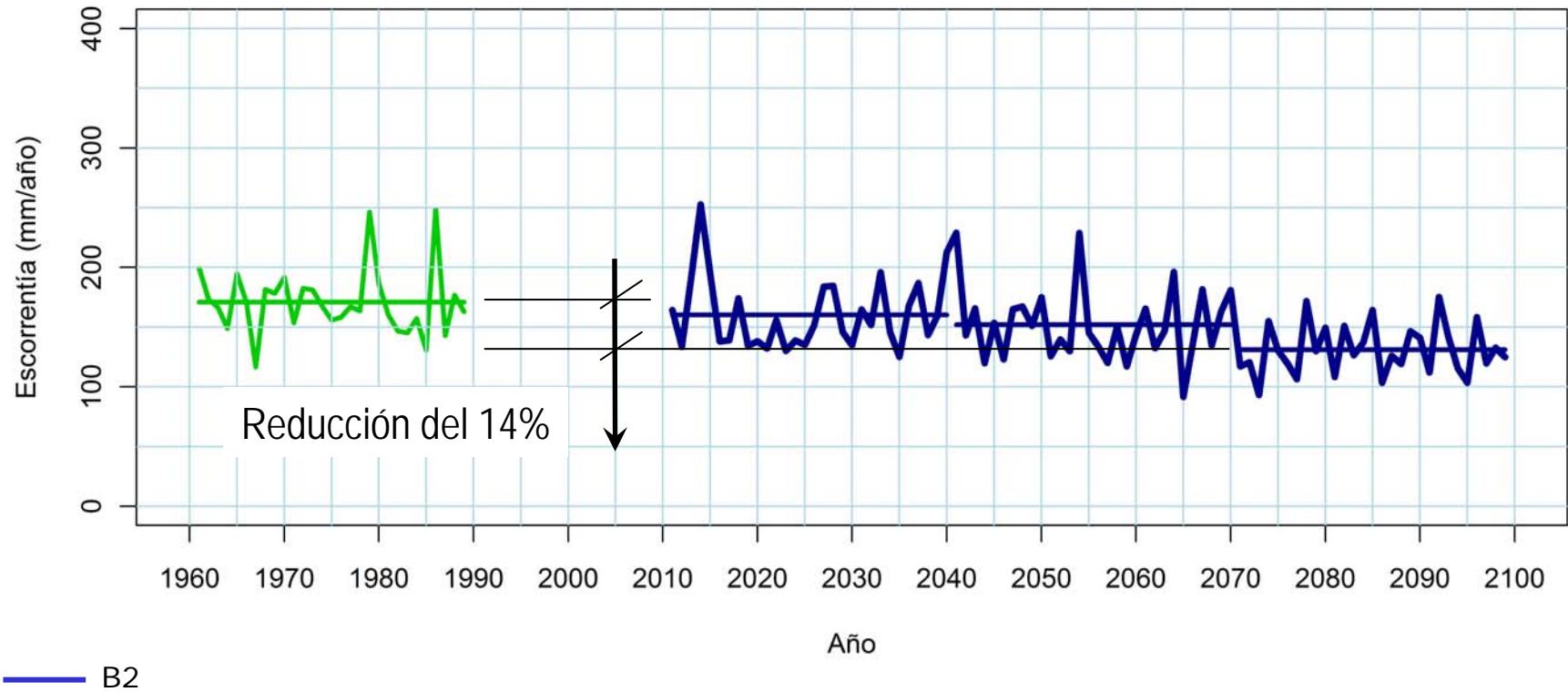
## EVOLUCIÓN DE LA ESCORRENTÍA ANUAL





# RESULTADOS

## EVOLUCIÓN DE LA ESCORRENTÍA ANUAL





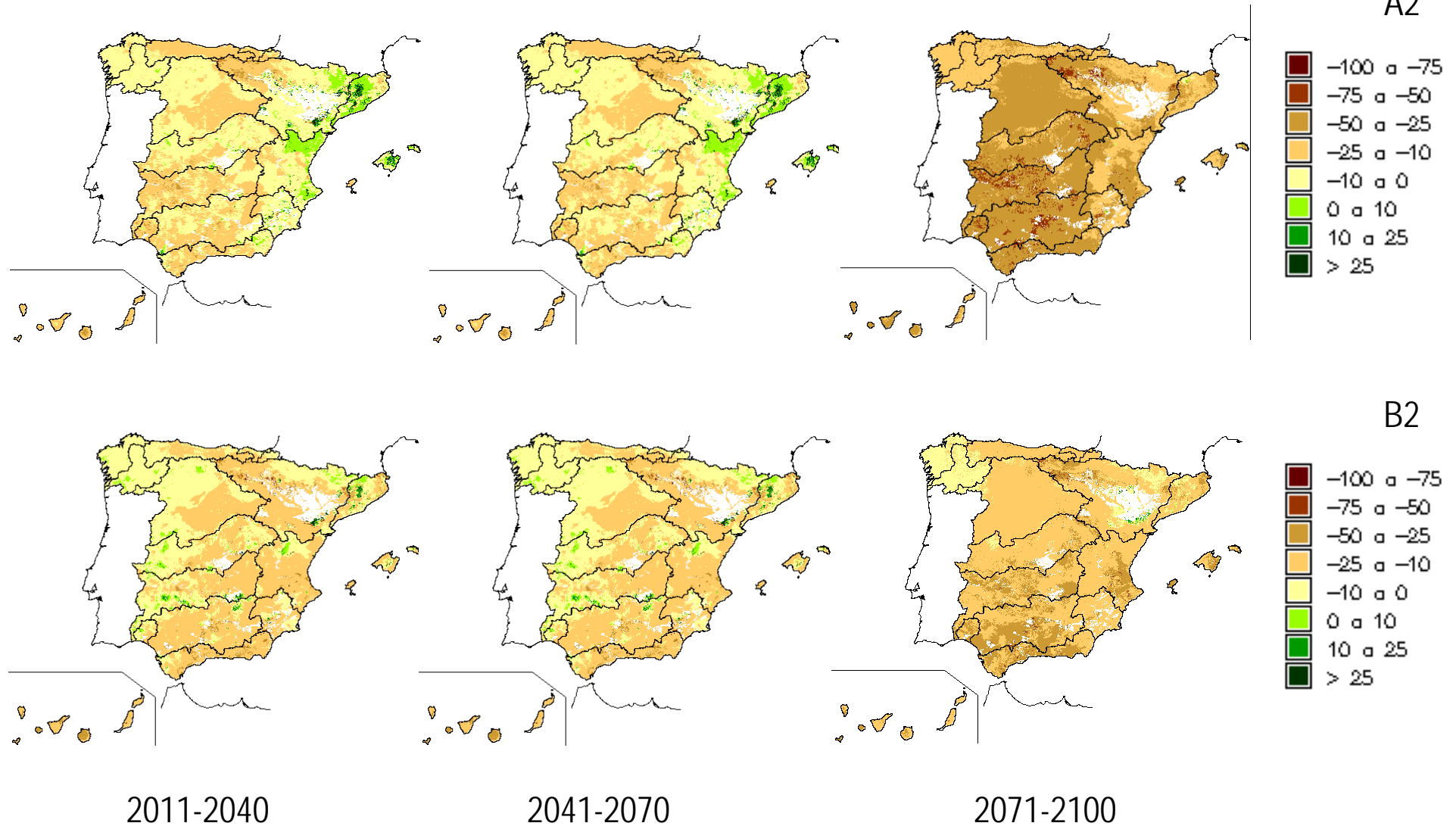
Gobierno de España

Ministerio de Fomento

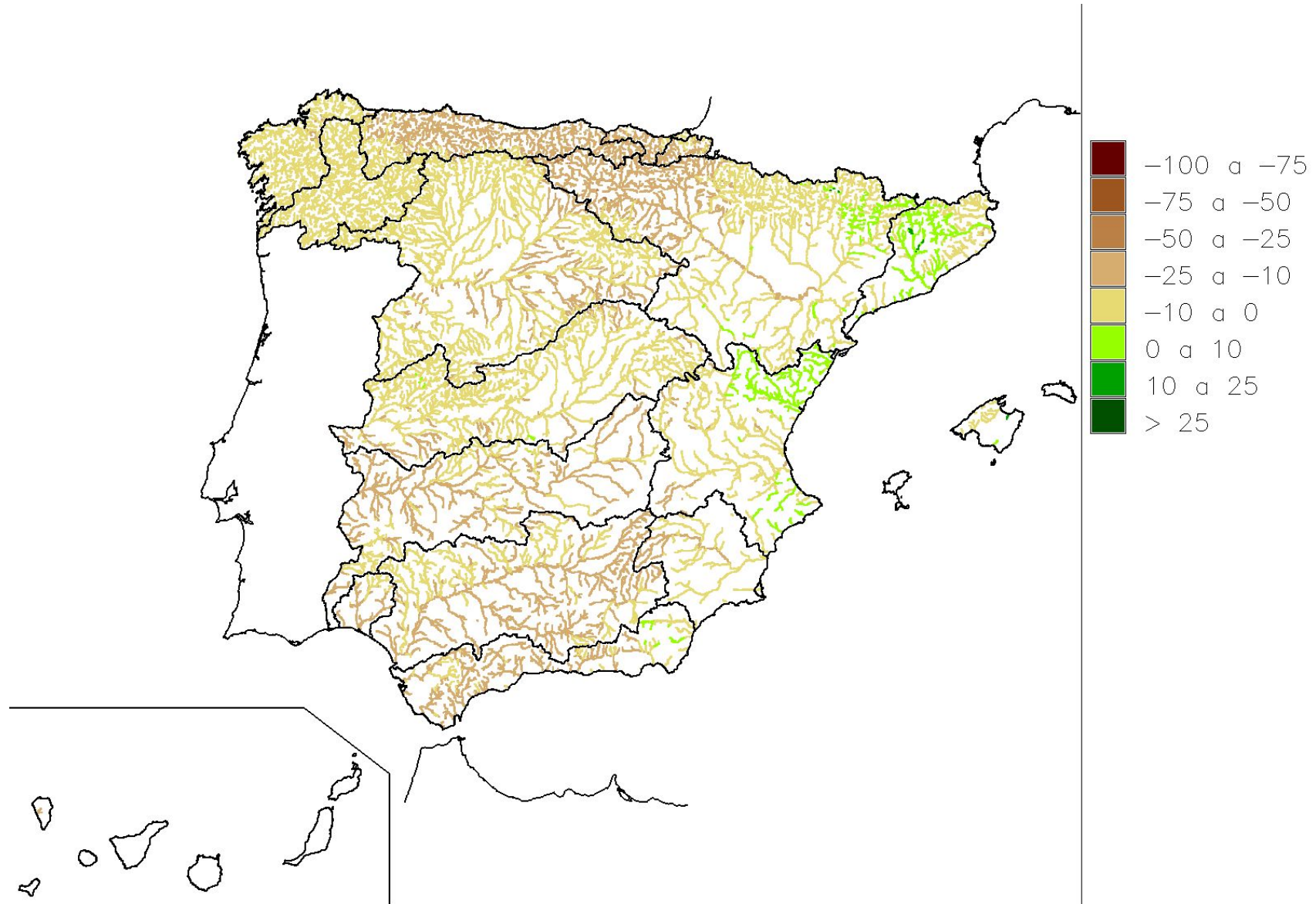
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

CEDEX  
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

# RESULTADOS PROMEDIO DE VARIACIONES DE ESCORRENTÍA



# RESULTADOS: VARIACIÓN DEL PROMEDIO DE APORTACIÓN (%) EN 2011-2040 RESPECTO AL PERIODO DE CONTROL



# VARIACIONES DE ESCORRENTÍA ESPAÑA Y DEMARCACIONES HIDROGRAFICAS

		A2						B2						
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	
España	2011-2040	-3	-22		-2			-8	-6	-18		1		-8
	2041-2070	-9	-34		-8			-16	-5	-21		-8		-11
	2071-2100	-24	-37	0	-34	-28	-40	-28	-7	-28	-8	-1	-18	-22
Cantábrico	2011-2040	-6	-20		-11			-13	-5	-15		-8		-10
	2041-2070	-4	-27		-17			-16	-6	-22		-19		-16
	2071-2100	-13	-40	-1	-38	-31	-44	-29	-1	-28	-12	-13	-20	-28
Galicia Costa	2011-2040	-1	-20		-1			-6	2	-13		-2		-3
	2041-2070	-4	-31		-4			-12	-5	-21		-1		-8
	2071-2100	-18	-36	11	-22	-16	-29	-19	-2	-23	4	6	-8	-9
Cuencas Internas del País Vasco	2011-2040	-6	-18		-11			-12	-5	-14		-10		-10
	2041-2070	-2	-24		-20			-16	-5	-21		-23		-16
	2071-2100	-9	-40	-8	-39	-41	-52	-30	2	-28	-20	-17	-31	-36
Miño-Sil	2011-2040	-1	-21		1			-6	0	-15		2		-3
	2041-2070	-6	-34		0			-12	-4	-22		1		-7
	2071-2100	-19	-38	11	-20	-17	-34	-21	-2	-25	3	11	-8	-15
Duero	2011-2040	-3	-25		1			-8	-7	-21		5		-7
	2041-2070	-13	-41		-1			-17	-7	-23		0		-9
	2071-2100	-31	-40	4	-33	-23	-47	-31	-10	-29	-2	8	-16	-24
Tajo	2011-2040	-3	-31		4			-8	-11	-28		11		-8
	2041-2070	-16	-48		-1			-19	-8	-23		1		-9
	2071-2100	-39	-41	-5	-38	-32	-40	-35	-16	-32	-10	7	-22	-17
Guadiana	2011-2040	-7	-40		2			-12	-16	-34		16		-9
	2041-2070	-23	-58		-11			-27	-9	-24		-4		-11
	2071-2100	-49	-48	-12	-48	-40	-25	-42	-24	-40	-15	4	-32	-16
Guadalquivir	2011-2040	-2	-36		0			-11	-21	-34		13		-13
	2041-2070	-18	-55		-16			-28	-2	-25		-12		-12
	2071-2100	-48	-49	-20	-45	-44	-29	-43	-23	-43	-24	0	-33	-28
Cuencas Internas de Andalucía	2011-2040	-1	-33		-1			-12	-16	-35		6		-16
	2041-2070	-15	-50		-24			-30	-2	-26		-17		-15
	2071-2100	-43	-44	-27	-50	-42	-25	-41	-23	-40	-25	-14	-29	-30
Segura	2011-2040	-1	-25		-1			-10	-22	-24		10		-13
	2041-2070	-10	-39		-11			-21	-2	-28		-11		-14
	2071-2100	-23	-39	-22	-35	-48	-21	-33	-14	-33	-22	-5	-23	-28
Júcar	2011-2040	1	-11		-4			-5	-21	-17		-1		-12
	2041-2070	-11	-28		-14			-18	-5	-20		-14		-13
	2071-2100	-21	-24	-18	-46	-45	-21	-32	-16	-27	-20	-18	-34	-14
Ebro	2011-2040	-2	-19		-7			-9	-7	-15		-5		-9
	2041-2070	-6	-26		-12			-14	-5	-19		-17		-13
	2071-2100	-17	-31	3	-40	-30	-46	-28	-4	-25	-9	-11	-17	-29
Cuencas Internas de Cataluña	2011-2040	6	-4		-3			0	-9	-5		-8		-7
	2041-2070	-2	-5		-6			-4	-2	-6		-19		-9
	2071-2100	-11	-3	-13	-34	-30	-29	-21	-13	-5	-18	-14	-20	-18
Islas Baleares	2011-2040	-5	-21		11			-4	-19	-31		0		-15
	2041-2070	-9	-39		1			-15	-8	-31		-18		-20
	2071-2100	-20	-44	-24	-42	-22	-21	-31	-25	-39	-32	-6	-25	-13
Islas Canarias	2011-2040	-7	-37		-4			-18	-15	-34		-24		-25
	2041-2070	-16	-41		-37			-32	-11	-36		-35		-28
	2071-2100	-31	-44	-30	-57			-41	-22	-37	-29	-47		-34

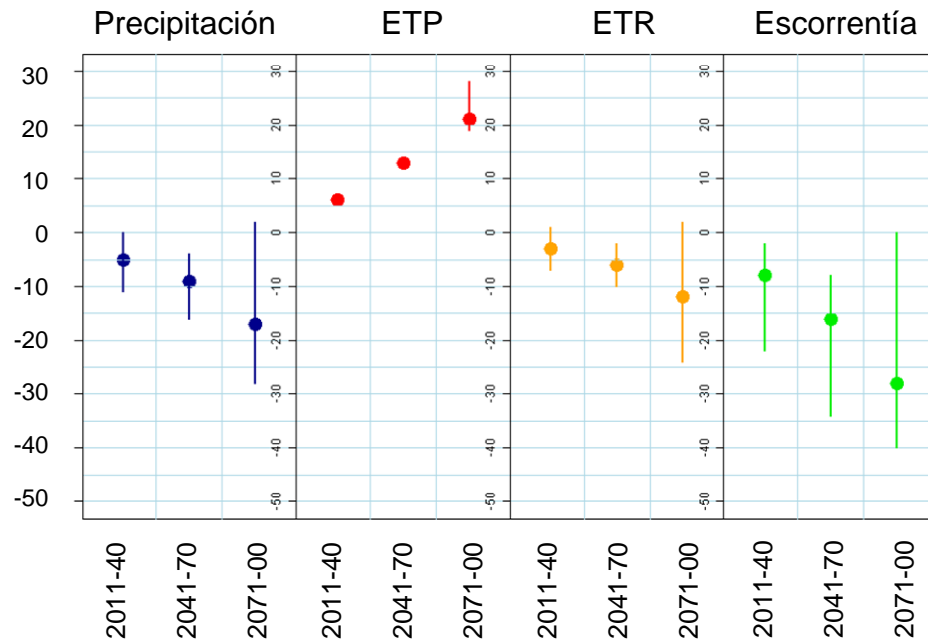
Δ (%)

	> 0%
	-20% a 0%
	< -20%



# RESUMEN DE LAS VARIACIONES ANUALES DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS EN ESPAÑA

ESPAÑA. Desviaciones anuales de las proyecciones (%). A2



ESPAÑA. Desviaciones anuales de las proyecciones (%). B2

