

CAPÍTULO

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Luis Garrote, Beatriz de Lama y Francisco Martín Carrasco

Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

En este capítulo se describen las perspectivas de evolución de los recursos hídricos en España según los últimos estudios realizados sobre cambio climático. Se analizan los resultados del proyecto PRUDENCE, que es un proyecto europeo reciente, dedicado a la elaboración de proyecciones regionalizadas de cambio climático en Europa para finales del siglo XXI, basadas en los escenarios de emisiones A2 y B2 del Informe Especial de Escenarios de Emisiones del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC).

Se ha procedido al análisis de datos de esorrentía media mensual resultantes del citado proyecto relativos a la España peninsular, comparándolos con los datos de aportaciones medias mensuales del estudio de recursos recogido en el Libro Blanco del Agua en España, con la doble finalidad de evaluar la capacidad de los modelos para reproducir la hidrología española y de analizar sus proyecciones sobre el impacto global del cambio climático en los recursos hídricos de España.

Los resultados obtenidos indican que, a pesar del alto grado de incertidumbre que tienen las proyecciones climáticas, la mayor parte de los modelos regionales de clima utilizados en el proyecto Prudence coinciden en señalar disminuciones muy significativas de las aportaciones en régimen natural, lo que tendrá indudables impactos sobre la futura gestión de nuestros recursos hídricos.

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

La opinión científica internacional alerta sobre la existencia de un cambio climático debido a las emisiones antropogénicas de los gases con efecto invernadero. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático viene analizándolo desde 1990 y ha publicado recientemente el Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007). Según dicho informe, los cambios en el clima alterarán las temperaturas y precipitaciones y, en consecuencia, se verán igualmente alterados los recursos hídricos de las regiones donde se localicen estas variaciones.

Los recursos hídricos españoles presentan una altísima irregularidad espacio-temporal en régimen natural, especialmente si se comparan con las medias europeas. Por este motivo, en España ha sido necesaria una acusada intervención humana en el ciclo hidrológico, habiendo modificado profundamente sus características naturales. En la actualidad el grado de utilización de los recursos es muy alto, habiendo sobrepasado el límite del índice de sostenibilidad (Martín-Carrasco y Garrote, 2007) en algunas regiones. Junto a ello, los usos del agua tienen una gran trascendencia socioeconómica, especialmente en las zonas donde los recursos son más escasos. Este panorama supone una alta vulnerabilidad frente a posibles cambios climáticos, ya que, si no se modifica la estructura actual de utilización del agua, el margen disponible para la actuación en algunas zonas es muy restringido.

La detección de los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico entraña una gran dificultad. A diferencia de lo que sucede con las temperaturas, cuyo seguimiento es relativamente sencillo, el seguimiento de los caudales circulantes en los ríos, es, comparativamente, mucho más difícil. El alto grado de intervención humana en el ciclo hidrológico y la acusada variabilidad hidrológica de los ríos españoles dificultan los intentos de detección de cambio climático, por lo que no existe unanimidad en cuanto a la representatividad de la evidencia señalada en la literatura. Sin embargo, resulta inmediato deducir que las tendencias observadas en variables relacionadas con los recursos hídricos, como precipitación o temperatura, tendrán un efecto que será detectable a largo plazo.

2. ESTUDIOS PREVIOS DE IMPACTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

Las primeras simulaciones de escenarios de cambio climático utilizaron modelos globales de clima, que son modelos atmosféricos de circulación general acoplados océano-atmósfera. Sus resultados eran poco útiles en términos de caracterización de sus incertidumbres y en términos de detalle regional. En el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2001) se advertía que los escenarios de cambio climático de los modelos globales no deben aplicarse directamente para estudios

de impacto a escala regional a causa de su baja resolución espacial. Por este motivo resultaba importante realizar estudios específicos que concretaran los impactos en el sector de recursos hídricos en España (MMA, 2005).

El primer estudio fue el realizado por Ayala-Carcedo et al. (1996), que aplicaron un modelo conceptual de simulación del ciclo hidrológico a escala anual desagregado a nivel de grandes cuencas hidrográficas. Se utilizó el escenario propuesto por el Instituto Nacional de Meteorología en 1995 para el horizonte 2060, que se basó en los resultados del modelo Hadley Center (HadCM2) de 1990. Según este escenario, en el horizonte 2060 la temperatura media anual en España subiría 2,5°C y la precipitación descendería un 8%. A partir de estos datos se estimó una reducción global de los recursos del 20%, con un reparto irregular con descenso más acusado en la mitad Sur, llegando a un máximo del 34% de descenso en la cuenca del Guadalquivir.

Con ocasión de la publicación del Libro Blanco del Agua (MMA, 2000), el Ministerio de Medio Ambiente realizó una evaluación a escala nacional de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Se aplicó un modelo distribuido en cuadrícula de 1 km² basado en una ley (Budyko) que relaciona a escala anual la aportación con la precipitación y la evapotranspiración potencial deducida de la temperatura. Se analizaron tres escenarios deducidos del Programa Nacional sobre el Clima para el horizonte 2030. El escenario moderado suponía un aumento de temperatura de 1°C, sin cambios en la precipitación; el escenario acusado contemplaba el mismo aumento de temperatura, pero con una reducción de precipitación del 5%; y el escenario extremo un aumento de 4°C y un descenso de la precipitación de un 15%. Según los resultados obtenidos, la reducción media de aportaciones en el escenario moderado es del 5% y en el escenario acusado del 14%. En el escenario extremo se obtuvieron reducciones mucho mayores, que podrían llegar hasta el 50%.

El siguiente paso desde el punto de vista metodológico fue el empleo de modelos desagregados a escala mensual, para estudiar escenarios sintéticos, como los presentados anteriormente, o escenarios generados por modelos de clima global. Por ejemplo, Fernández Carrasco (2002) realizó distintas simulaciones empleando tanto la ley anual de Budyko como el modelo hidrológico a escala mensual SIMPA (Ruiz García, 1999) a partir de escenarios generados por los modelos climáticos HadCM2 (global) y PROMES (regional), encontrando diferencias sustanciales en los resultados entre los cálculos realizados con las leyes anuales y los cálculos desagregados mensualmente. La acusada variabilidad estacional del régimen hidrológico de nuestros ríos explica estas diferencias, ya que un pequeño incremento de la precipitación en invierno puede compensar sobradamente fuertes aumentos de temperatura o disminuciones de la precipitación en verano, puesto que la aportación de estiaje es, en la mayoría de los casos, despreciable frente a la de la época de aguas altas.

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

En otras ocasiones se han realizado análisis similares, como los presentados por el CEDEX en el estudio realizado para el Ministerio de Medio Ambiente sobre el impacto potencial del cambio climático sobre los recursos hídricos y las demandas de riego, o los presentados en la documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional (MMA, 2002) para los distintos sistemas analizados.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS

Desde el punto de vista metodológico, en la actualidad se utilizan modelos regionales anidados en modelos globales de clima. De este modo se puede conseguir una mejor resolución espacial para concretar las proyecciones regionales y se puede analizar un mayor número de variables climatológicas. En esta línea se encuentra el proyecto PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects), que se toma como base para los análisis presentados en este capítulo (Prudence, 2007).

Prudence es un proyecto de investigación a escala europea, entre cuyos objetivos están la elaboración de proyecciones regionalizadas de cambio climático europeas para 2071-2100 y la valoración de la incertidumbre asociada a las mismas. Este proyecto ha creado una base de datos que incorpora los resultados de la regionalización obtenida con diez modelos regionales de clima anidados en un único modelo global (HadAM3) y los resultados de otros dos modelos regionales guiados con salidas de diferentes modelos globales (ECHAM4/OPYC, ECHAM5, ARPEGE/OPA). Entre los datos que pueden ser consultados de esta base (disponible en Internet en la dirección: <<http://prudence.dmi.dk/>>) se encuentran los valores de escorrentía diaria, mensual y estacional, correspondientes a los periodos 1961-1990 y 2071-2100, este último enmarcado en los escenarios de emisiones A2 y B2 del Informe Especial de Escenarios de Emisiones del IPCC. Las simulaciones de Prudence han constituido la base de las proyecciones climáticas para Europa que aparecen recogidas en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2007).

Dado el extraordinario potencial de la base de datos de Prudence, y con miras a la evaluación del impacto del cambio climático en los sistemas de recursos hídricos en España, se considera oportuno analizar los datos de escorrentía media mensual que este proyecto facilita relativos a la Península Ibérica.

Los objetivos que se persiguen en este análisis son: (1) determinar la bondad de los escenarios de control resultantes de Prudence, en la medida en la que son capaces de reproducir el comportamiento hidrológico de la Península Ibérica para ese mismo periodo y (2) explorar la evolución de los recursos hidráulicos en la Península Ibérica a finales del siglo XXI para los escenarios de emisiones A2 y B2,

a través de las salidas de los diferentes modelos regionales empleados en Prudence.

El ámbito geográfico del trabajo es la España peninsular. Se ha trabajado fundamentalmente con los valores de escorrentía media en todo el territorio analizado. Esta escala de análisis se estima apropiada, teniendo en cuenta las características de los modelos regionales de clima empleados en el proyecto Prudence. La periodicidad elegida para los datos es la mensual, dado que en los estudios de recursos orientados a la planificación hidrológica, ésta es la cadencia temporal requerida para advertir las oscilaciones que puede presentar el recurso a lo largo año.

4. PROYECCIONES CLIMÁTICAS DEL PROYECTO PRUDENCE

4.1. Descripción de los modelos utilizados

Los datos analizados proceden del proyecto europeo Prudence, financiado por la Unión Europea mediante el contrato EVK2-CT2001-00132. Su base de datos, entre otras informaciones, incluye series temporales escorrentías medias mensuales para dos ventanas temporales, la de clima actual o control (1961-1990) y la de clima futuro o escenario (2071-2100). El primer periodo considera la evolución observada del contenido global de CO₂ y de aerosoles sulfato, y el segundo las evoluciones correspondientes a los escenarios de emisiones antropogénicas A2 y B2.

Del proyecto Prudence se han elegido para este estudio los datos procedentes de modelos regionales de clima anidados en un mismo modelo global (HadAM3). A partir de las series temporales de escorrentías medias mensuales, en mm, resultantes de estos experimentos numéricos, se han construido las series correspondientes a la Península Ibérica extrayendo los datos de las rejillas que barren esta área geográfica y agregándolos para cada intervalo de tiempo. En la Tabla 1 aparece la denominación de cada una de las series empleadas procedentes de Prudence, que hace referencia al acrónimo del experimento del que procede y al acrónimo del Instituto u Organismo que ha desarrollado el modelo regional utilizado en el experimento.

4.2. Resultados de las simulaciones del proyecto Prudence para el escenario de control

En una primera fase se analizan los resultados obtenidos mediante los modelos del proyecto Prudence en el escenario de control, que corresponde a la situación actual en el periodo de referencia (1961-1990). Como información de contraste para valorar la calidad de las simulaciones se han adoptado las series de aportaciones mensuales que se recopilaban con ocasión de la redacción del Libro

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Blanco del Agua en España (MMA, 2000). La figura 1 presenta la comparación entre los valores de escorrentía media anual obtenidos en el Libro Blanco del Agua y los simulados mediante varios de los modelos regionales empleados en el proyecto Prudence. En ella puede apreciarse que los modelos capturan a muy grandes rasgos el patrón de distribución territorial de la generación de escorrentía en la península ibérica, aunque las discrepancias con relación a los valores reales y entre los propios modelos son importantes.

Tabla 1. Denominaciones de las series temporales analizadas procedentes de PRUDENCE

Centro*	Modelo	Exp. de control	Serie	Esce-nario.	Serie	Esce-nario	Serie
UCM	PROMES	Control	UCM.Control	A2	UCM.A2	B2	UCM.B2
MPI	REMO	3003	MPI.3003	3006	MPI.3006	-	-
ICTP	RegCM	ref	ICTP.ref	A2	ICTP.A2	B2	ICTP.B2
KNMI	RACMO	HC1	KNMI.HC1	HA2	KNMI.HA2	-	-
SMHI	RCAO	HCCTL	SMHI.HCCTL	HCA2	SMHI.HCA2	HCB2	SMHI.HCB2
GKSS	CLM	CTL	GKSS.CTL	SA2	GKSS.SA2	-	-
ETH	CHRM	HC.CTL	ETH.HCCTL	HC.SA2	ETH.HCSA2	-	-
DMI	HIRHAM	HC1	DMI.HC1	HS1	DMI.HS1	-	-
		HC2	DMI.HC2	HS2	DMI.HS2	-	-
		HC3	DMI.HC3	HS3	DMI.HS3	-	-
-	-		MC		MA2		MB2

* UCM: Universidad Complutense de Madrid; MPI: Instituto Max Planck; ICTP: Centro Internacional de Física Teórica; KNMI: El Real Instituto Meteorológico de Holanda; SMHI: Instituto Meteorológico e Hidrológico de Suecia; GKSS: Instituto de Investigaciones Costeras; ETH: Escuela Superior Politécnica de Zurich; DMI: Instituto Meteorológico de Dinamarca

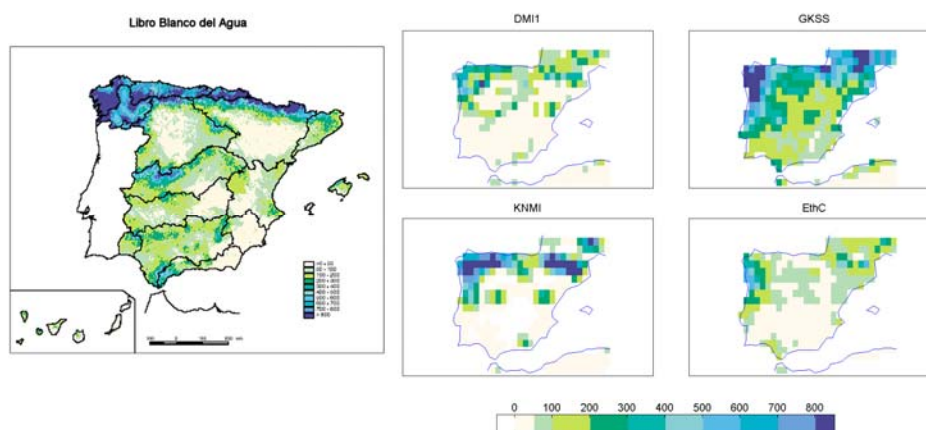


Figura 1. Comparación de la distribución espacial de la generación de escorrentía (mm/año) entre los valores reales, tomados del Libro Blanco del Agua, y los simulados por varios modelos del proyecto Prudence en el escenario de control (1960-1990).

Un análisis más detallado se presenta en la Tabla 2, que incluye los estadísticos básicos de las series de escorrentías medias mensuales simuladas mediante los modelos regionales del proyecto Prudence para el periodo de control (1961-1990), comparadas con la serie de referencia, obtenida para la elaboración del Libro Blanco del Agua e identificada con el acrónimo LBAE.

Tabla 2. Estadísticos básicos de las series de escorrentías medias mensuales correspondientes al periodo de control (1961 – 1990)

Serie	Media mm/mes	Variación % LBAE	Desv. típ. % media	Mínimo mm/mes	Máximo mm/mes
LBAE	17	-	91	11	603
UCM.Control	19	10	100	0	616
MPI.3003	11	-37	86	9	542
ICTP.ref	13	-24	87	0	549
KNMI.HC1	16	-7	60	12	339
SMI.HCCTL	17	-1	102	0	506
GKSS.CTL	22	28	100	13	1167
ETH.HCCTL	7	-62	117	0	773
DMI.HC1	8	-55	104	13	738
DMI.HC2	8	-54	102	12	696
DMI.HC3	9	-50	98	12	649
MC	13	-25	79	8	484

Los resultados obtenidos difieren notablemente de unos modelos a otros. Pueden distinguirse tres grupos. Uno de los grupos sólo incluye el modelo GKSS, que proporciona una escorrentía media muy superior a la real. Un segundo grupo está compuesto por los modelos cuyos resultados se aproximan más a los de la serie LBAE, que son UCM, KNMI y SMI. El último grupo reúne al resto de las series, MPI, ICTP, ETH, las tres versiones del DMI y MC, cuyos valores de escorrentía son significativamente menores que los de la serie LBAE.

Al comparar los estadísticos básicos de las series de control procedentes de Prudence con la serie LBAE se pueden destacar los siguientes aspectos:

- La escorrentía media presenta una gran variabilidad entre las distintas simulaciones. Sólo tres series, UCM.Control, KNMI.HC1 y SMI.HCCTL, presentan una escorrentía similar a la serie LBAE (diferencia inferior al 10% de la media). Las demás aportan valores muy inferiores (con diferencias superiores al 50% de la media en varios casos), salvo GKSS.CTL que sobrepasa con creces este valor de referencia.
- La desviación típica presenta valores similares al de referencia, con coeficientes de variación en torno a la unidad, a excepción del modelo KNMI.HC1.

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

- Los rangos de valores extremos obtenidos son también concordantes, con la excepción de los modelos GKSS.CTL y KNMI.HC1.

En conjunto, se puede concluir que la capacidad de la mayor parte de los modelos regionales empleados en el proyecto Prudence para reproducir el valor medio de la escorrentía en España es bastante pobre, lo que indica que los resultados en cuanto a proyecciones climáticas deben interpretarse con prudencia y sugiere la conveniencia de realizar estudios específicos mediante herramientas de simulación que permitan capturar la complejidad del comportamiento hidrológico de las cuencas españolas.

4.2. Resultados de las proyecciones del proyecto Prudence

El segundo objetivo del estudio es el análisis de las proyecciones climáticas del proyecto Prudence en el sector de recursos hídricos. Para ello se ha procedido a estudiar la serie de escorrentía total obtenida en la España peninsular en las distintas pasadas de los modelos en el escenario de control y en los escenarios de emisiones A2 y B2. Los resultados se presentan en la Tabla 3, que incluye el valor medio y la desviación típica de las series mensuales de escorrentía obtenidas por los modelos del proyecto Prudence para el horizonte futuro (2071-2100) en los escenarios A2 y B2, los valores máximo y mínimo de las series y las variaciones porcentuales del valor medio y la desviación típica con relación al escenario de control.

Al comparar los resultados de las series de control con las series de clima futuro se puede advertir que:

- Todos los resultados proyectan una reducción de las escorrentías para el escenario A2, salvo los resultados del experimento realizado por el ICTP, que proyectan un aumento de la escorrentía. En el escenario B2 los resultados son dispares, habiendo obtenido un aumento de escorrentía en dos modelos y disminución en otros dos. La consideración conjunta de todos los resultados proyectan una reducción de la escorrentía del 35% para el escenario A2 y un aumento del 15% para el escenario B2.
- En todos los casos se produce un incremento del coeficiente de variación, lo que indica un aumento importante de la variabilidad de las series.

El cambio climático en España y sus consecuencias en el sector del agua

Tabla 3. Estadísticos básicos de las series de escorrentías medias mensuales correspondientes al periodo de clima futuro (2071–2100) y su comparación con las series de control del mismo experimento

Escenario A2						
Serie	Media mm/mes	Desv. típ. % Media	Mínimo mm/mes	Máximo mm/mes	Δ Media % Control	Δ Desv. típ. % Control
UCM.A2	12	137	0	136	-38	37
MPL.3006	7	107	0	48	-38	25
ICTP.A2	18	108	0	129	32	24
KNMI.A2	9	90	1	47	-46	49
SMI.HCA2	12	136	0	127	-31	34
GKSS.SA2	16	139	0	307	-29	39
ETH.HCA2	4	177	0	70	-40	51
DMI.HS1	5	126	0	59	-39	22
DMI.HS2	4	107	0	35	-44	4
DMI.HS3	5	128	0	48	-46	30
MA2	9	106	0	71	-30	34
Escenario B2						
Serie	Media mm/mes	Desv. típ. % Media	Mínimo mm/mes	Máximo mm/mes	Δ Media % Control	Δ Desv. típ. % Control
UCM.B2	14	122	0	107	-28	22
ICTP.B2	17	102	0	113	27	17
SMI.HCB2	14	124	0	110	-18	22
MB2	15	111	0	110	15	41

En la Figura 2 se presenta la distribución espacial de los resultados para el escenario de emisiones A2. En la parte superior se presentan los valores medios de escorrentía (mm/mes) en el escenario de control (1960-1990) y en el horizonte 2070-2100 para el escenario de emisiones A2, calculados como promedio de los resultados obtenidos con varios modelos. En la parte inferior de la figura se ha incluido la diferencia en los valores medios de generación de escorrentía en términos relativos, expresados en porcentaje sobre los valores del escenario de control. Como puede apreciarse, el impacto es más acusado en la mitad sur peninsular, con porcentajes de reducción que superan el 50% en algunas zonas.

A pesar de la disparidad con la que los modelos representan la situación actual, la mayoría de ellos coinciden en pronosticar una reducción de aportaciones muy acusada en el escenario futuro, como puede apreciarse gráficamente en la Figura 3, donde se comparan los valores de escorrentía media mensual obtenidos en el escenario de control y en el escenario A2 por los distintos modelos del proyecto Prudence. Dejando aparte el modelo ICTP, en el que se obtiene un incremento de escorrentía, todos los demás modelos coinciden en una reducción próxima al 35%. Esta circunstancia resulta llamativa, ya que la no linealidad de la relación entre precipitación y escorrentía induce a esperar un mayor impacto en los modelos en los que la escorrentía es menor en el escenario de control.

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

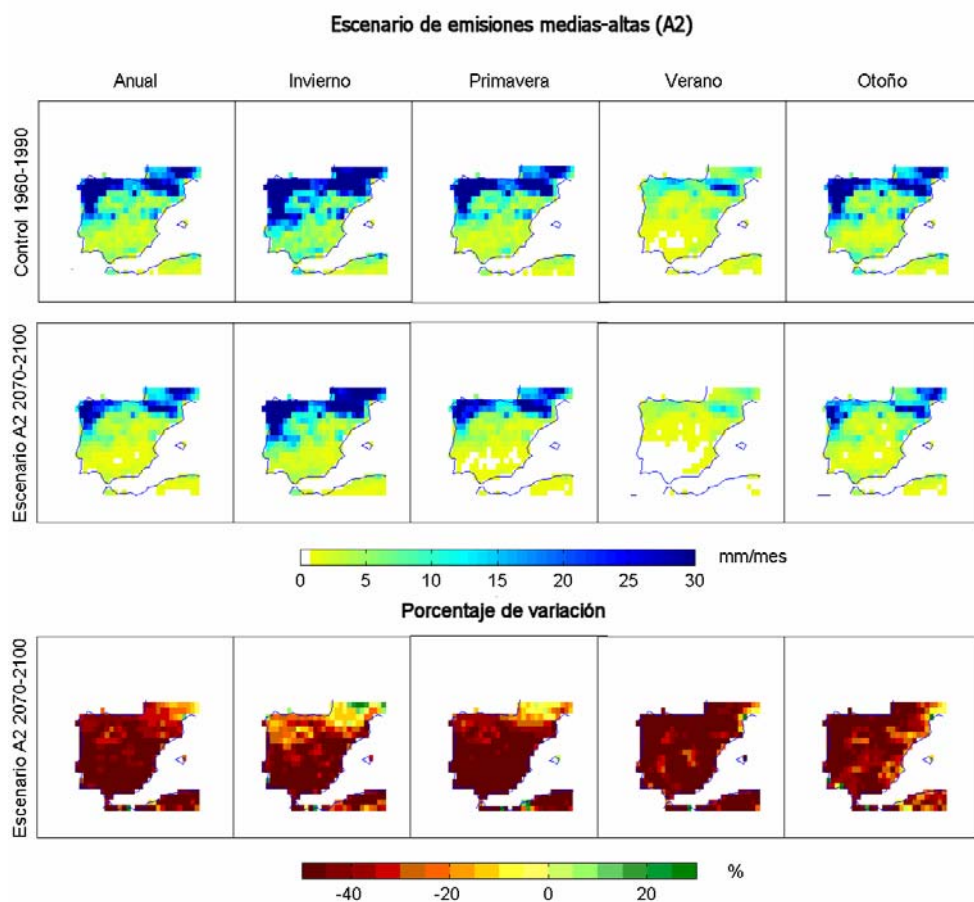


Figura 2. Resultado de las simulaciones de escorrentía en el proyecto PRUDENCE para el escenario de emisiones A2 (media de varios modelos)

En cualquier caso, resulta muy significativo que estas predicciones modifican al alza los estudios de impacto realizados a escala nacional con anterioridad. A la vista de estos resultados, el análisis en detalle de los escenarios climáticos regionales con ayuda de modelos hidrológicos adecuados debe constituirse en una prioridad.

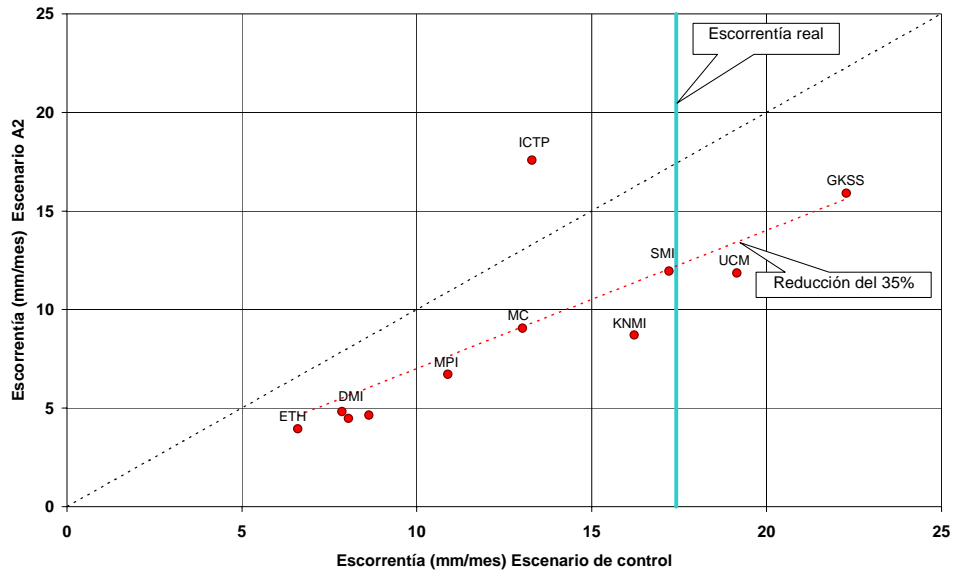


Figura 3: Comparación de la escorrentía media mensual obtenida en el escenario de control y en el escenario A2 en los modelos del proyecto Prudence.

5. CONCLUSIÓN

En general, y a pesar de las grandes diferencias en cuanto a los escenarios analizados, las escalas de análisis y las metodologías empleadas, los resultados obtenidos en todos los estudios son cualitativamente coincidentes. Se esperan reducciones de las aportaciones en régimen natural en la totalidad de las cuencas españolas. La cuantía de la disminución es función de la variación supuesta de temperaturas y precipitaciones, pero resulta en todos los casos más acusada en la mitad sur peninsular. En varias de estas cuencas las cifras obtenidas en los cálculos son ciertamente preocupantes, especialmente si se tiene en cuenta la situación de escasez en la que se encuentran ya en la actualidad.

Como conclusión, el estado del arte actual supone un alto grado de incertidumbre sobre las proyecciones, pero la mayor parte de los modelos globales y regionales de clima coinciden en señalar un muy probable descenso de precipitaciones y aumento de temperaturas en la mayor parte de las cuencas españolas, que se traducirá en disminuciones muy significativas de las aportaciones en régimen natural.

PREVISIONES PARA ESPAÑA SEGÚN LOS ÚLTIMOS ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

6. REFERENCIAS

1. Ayala-Carcedo F.J. e Iglesias López A. (1996): Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica en la España peninsular. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Tecnoambiente, N°64: 43-48.
2. Fernández Carrasco, P. (2002): Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Aplicación en diecinueve cuencas en España. Tesis Doctoral. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.
3. IPCC (2001): Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II, y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
4. IPCC (2007): Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press
5. Martín-Carrasco, F. y Garrote, L.: Drought-induced water scarcity in water resources systems, en Extreme hydrological events: new concepts for security, Vasiliev, van Gelder, Platte y Bolgov, eds. pp 301-312. Springer.
6. MMA (2000). Libro Blanco del Agua en España. Centro de Publicaciones, Secretaría general Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. 2000.
7. MMA (2002): Plan Hidrológico Nacional. Análisis de los sistemas hidráulicos. Ministerio de Medio Ambiente
8. MMA (2005). Evaluación Preliminar de los Impactos del Cambio Climático en España. Centro de Publicaciones, Secretaría general Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. 2005.
9. Prudence (2007): Base de datos del Proyecto PRUDENCE, financiada por la UE a través del contrato EVK2-CT2001-00132. Disponible en World Wide Web: <http://prudence.dmi.dk/>
10. Ruiz García, J.M. (1999): Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos. CEDEX.