



Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid

Tesis doctoral

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE
POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Beatriz de Lama Pedrosa

Ingeniera Industrial

Directores

Dr. Luis Garrote de Marcos. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Dr. Francisco Martín Carrasco. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Madrid, 2011

*A mi esposo, Clemente
y a mis hijas Elena y Marta*

Esta tesis es fruto de la reflexión y del estudio que la autora ha realizado sobre el tema, pero hubiera sido imposible sin las inapreciables aportaciones de los directores de la misma, el Dr. Luis Garrote de Marcos y el Dr. Francisco Martín Carrasco, que con su experiencia, análisis y comentarios han hecho posible la realización de esta obra.

Resaltar el apoyo económico prestado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España a través del proyecto 200800050084350 Vulnerabilidad, impactos y adaptación al cambio climático: Estudio integrado sobre la agricultura, recursos hídricos y costas (ARCO).

Ha sido un camino largo, en el que me he enriquecido intelectual y personalmente. Recuerdo con cariño a mi familia, amigos y compañeros, cuyo ánimo y consejos me han acompañado.

A todos ellos mi agradecimiento.

B.L.P.

RESUMEN

Ante la posibilidad de cambio climático, son numerosos los estudios dedicados a determinar cuál será la futura disponibilidad de agua en estas condiciones. Muchos se centran en los impactos biofísicos del fenómeno, otros comienzan a incidir en los aspectos socioeconómicos del problema. La cuestión de fondo es la búsqueda de estrategias de adaptación del uso del agua a los efectos del cambio climático.

Se prevé que el cambio climático impacte en los suministros de agua. La primera tarea es conocer cuál podría ser el grado en el que las demandas consuntivas estarían comprometidas en esta nueva situación. Con este enfoque, en función de los usos que se quieran mantener, los recursos disponibles y la capacidad del sistema, se podrían identificar las opciones de adaptación.

La metodología de análisis propuesta en esta tesis tiene en cuenta la infraestructura hidráulica disponible, sin la cual el servicio que podría prestarse sería muy inferior. El buen conocimiento de la infraestructura de la cuenca permite crear un modelo simplificado de optimización. Este modelo debe recoger las demandas y las capacidades de reserva de agua en su configuración actual. La optimización del modelo, con las futuras entradas de agua, permite obtener el resultado de la gestión conjunta de todos los embalses de la cuenca en condiciones de cambio climático. La información generada contiene datos que caracterizan los suministros producidos, en cantidad y en garantía de servicio. El impacto de los futuros cambios hidrológicos en el sistema se cuantifica a través de *indicadores de eficiencia*, que permiten evaluar, según criterios fijados por los administradores hidráulicos, si el suministro prestado es adecuado, y si el sistema es vulnerable a la escasez de recursos superficiales por cambio climático o si está afectado por este problema con diferente intensidad. Los *indicadores de eficiencia* también permiten identificar estrategias de adaptación, porque en su definición se tienen en cuenta las características de las demandas, las fuentes disponibles y el rendimiento del sistema.

La diferencia cualitativa de esta tesis con otros estudios de impacto radica en la definición cuantitativa del efecto del cambio climático en el sistema de aprovechamiento de recursos hídricos. Para la validación de esta metodología se ha procedido a su aplicación en la cuenca del Ebro.

SUMMARY

In the event of climate change, there are many studies dedicated to determine which would be the future availability of water in those conditions. Many of them are focused on the biophysics impacts of the phenomenon, some others start to stress about the socioeconomic aspects of the problem. The bottom of the matter is the search for adaptation strategies of the water use to the climate change effects.

It is expected that the climate change will have impacts about the water supplies. The first task is to know which would be the degree how the consumption demand would be jeopardized in this new situation. On this approach, regarding the desired level of use to be maintained, the available resources and the capacity of the system, it would be able to identify the adaptation options.

The analysis methodology proposed in this thesis takes into account the hydraulic infrastructure available, without it the service to be rendered would be much lower. The deep knowledge about the infrastructure of the basin allows the design of a simplified optimization model. This model should depict the demands and the capacities of the water reservoirs in its current state. The optimization model, with the future water inlet, allows to obtain the result of the combined management of all the reservoirs of the basin in climate change conditions. The generated information contains data that depict the supplies, in quantity and guaranteed service. The impact of the future hydrology changes on the system are quantified by *efficiency indicators*, they allow to evaluate, related to the established criteria fixed by the hydraulic administrators, if the supplied service is right, and if the system is vulnerable to the scarcity of superficial resources due to the climate change or if it is affected by this problem with different intensity. The *efficiency indicators* also permit to identify adaptation strategies, because on their definition are taken into account the demand characteristics, the available sources and the system performance.

The qualitative difference of this thesis in comparison to other impact studies lies on the quantitative definition of the climate change impact on the exploitation system. For the validation of this methodology it has been applied at the Ebro basin.

ÍNDICE

RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	IX
ÍNDICE XI	
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
1 INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 CONTEXTO.....	19
1.2 LA ESCASEZ DE AGUA EN ESPAÑA.....	20
1.2.1 Estudio recogido en el Libro Blanco del Agua en España.....	20
1.2.2 El Proyecto Eurowaser.....	21
1.2.3 El cambio climático y el agua.....	23
1.3 MOTIVACIÓN DE LA TESIS.....	24
1.4 OBJETIVOS DE LA TESIS.....	25
1.5 ESQUEMA DE LA TESIS.....	25
2 EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DEL AGUA.....	27
2.1 EL ORIGEN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	27
2.2 INDICIOS DE LA EXISTENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	29
2.3 ESCENARIOS DE EMISIONES Y CLIMA FUTURO.....	31
2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS.....	34
2.3.1 Impactos biofísicos.....	35
2.3.2 Impactos socioeconómicos.....	36
2.4. PRECEDENTES GUBERNAMENTALES E INSTITUCIONALES RELATIVOS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GESTIÓN DEL AGUA.....	37
2.4.1 Contexto global.....	37
2.4.2 Unión Europea.....	38
2.4.3 España.....	39
2.5 ESTUDIOS RELEVANTES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL SECTOR DEL AGUA EN ESPAÑA.....	40
2.6 CONCLUSIONES.....	46
3 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	47
3.1 PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....	47
3.2 BALANCE HÍDRICO DE CUENCA.....	49
3.3 GARANTÍA EN LOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS.....	52
3.3.1 Garantía basada en la ocurrencia de fallos.....	52
3.3.2 Garantía basada en la duración de los fallos.....	53
3.3.3 Garantía basada en la severidad de los fallos.....	54
3.4 DEFINICIÓN DE ARIDEZ, ESCASEZ Y SEQUÍA.....	54
3.5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SISTEMAS.....	55
3.5.1 Contexto.....	55
3.5.2 Metodología de indicadores.....	57
3.5.3 Indicadores de escasez.....	59
3.5.3.1 Acceso al agua potable y servicios de saneamiento.....	59
3.5.3.2 Indicador Falkenmark de estrés hídrico.....	59
3.5.3.3 Índice de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos.....	60

3.5.3.4	Indicador de escasez relativa de agua.....	61
3.5.3.5	Índice de Pobreza Hídrica	61
3.5.3.6	Indicadores de eficiencia.....	62
3.7	CONCLUSIONES	63
4	METODOLOGÍA.....	65
4.1	PROCESO DE ANÁLISIS DE ESCASEZ DE AGUA EN CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO	65
4.2	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS	73
4.2.1	<i>Indicadores de eficiencia.....</i>	73
4.2.1.1	Grado de satisfacción de la demanda I_1	77
4.2.1.2	Calidad de servicio de la demanda I_2	78
4.2.1.3	Sostenibilidad del aprovechamiento de recursos I_3	79
4.2.1.4	Potencial de recuperación del sistema I_4	79
4.2.2	<i>Criterios de análisis de los indicadores de eficiencia</i>	80
4.2.3	<i>Diagnosis e identificación de alternativas de adaptación.....</i>	81
4.3	DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN.....	83
4.4	ENFOQUE PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES HIDROLÓGICAS	85
4.5	HERRAMIENTAS DE MODELIZACIÓN	86
4.5.1	<i>MATLAB.....</i>	86
4.5.2	<i>Modelo OPTIGES.....</i>	88
4.6	ESQUEMA DE TRABAJO PARA EL ANÁLISIS DE SISTEMAS EN CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO	89
5	CASO DE ESTUDIO: CUENCA DEL EBRO	91
5.1	OBJETIVOS DEL CASO DE ESTUDIO	91
5.2	CUENCA DEL EBRO.....	91
5.3	ESQUEMA DE TRABAJO	93
5.4	APORTACIONES ACTUALES EN EL EBRO	95
5.5	APORTACIONES FUTURAS EN EL EBRO.....	97
5.5.1	<i>Antecedentes.....</i>	97
5.5.2	<i>Impactos hidrológicos del cambio climático sobre el río Ebro.....</i>	99
5.5.2.1	Proyecciones climáticas	100
5.5.2.2	Alteración de las aportaciones.....	101
5.5.3	<i>Proyecciones hidrológicas</i>	104
5.6	ESQUEMA TOPOLÓGICO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DEL EBRO.....	107
5.6.1	<i>Aportaciones.....</i>	107
5.6.2	<i>Tramos de río y conducciones</i>	108
5.6.3	<i>Embalses.....</i>	112
5.6.4	<i>Demandas.....</i>	112
5.7	CURVAS GARANTÍA VS. DEMANDA	113
5.8	VALOR DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA.....	119
5.9	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES CON LA VARIACIÓN DE LA APORTACIÓN.....	124
5.9.1	<i>Análisis del indicador de satisfacción</i>	124
5.9.2	<i>Análisis del indicador de calidad de servicio.....</i>	127
5.9.3	<i>Análisis del indicador de sostenibilidad.....</i>	128
5.9.4	<i>Análisis del indicador de potencial de recuperación</i>	128
5.10	ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS DESVIACIONES DE LOS INDICADORES	131
5.10.1	<i>Desviaciones del indicador de satisfacción.....</i>	131
5.10.2	<i>Desviaciones del indicador de calidad de servicio</i>	132
5.10.3	<i>Desviaciones del indicador de sostenibilidad</i>	135
5.10.4	<i>Desviaciones del indicador de potencial de recuperación.....</i>	138
5.11	DIAGNOSIS E IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE ADAPTACIÓN	138

5.11.1 Eje 139	
5.11.2 Margen Derecha.....	139
5.11.3 Margen Izquierda 1.....	139
5.11.4 Margen Izquierda 2.....	142
5.12 ANÁLISIS GRÁFICO DE LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA EN RIESGO CLIMÁTICO.....	142
5.13 LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA.....	142
6 CONCLUSIONES	145
6.1 CONCLUSIONES DEL CASO DE ESTUDIO.....	145
6.2 CONCLUSIONES GENERALES.....	146
6.3 APORTACIONES ORIGINALES DE LA TESIS.....	147
6.4 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
ANEXO A.....	157
ANEXO B.....	171

Índice de tablas

TABLA 1. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA DE LA TESIS DOCTORAL.....	26
TABLA 2. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS DEMANDAS DEL MODELO	75
TABLA 3. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS VOLÚMENES SERVIDOS RESULTANTES DE LA OPTIMIZACIÓN	76
TABLA 4. VOLUMEN SUMINISTRADO CON GARANTÍA IGUAL O MAYOR QUE LA ACEPTABLE	76
TABLA 5. VALORES DE LOS INDICADORES QUE DEFINEN LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS	81
TABLA 6. PROYECCIONES CLIMÁTICAS CONSIDERADAS EN ESTA TESIS	101
TABLA 7. VARIACIÓN EN PORCENTAJE DE LAS ESCORRENTÍAS MEDIAS ANUALES EN LA CUENCA DEL EBRO PARA EL PERIODO 2071 – 2100. FUENTE: CEDEX 2009.....	103
TABLA 8. VARIACIÓN EN PORCENTAJE DE LA MEDIA Y EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN LAS ESCORRENTÍAS ANUALES EN LA CUENCA DEL EBRO PARA EL PERIODO 2071 – 2100. FUENTE: UPM 2010	103
TABLA 9. PROYECCIONES HIDROLÓGICAS CONSIDERADAS EN LA CUENCA DEL EBRO (2070-2100) CON LAS CORRESPONDIENTES ALTERACIONES EN PORCENTAJE EN MEDIA Y EN DESVIACIÓN TÍPICA RESPECTO DE LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990).....	104
TABLA 10. TABLA DE VALORES DE LOS INDICADORES PARA LA SITUACIÓN ACTUAL.....	120
TABLA 11. TABLA DE VALORES DE LOS INDICADORES PARA LAS PROYECCIONES A2 PRUDENCE	120
TABLA 12. TABLA DE VALORES DE LOS INDICADORES PARA LAS PROYECCIONES A2 CEDEX Y B2 CEDEX	121
TABLA 13. DESVIACIONES DEL INDICADOR DE SATISFACCIÓN POR SISTEMAS CON TODAS LAS PROYECCIONES.....	132
TABLA 14. DESVIACIONES DEL INDICADOR DE CALIDAD DE SERVICIO POR SISTEMAS CON TODAS LAS PROYECCIONES.....	132
TABLA 15. DESVIACIONES DEL INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES.....	135
TABLA 16. DESVIACIONES DEL INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD GLOBAL DE LA CUENCA CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES	135
TABLA 17. DESVIACIONES DEL INDICADOR DE RECUPERACIÓN POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES.....	138

Índice de figuras

FIGURA 1. MAPA DE RIESGO DE ESCASEZ. FUENTE: LBAE 1999	20
FIGURA 2. ESTRÉS HÍDRICO EN EUROPA EN LA SITUACIÓN ACTUAL MEDIDO A TRAVÉS DEL ÍNDICE WTA. FUENTE: EUROWASSER (HENRICHS Y ALCAMO 2001).....	22
FIGURA 3. ESTRÉS HÍDRICO EN EUROPA EN LA DÉCADA DEL 2070 MEDIDO A TRAVÉS DEL ÍNDICE WTA. FUENTE: EUROWASSER (HENRICHS Y ALCAMO 2001).....	22
FIGURA 4. CAMBIOS RELATIVOS EN GRAN ESCALA DE LA ESCORRENTÍA ANUAL PARA EL PERIODO 2090- 2099 RESPECTO DE 1980-1999.....	23
FIGURA 5. CLIMATE CHANGE: PROCESSES, CHARACTERISTICS AND THREATS. FUENTE: UNEP/GRID – ARENDAL MAPS AND GRAPHICS LIBRARY, 2005	27
FIGURA 6. RECONSTRUCCIONES DE LAS VARIACIONES DE LA TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE. FUENTE: NRC 2006	29
FIGURA 7. DESVIACIONES DE LA TEMPERATURA ANUALES, INVERNALES Y ESTIVALES EN EUROPA 1850– 2000. FUENTE: CRU 2003; JONES Y MOBERG 2003	30
FIGURA 8. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE PROYECCIONES CLIMÁTICAS	32 -
FIGURA 9. ESCENARIOS DE EMISIONES DE GEI ENTRE 2000 Y 2100 (EN AUSENCIA DE POLÍTICAS CLIMÁTICAS ADICIONALES) Y PROYECCIÓN DE LAS TEMPERATURAS EN SUPERFICIE. FUENTE: IPCC (2007).....	34
FIGURA 10. ENFOQUE PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS	41
FIGURA 11. RELACIÓN DE ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA	42
FIGURA 12. ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL BALANCE HÍDRICO DE CUENCA	51
FIGURA 13. DIFERENCIA ENTRE VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES. FUENTE: LORENZ, 1999.....	58
FIGURA 14. ELEMENTOS QUE COMPOENEN EL PROCESO DE ANÁLISIS DE ESCASEZ DE AGUA EN CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	65
FIGURA 15. MARCO ANALÍTICO PARA RELACIONAR EL CLIMA CON LA OFERTA DE AGUA, LA DEMANDA Y LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA	68
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE LAS DEMANDAS CONSUNTIVAS DE UN SISTEMA HIDRÁULICO SEGÚN SU GARANTÍA	74
FIGURA 17. INTENSIDAD DE LOS PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ACUERDO CON EL VALOR DE LOS INDICADORES.....	80
FIGURA 19. ESQUEMA DESCRIPTIVO DEL ORIGEN DE LAS ALTERACIONES QUE REPRESENTAN LAS PROYECCIONES.....	85
FIGURA 20. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SISTEMAS EN RIESGO CLIMÁTICO.....	90
FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SISTEMAS EN LOS QUE SE DESAGREGA LA CUENCA DEL EBRO PARA EL ANÁLISIS.....	92
FIGURA 22. CAPACIDAD DE EMBALSE ACUMULADA, APORTACIÓN MEDIA ANUAL ACTUAL Y DEMANDAS CONSUNTIVAS EN HM ³ , POR SISTEMAS EN EL EBRO	93
FIGURA 23. ESQUEMA DE TRABAJO SEGUIDO EN EL CASO DE ESTUDIO	94
FIGURA 24. HIDROGRAMAS MEDIOS ANUALES CORRESPONDIENTES A LA SITUACIÓN ACTUAL (CTL).....	96
FIGURA 25. MODIFICACIONES EN MEDIA Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN ANUAL CONSIDERADAS EN CADA GRUPO DE PROYECCIONES	105
FIGURA 26. SECUENCIAS DE LAS APORTACIONES ANUALES DE TODAS LAS PROYECCIONES PARA LA CUENCA	106
FIGURA 27. MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA DEL EBRO	107

FIGURA 28. CÓDIGOS DEL MODELO Y LOCALIZACIÓN DE LAS APORTACIONES.....	110
FIGURA 29. CÓDIGOS DEL MODELO Y LOCALIZACIÓN DE LOS EMBALSES	111
FIGURA 30. CURVAS DE GARANTÍA VS. DEMANDA EN EL EJE.....	114
FIGURA 31. CURVAS DE GARANTÍA VS. DEMANDA EN LA MARGEN DERECHA	115
FIGURA 32. CURVAS DE GARANTÍA VS. DEMANDA EN LA MARGEN IZQUIERDA 1	116
FIGURA 33. CURVAS DE GARANTÍA VS. DEMANDA EN LA MARGEN IZQUIERDA 2	117
FIGURA 34. CURVAS GARANTÍA VS. DEMANDA POR SISTEMAS PARA LA SITUACIÓN ACTUAL (CTL).....	118
FIGURA 35. DIAGRAMAS DE CAJAS DEL ÍNDICE DE SATISFACCIÓN EN LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990) Y FUTURA (2070-2100) CON TODAS LAS PROYECCIONES POR SISTEMAS	122
FIGURA 36. DIAGRAMAS DE CAJAS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE SERVICIO EN LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990) Y FUTURA (2070-2100) CON TODAS LAS PROYECCIONES POR SISTEMAS	122
FIGURA 37. DIAGRAMAS DE CAJAS DEL ÍNDICE DE RECUPERACIÓN EN LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990) Y FUTURA (2070-2100) CON TODAS LAS PROYECCIONES POR SISTEMAS	123
FIGURA 38. DIAGRAMAS DE CAJAS DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD EN LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990) Y FUTURA (2070-2100) CON TODAS LAS PROYECCIONES POR SISTEMAS	123
FIGURA 39. DIAGRAMAS DE CAJAS DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD EN LA SITUACIÓN DE CONTROL (1960-1990) Y FUTURA (2070-2100) CON TODAS LAS PROYECCIONES EN LA CUENCA COMPLETA	124
FIGURA 40. VARIACIÓN DEL INDICADOR DE SATISFACCIÓN FRENTE A LA VARIACIÓN DE LAS APORTACIONES	125
FIGURA 41. VARIACIÓN DEL INDICADOR DE CALIDAD DE SERVICIO FRENTE A LA VARIACIÓN DE LAS APORTACIONES.....	126
FIGURA 42. CURVAS GARANTÍA VS. DEMANDA EN LA MARGEN DERECHA PARA LAS PROYECCIONES A2 PRUDENCE Y CTL.....	127
FIGURA 43. VARIACIÓN DEL INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD FRENTE A LA VARIACIÓN DE LAS APORTACIONES.....	129
FIGURA 44. VARIACIÓN DEL INDICADOR DE RECUPERACIÓN (ABSOLUTA) FRENTE A LA VARIACIÓN DE LAS APORTACIONES (NORMALIZADA).....	130
FIGURA 45. DESVIACIONES PORCENTUALES DEL INDICADOR DE SATISFACCIÓN CON RELACIÓN A SU VALOR EN LA SITUACIÓN ACTUAL POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES	133
FIGURA 46. DESVIACIONES PORCENTUALES DEL INDICADOR DE CALIDAD SERVICIO CON RELACIÓN A SU VALOR EN LA SITUACIÓN ACTUAL POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES	134
FIGURA 47. DESVIACIONES PORCENTUALES DEL INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD CON RELACIÓN A SU VALOR EN LA SITUACIÓN ACTUAL POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES	136
FIGURA 48. DESVIACIONES ABSOLUTAS DEL INDICADOR DE RECUPERACIÓN CON RELACIÓN A SU VALOR EN LA SITUACIÓN ACTUAL POR SISTEMAS CON LAS DIFERENTES PROYECCIONES	137
FIGURA 49. CUADRO DE DIAGNOSIS EN LA LAS DISTINTAS ZONAS DE LA CUENCA CON TODAS LAS PROYECCIONES.....	140
FIGURA 50. DIAGNOSIS GRÁFICA EN LAS DISTINTAS ZONAS DE LA CUENCA CON TODAS LAS PROYECCIONES	141

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

En el sector del agua, las instituciones, los usuarios, la tecnología y la economía obran conjuntamente para hacer que los sistemas de explotación de recursos hídricos satisfagan las demandas de agua. La gestión de los recursos hídricos debe mantener el equilibrio entre las necesidades de agua, que siguen la dinámica socioeconómica de la población, y la disponibilidad de recursos, que se consigue mediante la construcción de infraestructura hidráulica y el establecimiento de normas de gestión.

La escasez de agua es un concepto relativo, aplicable a cualquier nivel de la oferta o la demanda, de modo que no es un problema exclusivo de los climas áridos. Cualquier región climática o economía en la que existan factores que produzcan desequilibrios entre la oferta y la demanda, como pueden ser la reducción de la calidad y la disponibilidad de los recursos y/o el aumento de la demanda, es susceptible de padecer escasez. Es posible que el suministro de agua en el futuro se vea influenciado por el cambio climático y que este impacto origine situaciones de escasez o las acentúe en muchas zonas.

Desde un punto de vista puramente hidroclimático, en aquellos territorios donde la meteorología es adversa, con precipitaciones menores y más irregulares y mayor evapotranspiración, no sólo se dispone de menos recursos y más irregularmente repartidos, sino que habitualmente se necesitan mayores caudales para satisfacer las mismas demandas, por ejemplo, por el desequilibrio entre la precipitación y las necesidades de los cultivos. En estas regiones, el cambio climático se percibe como una amenaza adicional que podría agravar los problemas, si las aportaciones naturales se redujeran o su variabilidad se incrementara.

Por la misión que cumplen los embalses, su consideración es imprescindible en las evaluaciones de escasez de agua, sin embargo, hasta el momento, la mayor parte de los estudios de impacto del cambio climático en los recursos hídricos no han establecido conexiones entre este fenómeno y la infraestructura hidráulica de regulación, aunque existe un potencial efecto positivo de los embalses para compensar las posibles alteraciones hidrológicas futuras. No se pueden conocer con certeza las necesidades de agua a largo plazo, sin embargo es posible considerar que la eficiencia de las estructuras técnicas (embalses, obras hidráulicas, etc.) ayude a atenuar los efectos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos.

En esta tesis se propone, para modelar el comportamiento de este tipo de sistemas bajo escenarios de cambio climático, el uso de modelos de optimización. En sistemas grandes, estos modelos pueden ser muy complejos, formados por un gran número de aportaciones, embalses y demandas, de modo que sus resultados pueden ser difíciles de evaluar. Para abordar esta tarea se propone el uso de una metodología de análisis ya existente, que permite sintetizar en pocos indicadores el comportamiento de los sistemas hidráulicos complejos. Los indicadores son descriptivos de las prestaciones del sistema, facilitando la diagnosis de los problemas esperables en los distintos escenarios climáticos y la identificación de las estrategias de adaptación más adecuadas. La

representación gráfica del valor de estos indicadores permite visualizar la situación de un sistema frente a un abanico relativamente amplio de alternativas climáticas y realizar una valoración global. Actualmente la resolución espacial de las proyecciones climáticas es baja y su incertidumbre asociada muy grande, por lo que es necesario considerar un gran número de escenarios climáticos de modo que la toma de decisiones pueda ser fundamentada.

Podría definirse la adaptación de la gestión del agua al cambio climático como el establecimiento de un conjunto de iniciativas, políticas públicas y acciones individuales de los usuarios en respuesta a las nuevas circunstancias hidroclimáticas, que modifican los niveles de oferta y demanda a conciliar. En esta tarea, deberán participar todas las partes interesadas y será necesaria una definición operativa de los efectos del cambio climático en el sistema de recursos hidráulicos. En esta tesis, se propone una herramienta de análisis para utilizar en esta discusión de modo que, de forma objetiva y sencilla, se puedan inferir las estrategias de adaptación más apropiadas para afrontar los problemas identificados.

1.2 La escasez de agua en España

1.2.1 Estudio recogido en el Libro Blanco del Agua en España

En España, el riesgo de escasez de agua viene definido a través del índice de consumo. Este índice se define como el cociente entre la demanda consuntiva, detracciones menos retornos, y el recurso potencial. Si su valor es superior a 0,5 se trataría de una escasez de tipo coyuntural más o menos localizada, mientras que si se aproxima a 1 se trataría de una escasez de carácter estructural. Por el contrario, un índice de consumo bajo revelaría un potencial poco utilizado (Erhard-Cassegrain y Margat, 1983).

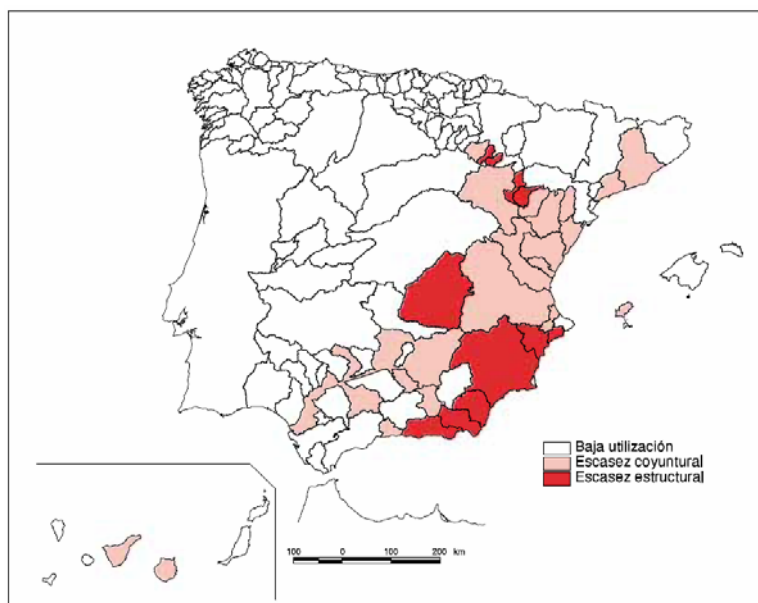


Figura 1. Mapa de riesgo de escasez. Fuente: LBAE 1999

Los balances recogidos en el Libro Blanco del Agua en España (LBAE 1999), correspondientes a la fracción consuntiva de las demandas, suponen que se alcanza el máximo grado posible de reutilización de los recursos. También asumen la completa dotación de infraestructuras, la desalación de agua de mar y las máximas transferencias admisibles actualmente.

La Figura 1 recoge gráficamente, por ámbitos de planificación hidrológica, el estado de utilización de los recursos en España a partir del índice de consumo. Los déficits coyunturales se presentan en sistemas excedentarios, cuyos los niveles de consumo se hallan relativamente próximos al recurso potencial, y que en situaciones hidrológicas adversas pueden sufrir problemas temporales de suministro por insuficiencia de recursos; los déficits estructurales se presenta en sistemas considerados deficitarios, donde el recurso potencial es sistemáticamente inferior a las demandas consuntivas. Según estos datos, una parte importante de los sistemas de explotación de la vertiente mediterránea de la península estarían sometidos a un déficit de recursos estructural o coyuntural, aún en el hipotético caso de máximo aprovechamiento de los recursos. Según ésta clasificación se ha considerado que las cuencas del Guadiana, Sur, Segura y Ebro tienen algunos sistemas de explotación con escasez estructural, aunque no así en su conjunto, y que en las cuencas del Guadalquivir, Sur, Júcar, Ebro, Cuencas Interna de Cataluña, Baleares y Canarias existen algunos sistemas con escasez coyuntural (LBAE 2000).

1.2.2 El Proyecto Eurowaser

Es un proyecto financiado por el BMBF (Federal Ministry of Education and Research) para la estimación de los efectos del cambio global sobre los recursos hídricos en Europa, considerando efectos en la disponibilidad de agua, la falta de agua para generación de energía hidroeléctrica, y las frecuencias de inundaciones y sequías.

El posible impacto del cambio climático en los recursos hídricos se evalúa incluyendo factores agravantes del aumento de las extracciones de agua y su influencia en el estrés hídrico (Lehner, B. *et al.*, 2001). Dado que no hay ninguna clase de patrón para medir estos impactos, se utiliza el concepto de “regiones críticas”, es decir, regiones en las que la magnitud de los cambios en los recursos de agua (de acuerdo a las diferentes medidas) es mayor que en otras regiones europeas. La idea es que en las regiones con cambios más rápidos se debe pensar en medidas más drásticas de adaptación; por el contrario, en las regiones con cambios más lentos se puede optar por adaptaciones graduales y sin especial esfuerzo a los cambios en sus recursos hídricos.

Las unidades espaciales básicas de análisis son la cuenca fluvial y la rejilla del modelo, dado que la disponibilidad de agua o la frecuencia de sequías e inundaciones pueden no ser, en media, significativas sobre escalas más grandes como países. Dentro de cada una de las aproximadamente 550 cuencas hidrográficas de primer orden y 6500 celdas que componen Europa, se calculan varias medidas de cambio sobre la sociedad y los ecosistemas (Lehner B. *et al.*, 2001).

Se examina el cambio de “estrés hídrico”, medido a través de la relación entre extracciones de agua y disponibilidad (withdrawals-to-availability ratio, WTA). En una cuenca la relación WTA se calcula por cociente entre las extracciones anuales de agua

de la cuenca y la disponibilidad de agua anual. En principio, el aumento de esta proporción, indica un uso más intenso del agua en una cuenca hidrográfica y, por tanto, más estrés hídrico debido a la extracción de recursos. Se emplean los umbrales habituales (por ejemplo, Raskin 1997; Cosgrove y Rjjsberman 2000) para identificar el estado de las cuencas hidrográficas, de modo que el nivel de estrés hídricos puede ser: bajo ($WTA \leq 0,2$); medio ($0,2 < WTA \leq 0,4$) y grave ($WTA > 0,4$). Sobre la descripción de la actual situación, se evalúan las consecuencias del cambio en esta relación con la futura situación.

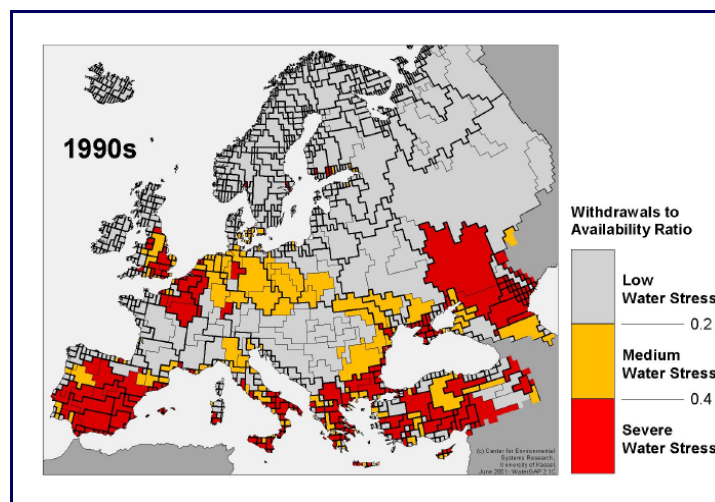


Figura 2. Estrés hídrico en Europa en la situación actual medido a través del índice WTA (Henrichs y Alcamo 2001). Fuente: Eurowasser

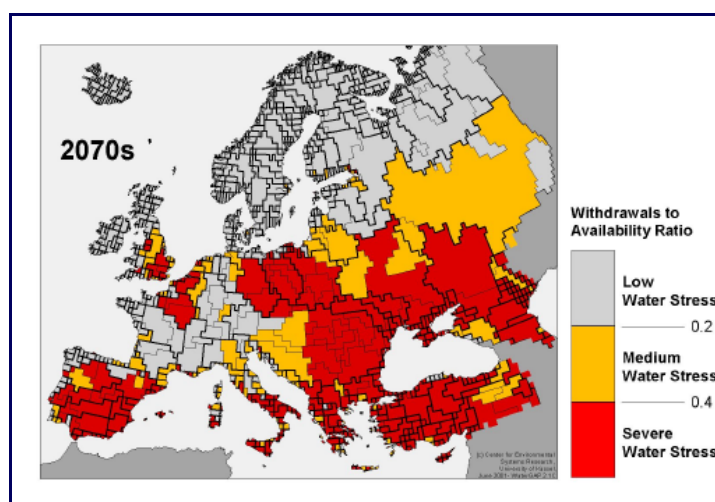


Figura 3. Estrés hídrico en Europa en la década del 2070 medido a través del índice WTA (Henrichs y Alcamo 2001). Fuente: Eurowasser

Se demuestra que en la actualidad las regiones europeas con grave estrés hídrico no sólo incluyen las zonas áridas, como el sur de Europa, sino también las de gran densidad de población de las cuencas del Noroeste y Sureste europeos. Según el informe, en virtud de los cambios futuros en la población, la economía, y el cambio climático, el este europeo será una región especialmente crítica por estrés hídrico, a causa no sólo del fuerte aumento de las extracciones de agua para hogares e industria, sino también por

causas relacionadas con el clima y la disminución de la disponibilidad de agua. En comparación con otras regiones, la presión sobre los ecosistemas acuáticos pueden aumentar con mayor rapidez, y la competencia entre los usuarios del agua puede ser mayor. Es probable que aumente la necesidad de gestión intensa de estas cuencas fluviales (Henrichs y Alcamo, 2001).

El aumento de estrés hídrico y frecuencia de las sequías, podría estar en la zona del Sureste europeo con mayor incremento de presión sobre sus recursos hídricos en las próximas décadas. Aquí, grandes zonas corresponden a ambas definiciones, regiones críticas por estrés hídrico y frecuencia de las sequías, contabilizando en total la cuarta parte de la superficie de Europa. Esta región podría requerir de medidas de adaptación de mayor grado para asegurar el adecuado suministro de agua y la protección de los ecosistemas acuáticos (Lehner y Döll, 2001).

1.2.3 El cambio climático y el agua

El cambio climático y el agua es un documento técnico de 2008, encargado por la Plenaria del IPCC en respuesta a las sugerencias del Programa Mundial sobre el Clima - Agua, el Diálogo sobre el Agua, y otras organizaciones implicadas en el abastecimiento de agua. En él se examina la relación entre el cambio climático y los recursos de agua dulce.

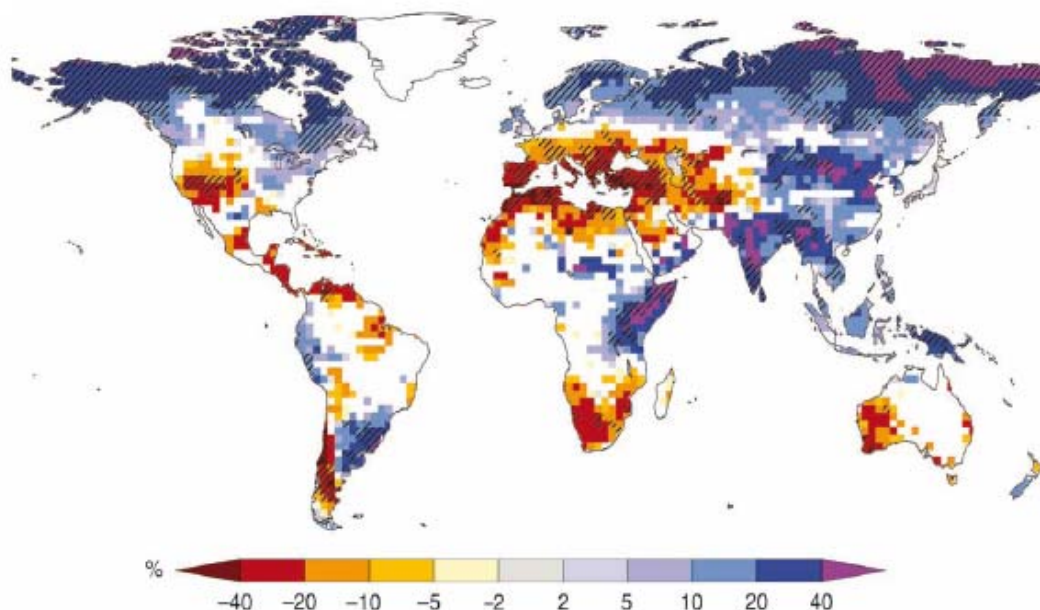


Figura 4. Cambios relativos en gran escala de la escorrentía anual para el periodo 2090-2099 respecto de 1980-1999. Las áreas en blanco indican que menos de un 66% del agregado de 12 modelos concuerdan en el signo del cambio, y las áreas en trama sombreada indican que más de un 90% de los modelos concuerdan en el signo del cambio (Milly *et al.*, 2005). Fuente: IPCC 2008

Entre otros resultados, se recogen los cambios proyectados en la escorrentía y los caudales fluviales. Con relación a España, una parte significativa de las proyecciones de cambio climático globales identifican claramente a la región mediterránea como una de las zonas en las que con más probabilidad habrá reducción de recursos hídricos como

consecuencia del cambio climático, ver Figura 4, aún teniendo en cuenta que las incertidumbres que se manejan en las precipitaciones son relativamente altas.

En el resumen ejecutivo de este documento técnico se indica que “Los registros de observaciones y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y pueden resultar gravemente afectados por el cambio climático, con muy diversas consecuencias para las sociedades humanas y los ecosistemas” (IPCC 2008).

Con relación al estrés hídrico se indica que, de aquí a 2050, la extensión de terreno que padecerá un estrés hídrico más acentuado por efecto del cambio climático llegará a ser el doble de la que padecerá un estrés hídrico menor. Las áreas en que las proyecciones indican una menor escorrentía experimentarían una clara reducción de los servicios obtenidos de los recursos hídricos (IPCC 2008).

1.3 Motivación de la tesis

En España, según datos recogidos por el LBAE (1999), una parte importante de los sistemas de explotación de la vertiente mediterránea de la península estarían sometidos a un déficit de recursos estructural o coyuntural, aún en el hipotético caso de máximo aprovechamiento de los recursos. En esta situación, el cambio climático supone una amenaza adicional a los problemas ya existentes.

En la actualidad la disponibilidad general de proyecciones climáticas e hidrológicas ha cambiado. Los datos están fácilmente accesibles y su resolución espacial es mayor. Esta circunstancia hace que se piense en estudios más amplios, que incorporen juegos de proyecciones que permitan abarcar un abanico mayor de posibilidades hidrológica futuras.

El impacto inicial del cambio climático en los sistemas hidráulicos es la aparición de déficits en las demandas, sin embargo falta metodología para analizar las consecuencias de este fenómeno en los sistemas de aprovechamiento. El análisis de este efecto debe tener una visión global, de modo que se recoja toda la complejidad del fenómeno.

La búsqueda de alternativas de adaptación, que solucionen o reduzcan posibles problemas de suministro debidos al efecto del cambio climático, depende de la magnitud del impacto, las características del sistema y los recursos disponibles. Estos datos se deducen del comportamiento del sistema de aprovechamiento con diferentes solicitudes hidrológicas, que manifieste problemas de escasez a muy largo plazo. Este estudio conlleva un elevado nivel incertidumbre. La síntesis de esta información en indicadores de naturaleza práctica, permitiría incorporar esta incertidumbre al proceso de toma de decisiones.

El respaldo de una metodología rigurosa facilitaría la inclusión del estudio de los efectos del cambio climático sobre los recursos en la planificación y gestión de cuencas. La nueva Instrucción de Planificación Hidrológica en España ya obliga a tener en cuenta el cambio climático en las labores de planificación hidrológica.

1.4 Objetivos de la tesis

El objetivo principal de esta tesis es la configuración, a partir de herramientas ya existentes, de una metodología general de análisis de sistemas de recursos hídricos para identificar y evaluar acciones estratégicas de adaptación al cambio climático ante situaciones de déficit estructural.

Los objetivos específicos necesarios para alcanzar el objetivo principal son:

- (i) Revisar los estudios previos existentes en este campo
- (ii) Analizar la importancia de la regulación en el análisis de situaciones de escasez
- (iii) Identificar la naturaleza de las alteraciones hidrológicas por efecto del cambio climático
- (iv) Proponer una metodología de análisis de las prestaciones de los sistemas en riesgo climático
- (v) Validar, mediante su aplicación en la cuenca del Ebro, el procedimiento metodológico establecido

1.5 Esquema de la tesis

La presente tesis se desarrolla dentro de varios ámbitos teóricos: proyecciones hidrológicas, análisis cuantitativo de los sistemas de recursos hídricos y metodología de indicadores. Esta elección conceptual obedece a características multidisciplinares del tema a tratar que incluyen el cambio climático antropogénico, el conocimiento actual de los sistemas de recursos hídricos, la información disponible, etc.

A continuación se describe brevemente el modo y el momento en el que se consideran todos estos elementos, a fin de comprender el papel que desempeñan en este estudio. La tesis se articula en seis capítulos relacionados en la Tabla 1.

En el Capítulo 1 se proporciona la idea general del problema que quiere abordarse con este trabajo de investigación, e incluye sus objetivos y estructura.

En el Capítulo 2 se describe el contexto científico y gubernamental en el que se aborda el tema del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en España. Se empieza con la exposición resumida del conocimiento actual entorno al origen del cambio climático y sus efectos en el sector hídrico; se continua con los precedentes gubernamentales e institucionales relativos al cambio climático y la gestión del agua; y se acaba comparando los resultados y metodologías de los trabajos de investigación existentes sobre el impacto y la adaptación al cambio climático en los recursos hídricos en España.

En el Capítulo 3 se exponen algunos aspectos hidráulicos fundamentales en la gestión del agua. En él se habla de la planificación hidrológica como instrumento de gestión, y de la relación cuantitativa de los elementos del sistema hidráulico como fuente de información básica para las labores de planificación. También se describen algunos índices e indicadores de uso habitual en el análisis de sistemas de recursos hídricos, resaltando los elementos que componen su estructura. Se trata de cuestionar los índices

que se emplean con más frecuencia en la evaluación de recursos hídricos y en cuya esencia no aparecen las características de la infraestructura hidráulica disponible.

Tabla 1. Estructura de la Memoria de la tesis doctoral

Capítulo 1. Introducción Origen y motivación de la investigación, objetivos y estructura
Capítulo 2. Impacto del cambio climático en el sector del agua Estado del conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos en los recursos hídricos
Capítulo 3. Instrumentos de evaluación y gestión de los recursos hídricos Revisión de conceptos fundamentales relativos a la planificación hidrológica y al análisis cuantitativo de los sistemas de gestión de agua
Capítulo 4. Metodología Propuesta metodológica genérica de análisis de sistemas de aprovechamiento de aguas superficiales en riesgo climático a través de indicadores de eficiencia
Capítulo 5. Caso de estudio: Cuenca del Ebro Validación de la metodología propuesta para su uso en la evaluación y diagnosis del sistema de recursos hidráulicos en condiciones de cambio climático
Capítulo 6. Conclusiones Resultados finales de la investigación y propuesta de futuras líneas de estudio

En el Capítulo 4 se plantea un marco de evaluación de los sistemas hidráulicos en riesgo climático. El procedimiento propuesto permite considerar la información derivada de proyecciones climáticas e hidrológicas en el análisis. También se detallan pormenorizadamente la estructura de los indicadores de eficiencia y su uso para analizar el déficit estructural en los sistemas (Martín Carrasco *et al.* 2007), y las herramientas técnicas, ya desarrolladas, necesarias para evaluar el sistema.

Los indicadores que se proponen han sido utilizados anteriormente bajo el enfoque de planificación hidrológica, para horizontes de 10 a 20 años, en los cuales la gestión considera aportaciones históricas y requiere de variaciones pequeñas en la atención de las demandas. Sin embargo, en esta tesis se proponen para el análisis de los efectos de reducción de las aportaciones en rendimiento del sistema e identificación de acciones estratégicas para evitar problemas de escasez. La validación de su uso en condiciones de cambio climático permitiría detectar principios generales de actuación, cuya inclusión en la planificación hidrológica dependería en gran medida de la iniciativa de los poderes públicos, de la evolución de la situación climática y de su percepción por parte de los usuarios.

En el Capítulo 5, caso de estudio, se pone en práctica la metodología propuesta en la cuenca del Ebro. Se describen todos los elementos utilizados, y se exponen los resultados del análisis realizado y la discusión de los mismos.

En el Capítulo 6 se establecen las conclusiones de la tesis y se indican algunas de las posibilidades para completar, continuar y extender a otros ámbitos los resultados del estudio realizado.

Finalmente se presentan dos anexos, en el Anexo A se muestra la información base utilizada en el modelo de optimización de la cuenca del Ebro y en el Anexo B se muestran los balances hidráulicos de la cuenca del Ebro, en la situación actual y con cada una de las proyecciones hidrológicas consideradas en esta tesis.

2 EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DEL AGUA

2.1 El origen del cambio climático

Las actividades humanas, fundamentalmente la quema de combustibles fósiles y los cambios en los usos del suelo, alteran la composición química de la atmósfera al emitir cantidades cada vez mayores de gases de efecto invernadero. El incremento en la atmósfera terrestre de la presencia de gases, transparentes a la radiación solar y que absorben la radiación de onda larga emitida por la tierra, ha provocado un aumento del calor solar retenido por la atmósfera, calor que normalmente se radiada de nuevo al espacio. Este aumento de calor atrapado es el origen del cambio climático, cuyas principales características son el aumento de la temperatura media mundial (calentamiento global); los cambios en la nubosidad y las precipitaciones, especialmente sobre la tierra; el deshielo de los casquetes polares y glaciares, así como la reducción de la capa de nieve; y el aumento en las temperaturas de los océanos y su acidificación (Figura 5). Así, los cambios en el clima de la Tierra tienen su origen en las alteraciones del balance global de energía, por variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar (RRP, IPCC 2007a).

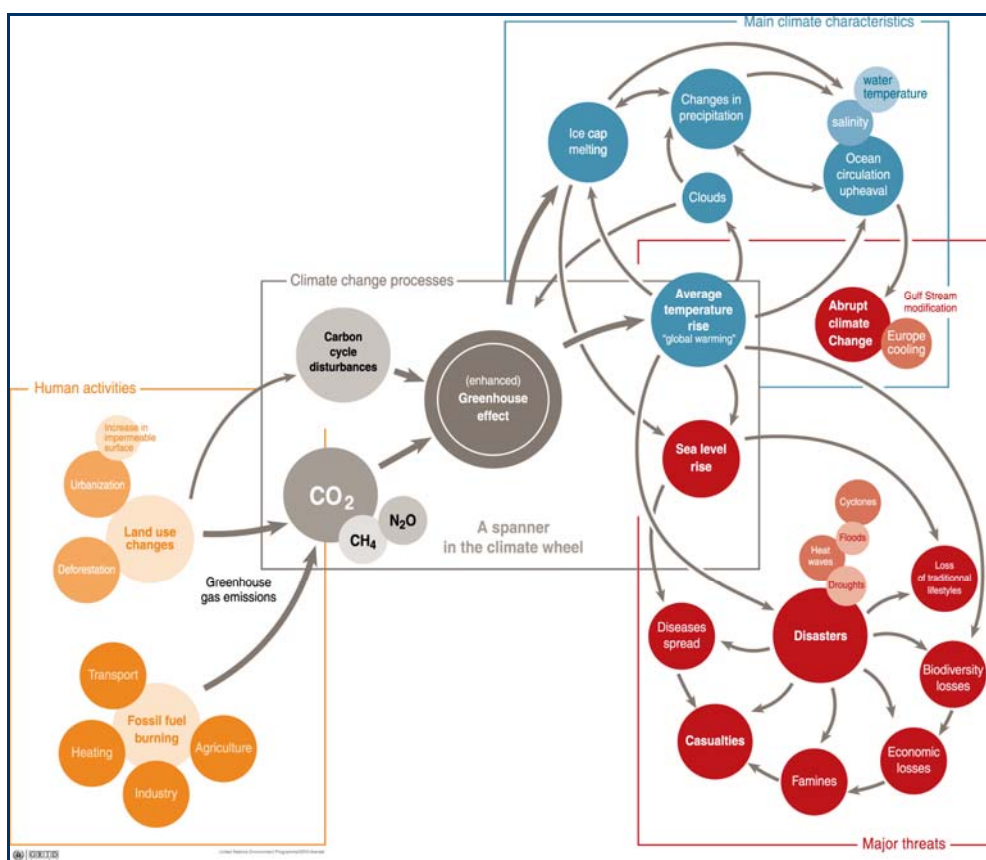


Figura 5. Climate change: processes, characteristics and threats. Fuente: UNEP/GRID – Arendal Maps and Graphics Library, 2005

Los GEI que producen especial preocupación (aquellos de vida prolongada) son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Pueden proceder de fuentes naturales (por ejemplo, emisiones volcánicas e incendios forestales) y antropogénicas (por ejemplo, la quema de combustibles fósiles y la deforestación). Según el IPCC (2007a), “es muy probable que el forzamiento de los GEI causara gran parte del calentamiento mundial observado durante los últimos 50 años”. Bates *et al.* (2008) indican que el calentamiento observado durante varias décadas ha sido vinculado a cambios experimentados por el ciclo hidrológico en gran escala, en particular “el aumento del contenido de vapor de agua en la atmósfera; variación de las características, intensidad y valores extremos de la precipitación; disminución de la capa de nieve y fusión generalizada del hielo; y cambios en la humedad del suelo y en la escorrentía”.

El Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2007a) indica que durante el último siglo las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono aumentaron de un valor preindustrial de 278 partes por millón a 379 partes por millón en 2005, y que la temperatura media global aumentó en 0.74 °C. Según los científicos, esta tendencia al calentamiento es la mayor y más rápida que han sido capaces de discernir en la historia de la Tierra. Este informe proporciona un resumen de las investigaciones realizadas hasta ese momento para evaluar si el cambio climático se está produciendo realmente, y determinar cuáles serían los posibles impactos del mismo. Según el Resumen para Responsables de Políticas del Grupo de Trabajo II (IPCC 2007b): “Observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima regional, particularmente por un aumento de la temperatura”.

Hay que recordar que aunque el cambio climático ha constituido objeto de atención por los naturalistas desde mucho tiempo atrás, probablemente el primer hito significativo lo constituye la Primera Conferencia Mundial sobre el clima, organizada por la Organización Mundial de Meteorología en 1979. Posteriormente habría que señalar el nacimiento en 1988, fruto del acuerdo entre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Meteorología (OMM), del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) que tiene como misión el recopilar y divulgar los avances científicos sobre la materia. Su tarea no es sencilla ya que el objeto de estudio es complejo y existen discrepancias en el seno de la comunidad científica, sin embargo es un hecho indudable que las temperaturas medias del planeta se han incrementado de manera prácticamente continua en los últimos cien años.

El IPCC elabora Informes Especiales y Documentos Técnicos sobre temas en los que se consideran necesarios la información y el asesoramiento científico independientes, y respalda a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante su labor sobre las metodologías relativas a los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

2.2 Indicios de la existencia del cambio climático

La reconstrucción del clima de la Tierra en los últimos 2.000 años ha demostrado que mientras la temperatura ha variado en múltiples escalas de tiempo (NRC 1998), parece que haya habido un aumento significativo durante los últimos 100 años (NRC 2006). El National Research Council (NRC) (2006) señala que cada registro proxy presenta una historia diferente de la evolución de la temperatura y está sujeto a un conjunto distinto de incertidumbres, las cuales generalmente disminuyen conforme la ventana temporal de estudio se acerca a la actualidad. Sin embargo, el NRC (2006) considera que estas reconstrucciones son una “foto cualitativamente coherente de los cambios de temperatura en los últimos 1.100 años y, especialmente, en los últimos 400 años”.

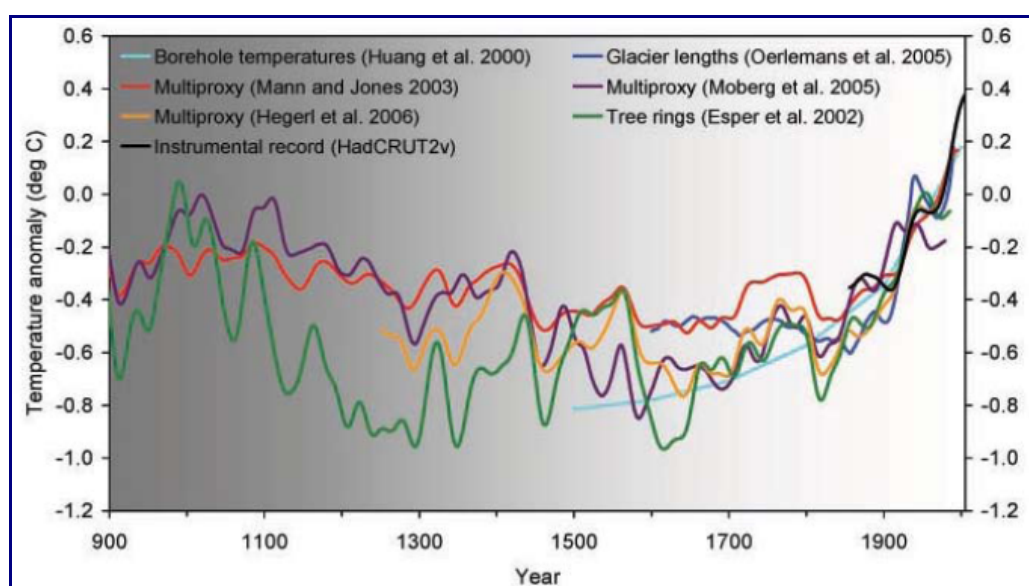


Figura 6. Reconstrucciones de las variaciones de la temperatura en la superficie terrestre. Fuente: NRC 2006

La Figura 6 representa las reconstrucciones suavizadas de las variaciones de la temperatura en la superficie terrestre a gran escala (media del hemisferio norte o media global), incluyendo el registro instrumental de la temperatura media global de la superficie. El sombreado en gris más oscuro indica una mayor incertidumbre general.

“Europa ha experimentado importantes aumentos de temperatura durante los últimos cien años, especialmente en las últimas décadas” (AEMA 2005), ver Figura 3. Este calentamiento ha sido más pronunciado en el noroeste de Rusia y en la Península Ibérica, y las temperaturas están experimentando mayores aumentos en el período invernal que en el estival, lo que origina inviernos más suaves y una variación estacional reducida. Así mismo, la AEMA (2005) expone que la precipitación anual aumentó en el norte de Europa entre un 10 y un 40 % durante el período 1990–2000, mientras que partes del sur de Europa experimentaron un descenso del 20 %. Las pautas estacionales reflejan tendencias incluso más pronunciadas. En particular, durante la estación invernal, el sur y el este de Europa experimentaron un clima más seco mientras que muchas partes del noroeste del continente registraron más precipitaciones.

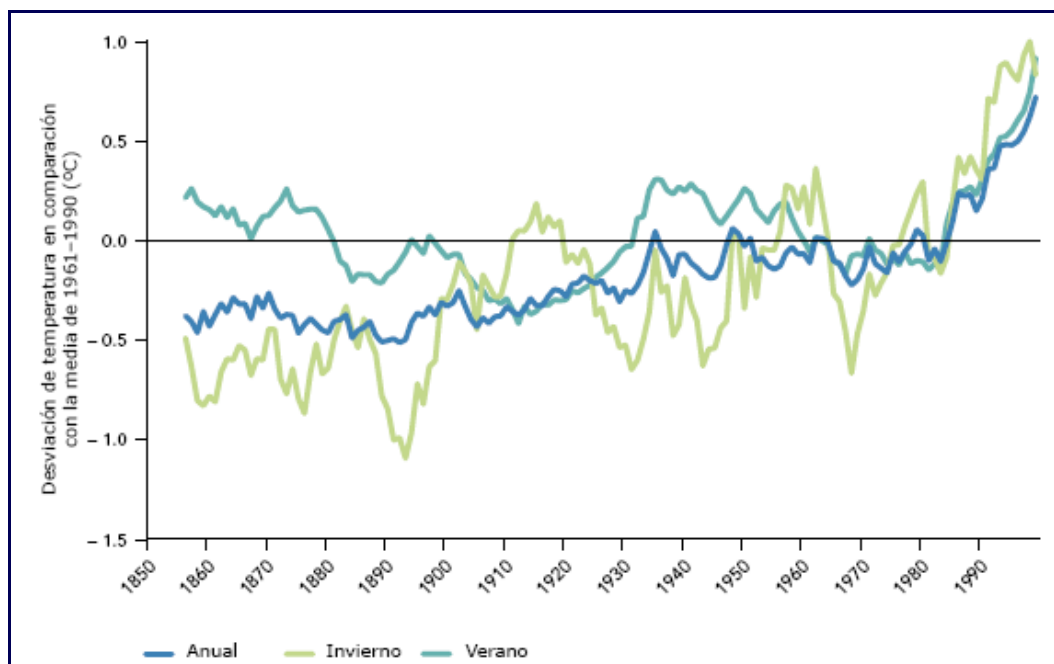


Figura 7. Desviaciones de la temperatura anuales, invernales y estivales en Europa 1850–2000.
Fuente: CRU 2003; Jones y Moberg 2003

En el informe técnico *Climate change and water adaptation issues* (EEA 2007) se evidencian la mayor intensidad en las precipitaciones y la mayor fuerza con la que se han producido en algunas partes de Europa inundaciones, sequías y olas de calor en las últimas décadas. Europa ha sufrido en los inicios de este siglo importantes avenidas cuyas consecuencias incluyen daños significativos a la población, las propiedades, las infraestructuras, la agricultura y la naturaleza. Estas no se pueden atribuir solamente al cambio climático global; los cambios en la gestión fluvial, la creciente urbanización y la tala de árboles en áreas montañosas también afectan la generación de avenidas. Sin embargo, estos acontecimientos se consideran ejemplos de los riesgos que conlleva el cambio climático (los modelos de clima predicen de forma general aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos extremos). También en este informe de la EEA se recuerdan los episodios de sequía de los últimos treinta años en Europa, y en este caso las opiniones están divididas acerca de su interpretación. Según Hisdal *et al.* (2001) no se conoce si estos acontecimientos representan una tendencia importante, o simplemente reflejan la variabilidad natural del clima; Schröter *et al.* (2005) exponen que aunque hay un componente humano directo que causa las sequías, la razón fundamental es el déficit en las precipitaciones, y el cambio en la sincronización de los flujos. Se reseña que cualquier situación de escasez puede ser agravada debido a una creciente demanda de agua como consecuencia del aumento de las temperaturas.

En el *Libro Verde de la adaptación al cambio climático* (UE 2007) se afirma que “los efectos del cambio climático en Europa y el Ártico ya son considerables y pueden medirse; y debido a la no linealidad de los impactos climáticos y a la sensibilidad de los ecosistemas, los cambios de temperatura, por mínimos que sean, pueden tener consecuencias muy importantes... en el último siglo, Europa experimentó un calentamiento de casi 1 °C, más rápido que la media mundial. Una atmósfera más cálida contiene más vapor de agua, pero los nuevos regímenes pluviométricos varían enormemente de una región a otra. Las precipitaciones y nevadas han aumentado considerablemente en el norte de Europa, mientras que las sequías son más frecuentes

en el sur”.

Dentro del resumen y principales conclusiones y recomendaciones de la *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (MMA 2005) se indica que “durante el siglo XX las temperaturas en España han aumentado de forma general y en magnitud superior a la media global. Esto es más acusado en invierno. Las precipitaciones durante este periodo han tendido a la baja, sobre todo en la parte meridional y Canarias, aunque su alta variabilidad impide un juicio más taxativo. Esta tendencia se corresponde en parte con un aumento en el índice de la NAO”.

En el *Informe sobre Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España* de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET 2008) se indica que “la temperatura del aire en la España peninsular ha mostrado indudables signos de calentamiento a lo largo del período instrumental (1850-2005), habiéndose estimado de moderadas a altas tasas de incremento térmico en comparación con las estimadas a mayores escalas espaciales (Jones y Moberg 2003)”. Así mismo se dice que “la tendencia de la precipitación no muestra un comportamiento tan definido como la temperatura. Una investigación sobre las 53 series pluviométricas anuales más largas disponibles hasta 1990 dio como resultado un mapa carente de una tendencia definida en la zona central; un cierto apunte al alza en el norte y noroeste peninsular; y una tendencia decreciente en el sur y el sureste peninsular (Milián 1996). También en otro análisis sobre 40 observatorios peninsulares y de Baleares, durante el período 1880-1992, se aprecia el comportamiento diferenciado entre la franja norteña ibérica, con tendencia al alza, y el interior y la fachada mediterránea, a la baja (Esteban-Parra *et al.* 1998)”.

2.3 Escenarios de emisiones y clima futuro

Las proyecciones climáticas son imágenes alternativas de cómo podría ser el clima en el futuro. La manera de obtenerlos es seguir la secuencia de la alteración antropogénica del clima (Figura 8).

En primer lugar se elaboran escenarios socioeconómicos de cómo será el mundo a finales del siglo XXI, porque de las actividades humanas se deducen las emisiones de GEI. Determinadas las futuras emisiones de GEI, a través del balance del ciclo del carbono, y teniendo en cuenta el tiempo de residencia de cada gas en la atmósfera, se determinan las concentraciones de los GEI en la atmósfera. Estas concentraciones constituyen lo que se denominan forzamientos radiativos. Un forzamiento radiativo es cualquier factor que altere el balance global de radiación de la Tierra, es decir, la radiación recibida del Sol o perdida en el espacio, o que altere la redistribución de energía dentro de la atmósfera y entre la atmósfera, la tierra y el océano. Con la modelización numérica del sistema climático puede determinarse el efecto que estos forzamientos radiativos tendrán en el clima futuro. Los forzamientos radiativos positivos tienden a calentar la superficie de la Tierra y la atmósfera inferior. Los forzamientos radiativos negativos tienden a enfriarlas. Estos trabajos contemplan los recursos hídricos globales y regionales como salida de modelos climáticos.

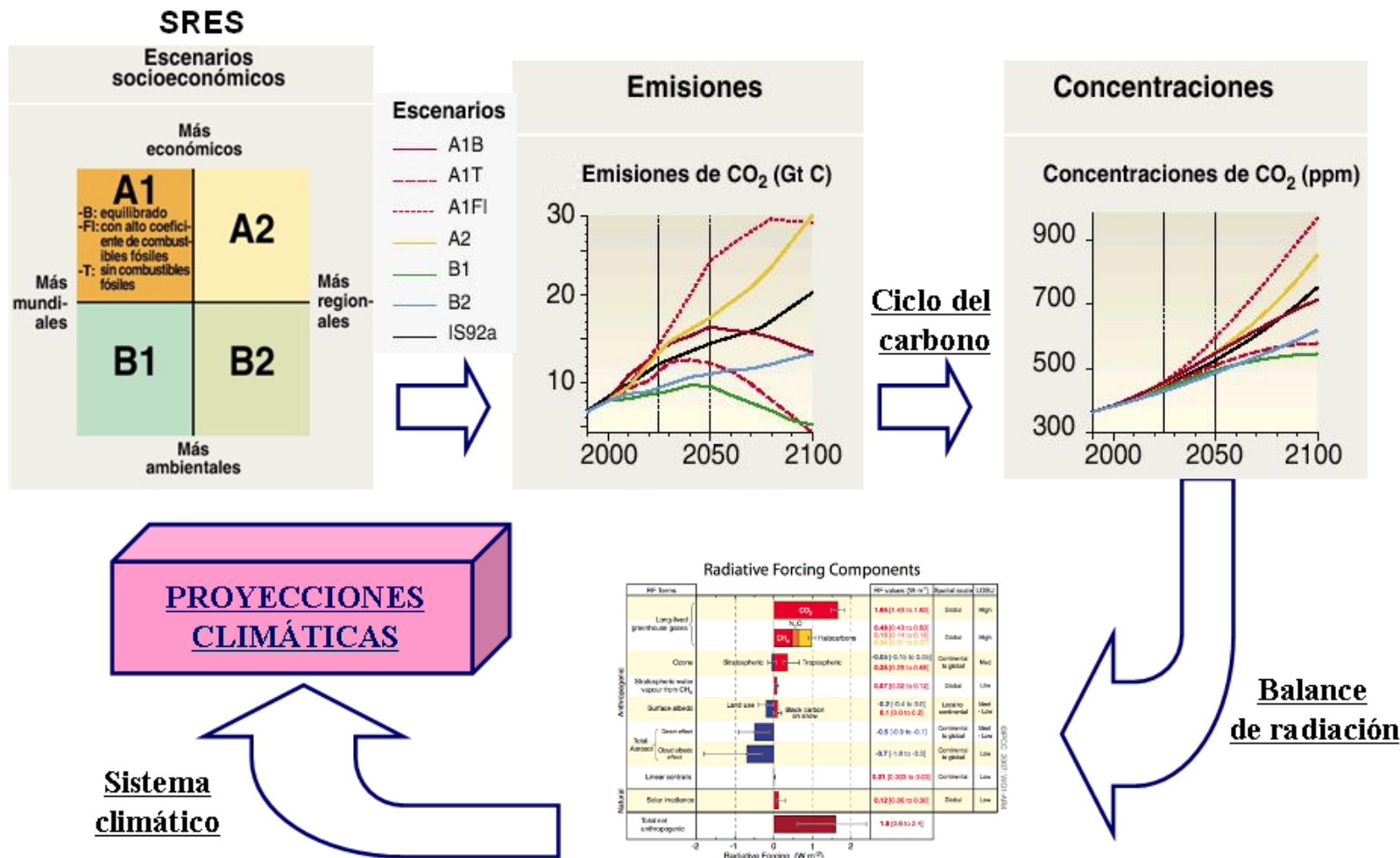


Figura 8. Procedimiento para la obtención de proyecciones climáticas

Las proyecciones climáticas consideradas en esta tesis utilizan los escenarios de emisiones A2 y B2 del IPCC. Estos están incluidos en el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (SRES, en sus siglas en inglés) de 2000. En los escenarios SRES se basan los cambios futuros presentados en el Tercer y Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.

Las características dominantes elegidas para distinguir entre las diferentes líneas de evolución de los escenarios SRES: (i) el grado de globalización de economías e instituciones; y (ii) el tipo de progreso, en función de que se haga énfasis en el aspecto económico material o en los aspectos sociales y ambientales del desarrollo. Las hipótesis acerca del crecimiento demográfico, del desarrollo socioeconómico mundial, de la evolución tecnológica, de los usos del suelo y del modelo de consumo energético, determinan los escenarios de emisiones de GEI. Para estimar sus concentraciones futuras, también hay que considerar los tiempos de residencia de cada gas en la atmósfera.

Las cuatro líneas argumentales de los escenarios SRES contemplan toda una serie de evoluciones plausibles de la población y de la actividad económica durante el siglo XXI (Figura 8). El conjunto de escenarios se compone de seis grupos de escenarios tomados de las cuatro familias: un grupo de cada una de las familias A2, B1 y B2, y tres grupos de la familia A1. Estos últimos, que caracterizan el desarrollo alternativo de tecnologías de energía, son: A1FI (utilización intensiva de combustibles de origen fósil), A1B (equilibrado) y A1T (predominantemente con combustibles no de origen fósil). A la hora de presentar conclusiones, se eligió un escenario de referencia de cada uno de los seis grupos de escenarios, sobre la base de sus líneas evolutivas (A1B, A2, B1, B2, A1FI y A1T). La elección de los escenarios de referencia, cuantifica la trayectoria que mejor refleja la línea evolutiva y las características de los distintos modelos. Los escenarios de referencia no son ni más ni menos probables que cualquier otro escenario, pero se consideran representativos de una línea evolutiva dada.

Estos escenarios presentan la emisión de dióxido de carbono como el factor más importante de calentamiento global. Los escenarios de concentraciones son la respuesta atmosférica y oceánica a las diferentes hipótesis socioeconómicas. Sólo para los escenarios B1 y A1T, a finales de siglo, las emisiones mundiales de CO₂ bajan hasta 500 y 400 ppm respectivamente. Para otros escenarios las emisiones se incrementan más o menos rápidamente hasta finales de siglo.

Por la dinámica del sistema climático y sus inercias, todos los escenarios de emisiones SRES dan como resultado un aumento de las concentraciones atmosféricas de CO₂ y un posible incremento de la temperatura y el nivel del mar.

Por tanto, el clima depende del balance radiativo global. El fundamento principal del cambio climático es el aumento de GEI en la atmósfera. El sistema climático y sus mecanismos de interacción determinan las retroalimentaciones y los tiempos de residencia y, en consecuencia, la sensibilidad del sistema para determinar la respuesta al forzamiento combinado. Los escenarios climáticos dependen en primera instancia de los escenarios de emisiones, establecidos a partir de hipótesis de evolución mundial de población, energía y desarrollo económico. Una de las respuestas a esta gama de escenarios es el calentamiento medio del aire en la superficie terrestre.

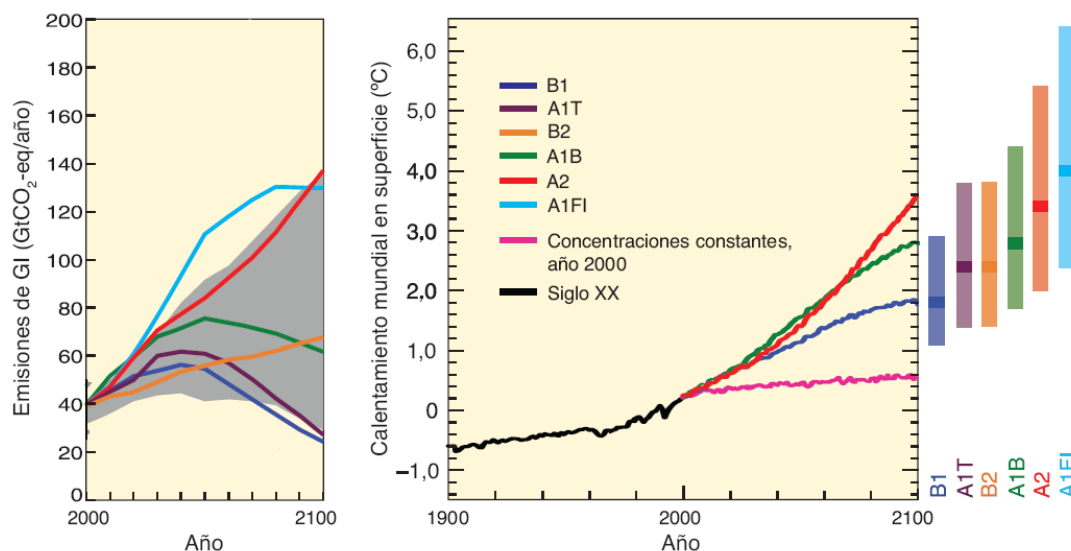


Figura 9. Escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 (en ausencia de políticas climáticas adicionales) y proyección de las temperaturas en superficie. Fuente: IPCC (2007)

Apréciase la dispersión que presentan los resultados de las proyecciones climáticas hasta 2100 (Figura 9). Una de las respuestas a esta gama de escenarios es el calentamiento medio del aire en superficie, que en la mejor estimación para el escenario bajo (B1) es 1,8° C y la mejor estimación del escenario más alto (A1F1) es 4° C.

A pesar de la incertidumbre, parece existir un consenso claro en la evolución que van a seguir las temperaturas. En el caso de variables climáticas derivadas, como la precipitación, la evaporación, etc. y, por supuesto, la escorrentía, no es fácil llegar a ese acuerdo. En estos casos la incertidumbre es mayor y, por ello, más importante la creación de herramientas que permitan analizar y valorar los efectos del cambio climático antes de la toma de decisiones.

2.4 Descripción general de los impactos del cambio climático sobre los sistemas de recursos hídricos

El cambio climático y sus posibles impactos sobre los recursos hídricos se han convertido en un tema cada vez más común en conferencias científicas y reuniones de los organismos públicos y privados encargados de la gestión del agua. El IPCC presta especial atención a la relación entre estos dos temas a través de la reciente publicación de su Documento técnico VI (Bates *et al.* 2008). En él se llega a la conclusión de que “los registros de observaciones y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y pueden resultar gravemente afectados por el cambio climático, con muy diversas consecuencias para las sociedades humanas y los ecosistemas”. También se sugiere que “las prácticas de gestión hídrica actuales pueden no ser suficientemente sólidas para contrarrestar los efectos del cambio climático sobre la fiabilidad del abastecimiento, el riesgo de inundación, la salud, la agricultura, la energía o los ecosistemas acuáticos”.

Dado que un sistema de recursos hídricos tiene un componente biofísico (el ciclo hidrológico) y un componente social (la relación oferta/demanda de agua), los posibles

impactos del cambio climático sobre los componentes del sector del agua se agruparán en: impactos biofísicos e impactos socioeconómicos. Los primeros incluyen las afecciones sobre los recursos hidrológicos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos; y los segundos consideran los impactos sobre la demanda de agua y los sistemas de explotación del agua (UNEP/IVM 1998).

2.3.1 Impactos biofísicos

Recursos hidrológicos

Cambios en los parámetros climáticos (radiación solar, viento, temperatura, humedad, y nubosidad) afectarán la evaporación y la transpiración. A largo plazo, la escorrentía de un territorio es igual a la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración; cambios en la precipitación, que condicionan directamente el agua que cae sobre los continentes, y cambios en las temperaturas, que modifican los valores de evaporación y transpiración, alterarán la cantidad y la distribución espacial y temporal de las escorrentías. La exposición a otros efectos indirectos del cambio climático, como la subida del nivel del mar, los cambios en la humedad de los suelos, los cambios en la condición de la tierra y el agua, etc. también tendrá su impacto en la hidrología. Los caudales de los ríos y las aguas subterráneas son los recursos naturales de agua o recursos hidrológicos.

Calidad del agua

Todas las detracciones de agua del ciclo hidrológico cambian la calidad química, biológica o termal de la misma durante uso. Cuando ésta retorna de nuevo al ciclo puede afectar a la calidad de la masa de agua receptora. Para satisfacer las necesidades de calidad de agua y de protección medioambiental, el sistema de gestión del agua puede ser diseñado para proporcionar cualquier flujo de dilución o considerar el tratamiento de aguas residuales. El cambio climático puede afectar a la calidad del agua gestionada por el sistema de tres maneras. Primero, la reducción de los recursos hidrológicos puede mermar los flujos de dilución en la corriente, conducir a la degradación de la calidad del agua y/o incrementar las inversiones en el tratamiento de aguas residuales. En segundo lugar, temperaturas más altas reducen el contenido de oxígeno disuelto en las masas de agua. Tercero, en respuesta a cambio climático, los usos del agua, especialmente los agrícolas, pueden aumentar la concentración de la contaminación vertida a las corrientes. Estos tres elementos juntos plantean una amenaza a la calidad del agua y a la integridad del ecosistema acuático.

Ecosistema acuático

Hay muchas y complejas interacciones entre los elementos que componen el ecosistema acuático, los cuales determinan las demandas naturales de agua. El clima es una entrada directa de energía y variables químicas al sistema, y una entrada indirecta que condiciona el régimen de caudales, la estructura del hábitat y los factores bióticos. Todos estos elementos están en un delicado equilibrio, de modo que el cambio, por leve que sea, de algunos de los elementos dominantes puede afectar en gran medida a la integridad del ecosistema.

2.3.2 Impactos socioeconómicos

Demanda de agua

El uso del agua se divide generalmente en aplicaciones no mercantiles y mercantiles. Las aplicaciones del agua no mercantiles son paisajísticas, ciertos usos recreativos y la integridad acuática del ecosistema. Las aplicaciones mercantiles del agua, como se ha indicado anteriormente, se pueden agrupar en: (i) agricultura: riego y explotación ganadera; (ii) industria: industrial, minero, navegación, recreativo; (iii) energía: enfriamiento termoeléctrico y generación de energía hidroeléctrica; y (iv) municipal: suministro público, doméstico y comercial. Un uso mercantil adicional del agua es la dilución para la disminución de la contaminación. Típicamente se considera un uso de mercado porque puede ser valorado en función del ahorro en el coste en tratamientos adicionales para conseguir estándares de calidad del agua.

El cambio climático podría influir sobre las demandas municipal e industrial de agua. La demanda municipal depende hasta cierto punto del clima, especialmente para riego de jardines, céspedes y campos recreativos, pero las tasas de utilización son sumamente dependientes de las regulaciones del recurso hídrico y de la educación de usuario local. El uso industrial para propósitos de procesamiento es relativamente insensible al cambio climático; se encuentra condicionado por tecnologías y modos de uso. Las demandas de refrigeración por agua podrían estar afectadas por un clima más cálido, dado que el aumento en la temperatura del agua reducirá la eficiencia de la refrigeración; podría aumentar la extracción de agua para reunir los requisitos de refrigeración (o, alternativamente, producirse cambios en las tecnologías de refrigeración para hacerlos más eficientes). El cambio climático puede tener un efecto importante en la demanda para regadío, que depende de que los aumentos de evaporación estén compensados, o agravados, por cambios de la precipitación; de este modo, temperaturas más elevadas con mayor evaporación en las cosechas, marcan una tendencia general dirigida hacia un aumento de las demandas de agua de riego.

Reservas

El cambio climático puede afectar la disponibilidad de agua superficial por reducción del flujo que llega a los embalses o por aumento de la variabilidad de las corrientes, que afectará directamente a cultivos estables asociados a lagos y embalses. Un impacto adicional en regiones áridas y semiáridas podrían ser las pérdidas por evaporación en las reservas de agua. La disponibilidad de agua subterránea puede quedar afectada por el incremento o decremento de la infiltración debido a cambios en la cantidad y la distribución espacial de la precipitación y las corrientes. Esta situación puede conducir a costes crecientes de bombeo si la filtración disminuye, debido a la reducción de la precipitación o a pérdidas de humedad del suelo por aumento de la evapotranspiración.

Sistemas de explotación de agua

Los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos no sólo dependen de las aportaciones procedentes del ciclo hidrológico, también del sistema de explotación disponible. La forma de gestionarlo es un factor determinante de la suficiencia o escasez de agua frente a la demanda social.

Las decisiones acerca de la planificación de los recursos hídricos, que incluyen el diseño y la construcción de nueva infraestructura, el tipo y área de los cultivos, las cuotas de agua para los distintos usos y la operación de embalses y sistemas hidráulicos, dependen de las condiciones climáticas. En el pasado estas decisiones asumían que las condiciones climáticas futuras deberían tener las mismas características y variabilidad que las condiciones en el pasado. La mayoría de los sistemas de suministro de agua en el mundo fueron diseñados con esta suposición. Por ejemplo, las presas se construyen de acuerdo a la información existente de los caudales en los ríos y el tipo y frecuencia de las inundaciones y las sequías esperadas. Los embalses se explotan tomando como referente para la toma de decisiones el pasado hidrológico de la cuenca. Los sistemas de riego se diseñan con información histórica de la temperatura, la disponibilidad de agua, y los requerimientos de agua en el suelo. En condiciones de cambio climático, la utilización de los registros del pasado puede ser incorrecta (y potencialmente peligrosa o cara) para el diseño y operación de los sistemas hidráulicos.

La gestión del agua tendrá que considerar la modificación del volumen y la distribución del agua disponible para usos domésticos e industriales, riego, generación de energía hidroeléctrica, navegación, ecosistemas de corrientes fluviales interiores y actividades acuáticas recreativas; y también deberá incluir las variaciones de la demanda originadas por el cambio climático.

2.4. Precedentes gubernamentales e institucionales relativos al cambio climático y la gestión del agua

2.4.1 Contexto global

En 1992, en Río de Janeiro, 191 países reunidos en lo que se denominó la “Cumbre de la Tierra” firmaron la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) con el propósito de “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y situarlos en un nivel que impida interferencias humanas nocivas en el sistema climático”. Este nivel se habría de conseguir en un plazo suficiente para que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y para permitir que el desarrollo económico continúe y de manera sostenible. Sin embargo, sea por la razón que fuera, la Convención en aquel momento no supuso más que una declaración de intenciones, aunque ha supuesto el inicio de un proceso que llega a nuestros días. Esta Convención se ha ido reuniendo en la Conferencia de las Partes, en Berlín (1995) -de donde salió el conocido “Mandato de Berlín”-, Ginebra (1996), Kyoto (1997) -de donde salió el “Protocolo de Kyoto”-, Buenos Aires (1998), Bonn (1999), La Haya (2000), Bonn (2001), Marrakech (2001), Nueva Delhi (2002), Milán (2003), Buenos Aires (2004), Montreal (2005), Nairobi (2006), Bali (2007) y Copenhague (2009).

En el Protocolo de Kyoto se pactó cuantificar un objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Los mecanismos de flexibilidad establecidos para la aplicación del Protocolo fueron fundamentalmente tres: el comercio internacional de emisiones; el mecanismo de desarrollo limpio; y el mecanismo de aplicación conjunta.

2.4.2 Unión Europea

La Unión Europea ha venido preocupándose de las cuestiones relativas al cambio climático, a la protección medioambiental y a la sostenibilidad desde bastante tiempo atrás. Por lo que respecta al cambio climático, la Comunidad Europea se adhirió al Protocolo de Kyoto en 2002¹. Con anterioridad (1993) se había establecido un mecanismo de seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, se había regulado (1996) la expedición de permisos de emisión y se había dictado la Directiva² sobre calidad del aire. Sin embargo, fue después de la adhesión al Protocolo cuando la Comunidad Europea y los Estados miembros se comprometieron a reducir sus emisiones antropogénicas globales de los gases de efecto invernadero, enumerados en el Anexo A del Protocolo, en un 8% respecto a los niveles de 1990 en el período comprendido entre 2008 y 2012. En junio de 2007, la Comisión de las Comunidades Europeas generó el Documento³ de la Comisión para el Consejo, el Parlamento, el Comité económico y social y el Comité de las regiones, sobre la adaptación al cambio climático en Europa, opciones de actuación para la UE, *Libro Verde de la adaptación al cambio climático*.

En el Libro Verde se dice “como el cambio climático es ya una realidad en todo el mundo, la sociedad se enfrenta al desafío paralelo de adaptarse a sus impactos, ya que es inevitable que a lo largo de este siglo y después se produzca cierto grado de cambio climático, incluso aunque resultaran un éxito las medidas de mitigación que se adopten a nivel internacional en las próximas décadas...”. En este Documento también se insta a la toma de medidas de adaptación para hacer frente a un clima cambiante y a garantizar la sostenibilidad de las inversiones a lo largo de toda su duración, teniendo en cuenta explícitamente el cambio climático, definiendo este concepto como “climate proofing” o “a prueba de clima”. En el texto se cita entre las áreas más vulnerables de Europa a la Europa meridional y toda la cuenca mediterránea, debido al efecto combinado de altas subidas de temperatura y pocas precipitaciones en zonas que ya sufren de escasez de agua. Entre las medidas de adaptación tempranas a tomar en la UE con relación al sector del agua, en el Libro Verde se hace referencia al desafío de incorporar a la aplicación de la Directiva marco sobre el agua medidas para hacer frente al cambio climático.

En abril de 2009, nuevamente la Comisión de las Comunidades Europeas generó un Documento⁴ sobre la adaptación al cambio climático en Europa, en este caso dirigido al establecimiento de un marco europeo de actuación, *Libro Blanco de la adaptación al cambio climático*. En el se dice que: “el cambio climático hace que aumenten las temperaturas terrestre y marina y altera los volúmenes y regímenes pluviométricos, lo cual provoca la subida del nivel medio del mar y riesgos de erosión costera, y se prevé, además, que agrave las catástrofes naturales vinculadas a fenómenos meteorológicos. Los cambios en el nivel del agua, las temperaturas y los caudales afectarán, por su parte, al abastecimiento de alimentos, la sanidad, la industria, el transporte y la integridad de los ecosistemas”. El texto también indica que la gravedad de los impactos del cambio climático varía según las regiones, siendo las más vulnerables en Europa: el sur, la cuenca mediterránea, las regiones ultraperiféricas y el Ártico. Con relación al sector del agua, se hace referencia a cambios importantes en la calidad y disponibilidad de los

¹ Decisión 2002/358/CE del Consejo

² Directiva 1999/30/CE

³ COM(2007) 354

⁴ COM(2009) 147

recursos hídricos como consecuencia del cambio climático, que a su vez tendrán efecto en otros sectores como la producción de alimentos; y se afirma que es probable que la situación de escasez de agua siga deteriorándose como consecuencia del cambio climático, de modo que regiones europeas con gran escasez de agua van a pasar del 19% actual al 35% antes de la década de 2070.

En la Comunicación⁵ de la Comisión de las Comunidades Europeas dedicada a la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea de julio de 2007, se define la escasez de agua como una explotación insostenible de los recursos hídricos debido a un exceso de demanda. En el texto se diferencia la escasez de agua de la sequía al definirse esta segunda como una disminución temporal de la disponibilidad de agua debida, por ejemplo, a la falta de precipitaciones. Desde esta perspectiva, la escasez de agua no sólo tiene un impacto directo para el ciudadano y los sectores económicos que utilizan y dependen del agua, sino que además afecta a los recursos naturales en general, por sus efectos secundarios negativos para la biodiversidad, la calidad del agua, el aumento del riesgo de incendios forestales y el empobrecimiento del suelo.

2.4.3 España

En España, organismos estatales y autonómicos, como el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARMA), las Demarcaciones Hidrográficas (DH), el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX), el Instituto Geológico y Minero (IGME), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y otros, colaboran en la elaboración y gestión de datos e información relativa a los recursos hídricos desde su fundación, aunque los principales órganos hidráulicos de planificación y gestión en España son el Consejo Nacional del Agua y las Demarcaciones Hidrográficas. El trabajo activo y coordinado de todos estos organismos permite que la capacidad operativa de cualquiera de ellos pueda colaborar en las tareas de investigación científica de los otros que, a su vez, puedan mejorar conocimiento de los procesos y operaciones. Del mismo modo, los datos recogidos y recopilados por un organismo para un propósito específico pueden ser utilizados por otro organismo para complementar datos diferentes o información para un fin completamente distinto.

En 2005 la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) elaboró la *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (MMA 2005) sobre los posibles efectos del cambio climático en los diferentes ecosistemas y sectores socioeconómicos españoles. En ella, “expertos de diferentes disciplinas intentan valorar cuáles pueden ser los cambios que ocurrirán a lo largo de este siglo XXI en el clima de España como consecuencia del calentamiento global del planeta y cómo tales cambios pueden impactar al medio natural, sus recursos, a algunos de los principales sectores productivos y a la salud humana en nuestro país” (MMA 2005). El marco de referencia climático o socioeconómico futuro de los trabajos recopilados en este informe es el elaborado por el IPCC. En el texto se recogen los trabajos exploratorios realizados hasta la fecha sobre el impacto del cambio climático en los recursos hídricos en España que, de forma general y muy abreviada, pueden describirse como una disminución de aportaciones hídricas y un aumento de la demanda de los sistemas de riego, debido al aumento de la temperatura y a la disminución de la precipitación. También pone de

⁵ COM(2007) 414

manifiesto la diferente vulnerabilidad que presentan a estos impactos distintas regiones hidrográficas españolas; y las sinergias existentes entre el sector del agua y otros sectores, cuya influencia mutua puede multiplicar los efectos iniciales del cambio climático en cualquiera de ellos. Tienen especial interés algunas de las indicaciones que se realizan sobre los sistemas de recursos hídricos, como la idea de que la estructura del sistema y la forma de gestionarlo condiciona finalmente la suficiencia o escasez de agua frente a las necesidades. En conjunto, este informe es el primer intento de mirar globalmente el estado del conocimiento, la tecnología, las estrategias de estudio y las futuras líneas de investigación, para mejorar la comprensión del fenómeno del cambio climático y la manera de abordarlo.

Dada la velocidad a la que se prevé que aparezcan los impactos del cambio en la variabilidad climática sobre sistemas naturales y sociales, y para promover iniciativas de anticipación y respuesta al cambio climático, se ha puesto en marcha en España el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (2006), que constituye “el marco general de referencia para la coordinación entre Administraciones Públicas en relación con las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, proporcionando la estructura global en la que encajar las evaluaciones y medidas previstas para los distintos sectores” (MMA 2006). Las líneas de actuación correspondientes a los recursos hídricos de este Plan van desde el desarrollo de modelos regionales acoplados clima-hidrología, hasta el diseño de directrices para incorporar los impactos del cambio climático a los planes y proyectos del sector hidrológico. Podría decirse que el Plan persigue analizar la respuesta del sistema de recursos hídricos a los efectos del cambio climático para definir estrategias de mejora de la gestión del agua que permitan la adaptación progresiva del sistema a los posibles efectos cambio climático.

2.5 Estudios relevantes para la adaptación al cambio climático del sector del agua en España

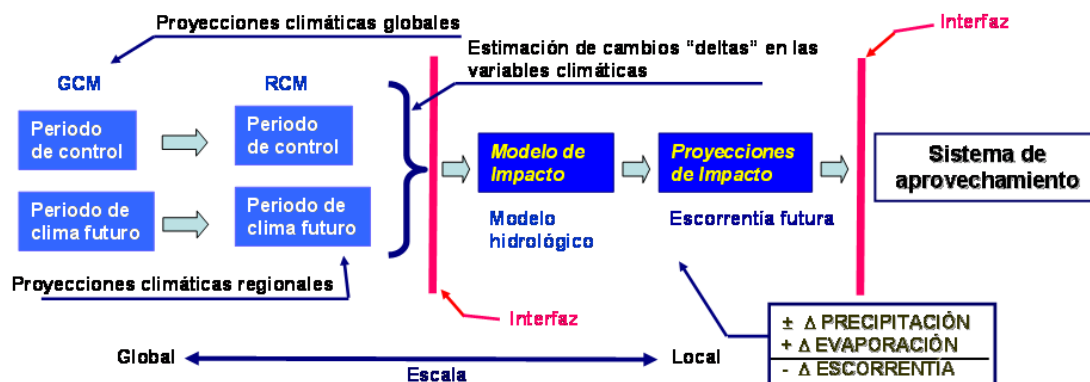
La mayor parte de modelos climáticos predicen un planeta más húmedo en relación con el calentamiento global, asociado a un incremento en la tasa del movimiento del agua en el ciclo hidrológico, con un aumento en la evaporación, precipitación y escorrentía. Sin embargo, no todas las áreas estarán afectadas con estas tendencias, sino que en las latitudes medias y subtropicales se producirán cambios en sentido contrario, con tendencia a una disminución de los recursos hídricos y al aumento en la variabilidad hidrológica (aumento de las sequías y crecidas).

El marco estándar para abordar estudios de Impacto del Cambio Climático, Vulnerabilidad y Adaptación (CCIVA) en los recursos hídricos ha sido el enfoque “de arriba a abajo”, desarrollado a partir del marco de evaluación de siete pasos IPCC (Carter et al. 1994; Parry y Carter 1998).

Este enfoque consiste en estudiar el resultado de una serie de modelos climáticos, hidrológicos e hidráulicos encadenados de forma secuencial. Se empieza estableciendo la credibilidad científica del calentamiento climático antropogénico y se termina considerando los cambios potenciales que dicho calentamiento producirá en los sistemas de recursos hídricos. Estos estudios intentan abarcar diferentes horizontes temporales (frecuentemente hasta el 2100) y emplean la reducción de escala, desde los

modelos climáticos globales a modelos de proceso a escala local, en una secuencia de pasos analíticos que va desde el sistema climático a la evaluación socio-económica a través de los impactos biofísicos.

Estas investigaciones se pueden catalogar según pongan el énfasis en analizar los cambios en el balance hidrológico o se centren en las repercusiones socioeconómicas de estos cambios en los sistemas asociados, por ejemplo, en términos de fiabilidad de los suministros de agua.



La evaluación integrada de los impactos del cambio climático en los sistemas de recursos hídricos requiere del empleo de diversos modelos de simulación anidados de forma secuencial:

- Modelos de generación de escenarios climáticos (globales y regionales). Manejan variables atmosféricas: PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA, VIENTO, etc.
- Modelos de simulación del ciclo hidrológico en régimen natural. Manejan variables hidrológicas: PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA, APORTACIÓN, etc.
- Modelos de simulación de los sistemas de explotación de recursos hídricos. Manejan variables de gestión: APORTACIONES, DEMANDAS, SUMINISTROS, etc.

Figura 10. Enfoque para el estudio del impacto del cambio climático en los recursos hídricos

La literatura existente muestra gran variedad de investigaciones con diferentes objetivos y escalas espaciales y temporales. El uso de escenarios limita la validez de las comparaciones cuantitativas directas entre diferentes trabajos. En este caso, se pueden hacer análisis comparativos de conceptos básicos, enfoques y metodologías para entender las previsiones globales de disponibilidad y de uso del agua.

A continuación, siguiendo un orden cronológico, se comparan los trabajos realizados hasta el momento en esta área de estudio en España, destacando de cada uno de ellos las características que pueden diferenciarlos: la escala espacial, el horizonte temporal, las consideraciones explícitas que realizan de cambio climático y el tipo de modelo empleado. Según el modelo las variables hidroclimáticas de entrada y los campos de salida son diferentes. El aumento de la resolución espacial del estudio y el alcance temporal viene determinado en todo momento por los datos climáticos que se empleen. Las tendencias del clima futuro dependen de los escenarios socioeconómicos que se utilicen y varían según los modelos generales de clima que se usen.

Trabajos relevantes relacionados con el impacto del cambio climático en los Recursos Hídricos en España							
Año	Título	Escala espacial	Horizonte temporal	Consideración explícita del cambio climático	Referencia	Modelo	Conclusiones
1996	Impacto del Cambio Climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica en la España peninsular	Cuencas hidrográficas españolas	2060	Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); Impacto en las aportaciones	Ayala-Carcedo, F.J. e Iglesias López, A., 1996	Hidrológico agregado anual	Reducción global de recursos hídricos 17 %. Aumento de la variabilidad interanual de los recursos. Cambios más intensos en la mitad Sur de España
1998	Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y demandas de riego en determinadas regiones de España	Cuencas hidrográficas españolas	2030	Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); Impacto en las aportaciones y la demanda de riego	Cedex, 1998	Hidrológico distribuido anual Modelos de cultivo simples (necesidades hídricas FAO) Modelos de simulación de cultivos DSSAT	Se consigue una visión general del problema
1999	Libro Blanco del Agua	Cuencas hidrográficas españolas	2030	Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); Impacto en las aportaciones	MMA, 1999	Hidrológico distribuido anual	Impactos más severos en algunas cuencas. Disminución media de aportaciones hídricas en régimen natural entre un 5 y un 14 %
1999	Una evaluación de la capacidad de regulación de las cuencas de la España peninsular	Cuencas hidrográficas españolas		Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); Impacto en la disponibilidad hídrica	Garrote, L., I. C. Rodríguez, F. Estrada, 1999	Modelo de gestión OPTIGES	La reducción de las aportaciones del 5% al 14 % supondría la reducción de la disponibilidad del 4% al 11%.
2002	Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos: Aplicación en diecinueve pequeñas cuencas en explotación de los sistemas de recursos hídricos frente al cambio climático en España	Cuencas hidrográficas españolas	2030	Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); impacto en las aportaciones	Fernández P., 2002	Hidrológico distribuido mensual SIMPA	Resultados variables de aumento y disminución de las escorrentías según cuencas hidrográficas. Aumento de la variabilidad interanual de las mismas.
2004	Sensibilidad de los sistemas de recursos hídricos frente al cambio climático en España	Cuencas hidrográficas españolas	2060	Emissiones (CO ₂); Escorrentía futura; Impactos en la disponibilidad hídrica	I. C. Rodríguez, 2004	Modelo de gestión OPTIGES, índice MAD	La sensibilidad de los sistemas es mayor donde la capacidad de embalse es menor. La regulación reduce la vulnerabilidad al cambio climático
2004	Proyecto PRUDENCE	Europa	1960-1990 2070-2100	Emissiones (GEI); Generación de escenarios climáticos regionalizados para Europa	Prudence, 2004	Climáticos, globales y regionales	Base de datos de variables hidrológicas actuales y futuras, correspondientes con los escenarios de emisiones A2 y B2
2007	Efectos del cambio climático en los sistemas complejos de recursos hídricos. Aplicación a la cuenca del Júcar	Cuenca del Júcar	2011-2041 2041-2071 2071-2100	Emissiones (CO ₂); Clima futuro (temperatura y precipitación); Impacto en la disponibilidad hídrica	Hernández Barrios, L. (2007)	Modelo hidrológico PATRICAL. Modelos de cultivo Cropwat 4.0 (FAO), Modelo de gestión SIMGES	Se consiguen determinar futuros déficits en el riego
2008	Previsible Evolución de los Recursos Hídricos en la Península Ibérica según los escenarios de Cambio Climático	Península Ibérica	1960-1990 2070-2100	Emissiones (GEI); Clima futuro (Escorrentía); Impacto en la disponibilidad hídrica futura	Lama, B., 2008	Estadístico	Reducción de los recursos medios anuales y aumento de la variabilidad interanual para los escenarios de emisiones A2 y B2
2008	Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España	España	1961-1991 2011-2041 2041-2071 2071-2100	Emissiones (GEI); Estimación de la evolución del clima en España en el siglo XXI (Temperatura máx y mín, y precipitación)	AEMET, 2008	Climáticos globales Climáticos regionales Empírico-estadístico	Base de datos de variables climáticas actuales y futuras, correspondientes con diferentes escenarios de emisiones
2009	Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural	España	1961-1991 2011-2041 2041-2071 2071-2100	Emissiones (GEI); Clima futuro (Temperatura, precipitación); Impactos en la evapotranspiración, escorrentía	Cedex, 2009	Hidrológico distribuido mensual SIMPA	Horquillas de variación de la aportación media anual, por DH, para cada uno de los horizontes del estudio y para los escenarios de emisiones A2 y B2
2010	Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España	España	1960-1990 2070-2100	Emissiones (GEI); Clima futuro (Temperatura, precipitación, evaporación y escorrentía); Impacto en las variables hidrológicas en España	González, D.P., 2010	Estadístico	Horquillas de variación de la aportación media anual y del coeficiente de variación medio anual, por DH, para el escenario de emisiones A2

Figura 11. Relación de estudios sobre el impacto del cambio climático en los recursos hídricos en España

Ayala-Carcedo *et al.* (1996) realizaron un estudio de reducción de los recursos hídricos en España debidos al posible cambio climático. Los cálculos evaluaron la variación de la aportación anual a partir del balance hídrico, con un modelo agregado regional, aplicado a cada una de las grandes cuencas hidrográficas españolas, considerando los escenarios de cambio climático propuestos en 1995 por el Instituto Nacional de Meteorología (INM), basados en el modelo Hadley Center (UK) de 1990. Para 2060, las simulaciones, con aumentos de temperatura de 2.5° C y disminuciones de precipitación de un 8%, producirían una reducción global media de los recursos hídricos de un 17%. Esta cifra podría superar el 20% para los escenarios previstos al final de siglo.

En el *Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y demandas de riego en determinadas regiones de España* (CEDEX 1998), se concluye que, con carácter general, al aumentar las temperaturas se reduce el riesgo de heladas, se acorta el ciclo de los cultivos, los rendimientos sufren reducciones significativas y las necesidades de riego netas llegan incluso a disminuir, debido básicamente al acortamiento de la duración del cultivo. Los resultados obtenidos en cuanto a variación en las necesidades de agua para el riego hay que considerarlos, sin embargo, conjuntamente con las variaciones en los rendimientos, pues como consecuencia de la reducción de éstos puede ser económicamente inviable el cultivo de algunas especies en determinadas zonas. Además, la modificación estacional de precipitaciones puede inducir cambios en los requerimientos estacionales de riego, con un balance final no conocido.

En el Libro Blanco del Agua en España (MMA 1999) se evaluó, con un modelo distribuido anual, el efecto del Cambio Climático sobre las escurrientías en España. Se consideraron dos escenarios climáticos para 2030. El escenario “moderado” supondría el aumento en 1°C de la temperatura media anual. El escenario “severo” supondría el aumento en 1°C temperatura media anual y la disminución en un 5% precipitación media anual. Los resultados son la reducción de la aportación total por ámbitos de planificación para cada uno de los dos escenarios. La disminución media de aportaciones hídricas en régimen natural oscilaría entre un 5 y un 14 %.

Garrote *et al.* (1999) realizaron la *Evaluación de la capacidad de regulación de las cuencas de la España peninsular*. En este trabajo se consideraron los mismos escenarios climáticos que en el LBAE. A partir de series de recursos naturales simuladas por modelos hidrológicos para los dos escenarios, se obtienen series de recursos disponibles en los distintos sistemas para distintos escenarios climáticos. Se concluye que para una reducción aportaciones 5%, el recurso disponible se reduciría en un 4%; y para una reducción de las aportaciones de 14%, la reducción del recurso disponible sería del 11%.

Fernández Carrasco (2002) realizó el *Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos: Aplicación en diecinueve pequeñas cuencas en España*. Se utilizó el modelo hidrológico distribuido mensual SIMPA. Se emplearon los mismos escenarios climáticos que fueron considerados en el LBAE, más los campos climáticos elaborados para la Península Ibérica con los modelos climáticos regionales UKMO y PROMES. Fundamentalmente en este trabajo se comparan los resultados de impacto en los recursos hídricos obtenidos con una ley regional, como Budyko a escala anual, y los obtenidos con un modelo distribuido SIMPA a escala mensual. Se concluye con la necesidad de aplicar la modelación mensual.

Rodríguez (2004) abordó el estudio de la *Sensibilidad de los sistemas de explotación de los recursos hídricos frente al cambio climático en España*. En este estudio se emplean los escenarios climáticos del LBAE y las salidas del modelo regional PROMES. Se trata de estimar el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos en régimen regulado, en España, comparando el recurso teóricamente disponible en la situación actual con el disponible en los distintos escenarios de cambio climático considerados, teniendo en cuenta la infraestructura de regulación existente. Para ello se calcula la máxima demanda atendible en cada nudo con un criterio de garantía tipo UTAH. Es un concepto teórico, que se refiere exclusivamente a la capacidad de oferta de recursos hídricos y no a su demanda efectiva. Se ha supuesto una distribución mensual de la demanda variable, similar a una demanda mixta de abastecimiento y regadío, con predominio de este último tipo. Retornos iguales al 20% del suministro. Los resultados no tienen excesivo interés desde el punto de vista del cambio climático, al proponer los escenarios mayor aportación en muchas cuencas.

PRUDENCE (2004) es uno de los proyectos de investigación desarrollados por la UE sobre cambio climático a escala regional. Su justificación es la baja resolución espacial de los escenarios de cambio climático de los modelos globales, que desaconseja su uso directo para estudios de impacto a escala regional. En Prudence se acomete la regionalización a través de modelos regionales de clima anidados en diferentes modelos globales. Cada modelo regional ha sido realizado por una institución científica europea diferente y por tanto recoge parametrizaciones de distintos procesos atmosféricos de formas distintas. Los experimentos numéricos recogidos en este proyecto corresponden dos ventanas temporales, la actual (1960-1990, llamada de control) y la futura (2070-2100, que a su vez constituye la respuesta climática a dos escenarios de emisiones planteados por el IPCC, A2 y B2). Los resultados forman una base de datos de variables hidroclimáticas en la región europea; y permiten comparar el clima actual con las simulaciones de la climatología (1960-1990), disponer de escenarios de cambio climático en 2070-2100; y comparar la climatología (1960-1990) con la climatología (2070-2100).

Las conclusiones metodológicas más destacables de los resultados de PRUDENCE son: (i) los RCM reproducen aceptablemente los patrones regionales de temperatura y precipitación estacionales, aunque por lo general presentan bias significativos en determinadas regiones y estaciones del año, en parte “heredados” de los GCM; (ii) ningún RCM puede señalarse como superior a los demás, siendo el promedio del “ensemble” el que mejor se ajusta a la climatología; (iii) las distribuciones espaciales de los cambios de temperatura proyectados para 2070-2100 presentan patrones similares en la mayor parte de las simulaciones con los RCM; y (iv) las distribuciones de los cambios de precipitación presentan más dispersión entre los modelos que los de temperatura.

Hernández (2007) realizó el estudio de los *Efectos del cambio climático en los sistemas de recursos hídricos complejos. Aplicación a la cuenca del Júcar*. En él se trató de desarrollar una metodología para la evaluación integrada de los impactos del cambio climático de modo que, una vez analizadas las repercusiones cuantitativas, se procede a reproducir el sistema de gestión para determinar las garantías y fallos que se producirían en las demandas. Los resultados componen una imagen del sistema que no es capaz de atender sus demandas.

Lama (2008) realizó el estudio de la *Previsible Evolución de los Recursos Hídricos en la Península Ibérica según los escenarios de Cambio Climático*. A partir de los datos de PRUDENCE relativos a la Península Ibérica, y por comparación de la escurrentía (1960-1990) con la escurrentía (2070-2100), se determinan los cambios que podrían aparecer en los flujos peninsulares, considerados globalmente, en media y coeficiente de variación.

La AEMET (2008) acometió la *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. Este trabajo necesitó de la aplicación de técnicas de regionalización climática empírico-estadística a escenarios globales y del uso de proyecciones regionalizadas dinámicas existentes (PRUDENCE). El resultado es una base de datos que constituye primera estimación de la evolución del clima en España a lo largo del siglo XXI. Dentro de los resultados de este estudio se encuentra la robustez de las proyecciones de temperaturas, con valores de 1-2°C, 3-5°C y 5-8°C para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, en el escenario A2, y valores aproximadamente 2°C más bajos para el último tercio del siglo XXI para el escenario B2. También se estudia la tendencia a la reducción de precipitación en el sur de la Península, con un gradiente en el cambio general que suele ser sur-norte. Sin embargo, estos datos de cambio en la precipitación presentan poca robustez, debido a los métodos de regionalización aplicados y a la posición de la península Ibérica, en la zona de transición entre las altas latitudes, donde aumenta la precipitación y la zona subtropical, donde hay reducción de precipitaciones en los modelos climáticos globales.

En la *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural* (CEDEX 2009) se evaluó el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos en España en régimen natural, gracias a la simulación hidrológica que realiza SIMPA a partir de proyecciones climáticas futuras. En este estudio se utilizan escenarios climáticos proporcionados por la Oficina Española de cambio Climático, a partir de los escenarios generados por la AEMET. Tras la modelización se obtienen los valores de las variables hidrológicas correspondientes a tres periodos del siglo XXI, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. La valoración de los resultados incluye la estimación del porcentaje de cambio de la escurrentía de cada periodo temporal respecto a la escurrentía media del periodo de control del siglo XX.

En el estudio *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* desarrollado en la Universidad Politécnica de Madrid, se comparan las proyecciones climáticas realizadas por los modelos de circulación regional del proyecto PRUDENCE, destacándose, en general, una tendencia a la disminución de los recursos hídricos a finales del siglo XXI en todas las demarcaciones hidrográficas de España. Este resultado es más acusado en la zona sur de la península, con un mayor impacto en la DH del Guadalquivir y DH del Sur, con una disminución del orden del 57% en la escurrentía media anual, calculada como el promedio de todos los modelos. También se aprecian cambios en la variabilidad de las series de temperatura, precipitación, evaporación y escurrentía, que se caracterizan por el incremento en los valores del coeficiente de variación anual y el rango estacional anual, que tienden a ser mayores en el escenario A2 (González-Zéas 2010).

Los estudios de evaluación del impacto climático sobre los recursos hídricos en España no se tuvieron en cuenta en los planes hidrológicos de cuenca en 1998. La primera vez

que se contemplan este tipo de estudios con detalle fue en la elaboración de la Documentación Técnica del Plan Hidrológico Nacional.

La actual Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH 2008) fija unos porcentajes de reducción global de las aportaciones naturales para incorporar los efectos de cambio climático a los sistemas de aprovechamiento, hasta que los planes hidrológicos evalúen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales mediante modelos de simulación para el horizonte 2027.

2.6 Conclusiones

Los impactos del cambio climático en los recursos hídricos presentan dos ámbitos de estudios diferentes y complementarios, según se incida en los aspectos biofísicos del tema o en la problemática socioeconómica asociada. En el primer caso se centran en el ciclo del agua y la disponibilidad natural de los recursos hídricos para uso humano y medioambiental; en el segundo caso se intenta profundizar en el aprovechamiento social del agua y en el estudio de su sensibilidad y vulnerabilidad al cambio climático.

En la actualidad existen numerosos escenarios climáticos disponibles. Estos están siendo utilizados en evaluaciones medioambientales, que detallan los efectos del cambio climático en el ciclo del agua. No son empleados con igual intensidad para estudiar su efecto en el sistema social.

Los estudios de impacto de cambio climático, en general, presentan acuerdo sobre la tendencia ascendente que seguirán las temperaturas. Los análisis de la precipitación presentan mayor incertidumbre en cuanto a la tasa y a la dirección de cambio, tanto en el ámbito regional como en el local. Calentamiento global no supone igual grado de calentamiento en todo el globo; algunos lugares pueden volverse más fríos. Lo mismo se debe decir de las precipitaciones y, a pesar de la tendencia mundial a su aumento, algunas zonas se volverán más secas. Es posible que en algunos territorios el aumento de las temperaturas se vea acompañado de la reducción de las precipitaciones medias anuales, produciendo en el futuro una disminución de la escorrentía. También hay estudios que apuntan a la mayor irregularidad temporal de los recursos, repercutiendo en la estacionalidad de los flujos y en la regulación de los ríos.

La disponibilidad de agua viene condicionada por las características climáticas e hidrológicas de una región, pero también por la infraestructura hidráulica disponible. En general, el papel de la regulación no es un tema suficientemente considerado en el estudio de los impactos de cambio climático.

La infraestructura hidráulica es una variable importante para establecer la capacidad de adaptación al cambio climático en los recursos hídricos.

La mayoría de los estudios consultados enfocan la cuestión del cambio climático con la perspectiva del impacto, pero no tratan de integrar sus resultados con otros aspectos del sistema de recursos hídricos para identificar alternativas de adaptación.

3 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

3.1 Planificación hidrológica

El alcance de la planificación hidrológica consiste en definir las metas del aprovechamiento de los recursos hídricos, establecer una estrategia general para llegar a ellas y desarrollar una jerarquía minuciosa de planes y programas, para integrar y coordinar las actividades a realizar. Su razón de ser es conseguir la eficiencia y eficacia en el uso de los recursos hídricos. Gestionar no es sólo planificar, también implica: organizar, determinar lo que se debe hacer, quién y cómo lo hará; dirigir, conducir y motivar a las partes implicada y resolver conflictos; y controlar, vigilar el cumplimiento de las actividades según los planes.

La planificación es un instrumento de gestión. Gestionar agua con fines de uso múltiple también supone minimizar los conflictos por el uso del agua. La aparición de éstos es inevitable. Surgen entre regiones, entre sectores de usuarios y entre usuarios de un mismo sector por tener acceso a volúmenes de agua, a lugares de disponibilidad, a calidad de agua y a tiempos de ocurrencia. En la temática del agua los máximos beneficios se obtienen por conciliación de intereses y no por pura competencia. Esta conciliación no es una tarea simple, pues involucra múltiples actores e intereses y está sujeta a incertidumbres y largos plazos. Además las decisiones que se toman en interés del bien común son difícilmente aplicables si no hay compromisos y ética por parte de los usuarios y si se carece de sistemas que permitan verificar que las leyes e instrumentos se apliquen como corresponde. Para facilitar esta conciliación las tendencias actuales de planificación y gestión, además de contemplar los múltiples usos del agua, tienen en cuenta la implicación de las partes interesadas.

La práctica democrática indica que, con anterioridad a la planificación hidrológica, debe existir un debate público de sus posibles contenidos y objetivos. En esta etapa se deben fijar las líneas generales de actuación, porque una vez determinados los planes la capacidad de maniobra es limitada.

Cualquier plan hidrológico tiene una serie de metas u objetivos generales que justifican la conveniencia de su realización ante la sociedad. Están relacionados con el bienestar general de los ciudadanos en todos los aspectos en los que interviene el recurso del agua. Entre otros: (i) asegurar las necesidades básicas de la población ligadas al agua (abastecimiento, salud y alimentación); (ii) satisfacer necesidades de otro orden (industria, energía); (iii) prevenir los riesgos asociados al agua (avenidas, sequías, contaminación); y (iv) mejorar del medio ambiente y preservarlo para el futuro.

Entre las diferentes metas se incluye la protección del medioambiente y, por tanto, la planificación hidrológica se convierte en una herramienta para alcanzar un desarrollo sostenible en relación con el medio hídrico, lo que conlleva: (i) concebir la planificación desde un enfoque integrado que contemple el ciclo del agua; (ii) procurar los intereses generales salvaguardando los derechos legítimos de las minorías; y (iii) garantizar la

transferencia intergeneracional de las condiciones ambientales relacionadas con el medio hídrico.

En cualquier caso, los objetivos deben ser cuantificables, aunque no todos se miden en el mismo tipo de unidades. En el supuesto de que el análisis haya sido sistematizado se puede contar con diferentes patrones de medida, algunos equiparables a valores monetarios, aunque es imposible expresar en términos económicos el valor de la salud y de los activos ecológicos o paisajísticos.

Una característica destacable de los objetivos señalados es que a menudo son contrapuestos entre sí o competitivos. Los que se proponen incrementar la eficiencia económica del agua suelen tener efectos negativos sobre la calidad o el medio ambiente acuático y viceversa. De la valoración de los objetivos y su orden de prioridad surge el problema de la elección entre diferentes planes alternativos.

En el ámbito técnico de la planificación hay que separar varios aspectos:

- Horizontes del plan: Cuando se habla de planificación debe fijarse un horizonte temporal con la incertidumbre que ello conlleva. La legislación vigente en España establece dos horizontes de planificación, a diez y veinte años. En el primer caso (medio plazo) se analizan demandas firmes, ya consolidadas o inmediatas, mientras que en el segundo (largo plazo) son sólo una previsión de las posibles. En cualquier caso, el corto plazo no es considerable como elemento de trabajo; el medio y el largo plazo sí. El horizonte final de los planes hidráulicos rara vez supera los veinticinco años, mientras que el medio plazo suele establecerse en torno a los diez o doce años.
- Zonificación del plan: La desagregación es una actuación que sirve para el establecimiento de los objetivos. Una vez establecida la base de referencia, se deben considerar zonas, sub-zonas y áreas de planificación. En la gestión del agua, los sistemas de explotación de recursos son ámbitos territoriales muy adecuados para el establecimiento de objetivos. A los efectos de planificación hidrológica puede aseverarse que la cuenca y la isla pueden ser identificadas como bases de referencia de delimitación territorial.
- Garantía de servicio del sistema de explotación: La definición del concepto de garantía es variable y admite diferentes supuestos. Los criterios para su determinación deben ser homogéneos a todos los ámbitos territoriales, pues de lo contrario pueden cometerse errores en la asignación de recursos. La comparación relativa entre planes diferentes sólo será posible si las directrices utilizadas para su elaboración son las mismas en lo que a las garantías se refiere. De otro modo, de consumos de igual categoría y destino se derivarían cantidades diferentes.
- Defensa contra inundaciones: Los criterios de cálculo de los caudales y la adopción de periodos de retorno son las directrices a fijar en este caso. Una vez establecidos, el siguiente paso es identificar las zonas con riesgo potencial de inundaciones y fijar a su vez los criterios de prioridad de las zonas defendibles. A continuación se establecen las medidas de defensa en cada una de las zonas.
- Criterios generales de evaluación de proyectos

De las directrices técnicas se deduce que la planificación hidrológica necesita un estudio profundo del territorio donde se quiere realizar. Éste debe ser capaz de describir las variables en su situación actual y predecir su evolución futura. Los datos requeridos se refieren a las características hidrológicas e hidráulicas de la zona y a todas las variables que rigen la existencia de las diferentes demandas.

La práctica de la planificación hidrológica requiere la utilización de distintos tipos de modelos. Unos son capaces de analizar aspectos concretos de detalle del ciclo hidrológico, otros engloban ciertos aspectos del mismo, otros reproducen algunos componentes del sistema hidráulico y, abarcando todo, se tiene que disponer de un modelo global, que reproduzca el comportamiento conjunto de los elementos fundamentales, es decir, unidades de demanda y fuentes de agua, elementos de almacenamiento y conducción, flujos de agua en canales, conducciones, ríos y acuíferos, y las relaciones entre estos dos últimos y los retornos de agua desde las zonas de consumo.

La actual Instrucción de Planificación Hidrológica (ORDEN ARM/2656/2008) en España incluye, en su apartado 2.4.5 sobre la *Evaluación del efecto del cambio climático*, las pautas a seguir para incluir las afecciones del cambio climático en planificación hidrológica. En el se indica que, a falta de estimaciones mediante modelos de simulación hidrológica, para el cálculo de los balances correspondientes al horizonte temporal indicado para este fin, se aplicarán porcentajes de reducción global de las aportaciones naturales diferentes para cada una de las demarcaciones hidrográficas.

3.2 Balance hídrico de cuenca

La cuenca hidrográfica proporciona un marco amplio y racional para la gestión de los sistemas de recursos hídricos, más apropiado que cualquier otra unidad espacial definida por límites políticos, administrativos o locales, por ser la divisoria el límite natural que acota la superficie que drena hacia un determinado cauce. El conocimiento del régimen hidrológico de la cuenca es un requisito previo imprescindible en cualquier trabajo de gestión de recursos hídricos. Tiene como parte fundamental el estudio de hidrología superficial, que se completa con estudios de aguas subterráneas, erosión, arrastres y sedimentación.

El estudio de aguas subterráneas parte de un estudio geológico para establecer distintas regiones hidrogeológicas. Estas pueden encontrarse asociadas a una o varias cuencas, por lo que el balance hídrico del conjunto de aguas superficiales y subterráneas deberá abordarse por zonas.

El agua se encuentra en equilibrio dinámico dentro del ciclo hidrológico. En él parte del agua dulce está almacenada y parte en circulación, siendo las vías de flujo la precipitación, la evaporación, la evapotranspiración por la vegetación, la recarga y descarga de acuíferos y la escorrentía. Es fundamental el cálculo del flujo neto de agua circulante en la cuenca, habitualmente denominado como recursos “renovables”, porque representa el agua disponible.

Para cada uno de los almacenamientos de agua existentes en la cuenca, la ecuación de balance hídrico (conservación de la masa) iguala la diferencia entre el caudal afluente y

el caudal efluente, en un periodo de tiempo determinado, con la variación de volumen de agua en su interior. Esta ecuación se puede plantear para distintos periodos (día, mes, año) y puede aplicarse a diversos grupos de almacenamientos, eliminando de esta forma el cálculo del flujo entre ellos. El uso de un periodo de tiempo largo permite considerar los pequeños cambios en los almacenamientos despreciables, en relación con sus entradas y salidas, en primera aproximación.

El balance hídrico superficial anual para el conjunto de la cuenca puede ser expresarse como:

$$P = ET + Q \pm \Delta S$$

Ecuación 1. Balance hídrico anual

Donde P es el total de las precipitaciones, ET es la evapotranspiración, Q es la escorrentía e ΔS representa un cambio en el volumen de agua almacenada en la cuenca. Así, las fuentes fundamentales en una cuenca son dos:

ΔS Cambios en los volúmenes de agua almacenados, es decir, cambios interanuales en la cantidad de agua contenida en hielo, nieve, embalses, lagos, acuíferos, y humedad del suelo. La disminución de los niveles en estos almacenamientos indica una cantidad insostenible de la oferta de estas fuentes, y el aumento de los niveles indica un potencial anual adicional para el suministro de agua.

Q Escorrentía superficial y subsuperficial. Es igual a la precipitación anual menos evaporación in situ. El agua que se infiltra en el suelo a veces no se contabiliza en los análisis a corto plazo (por ejemplo, en inundaciones), pero finalmente termina por evaporarse, almacenarse o transformarse en escorrentía. La circulación del agua en el sistema, la escorrentía, es casi imposible medir directamente en gran escala. En general, se estima a través de datos climatológicos y de modelos de simulación.

En general, los recursos hídricos naturales anuales (RHA) de una cuenca son la cantidad media anual de agua aportada por sus fuentes sobre una base sostenible (Seckler 1998). Ante la escasez de recursos, también podría considerarse como fuente la desalinización del agua de mar o salobre, pero se trata de una fuente no convencional, limitada y costosa.

Los RHA no constituyen en su totalidad los recursos naturales disponibles para satisfacer la demanda de agua. Además de las limitaciones ambientales, existen otras socioeconómicas y/o geopolíticas, que restringen el uso del recurso natural, por ello se habla de un recurso “potencial” que deriva del recurso natural una vez que se han tenido en cuenta estas limitaciones (LBAE 1999):

- (i) Las restricciones de carácter ambiental tienen como objetivo la protección, en determinados territorios y periodos de tiempo, de las funciones naturales del agua (básicamente ecosistemas acuáticos)
- (ii) Las restricciones de carácter social o socioeconómico pueden proceder de servidumbres derivadas de actividades consideradas prioritarias y que resultan

incompatibles con la utilización del recurso, como consecuencia, por ejemplo, de determinadas opciones de ordenación territorial

- (iii) Las restricciones de carácter geopolítico suelen referirse al caso de ríos internacionales. Desde el punto de vista del país situado aguas arriba pueden existir determinados compromisos de mantenimiento de ciertos caudales en la frontera que reducen su recurso potencial al no poder utilizar dichos caudales. En el caso del país situado aguas abajo, sus recursos potenciales podrían disminuir, hasta el umbral establecido, a medida que aumentase la utilización del agua en el país situado aguas arriba

De los recursos hídricos potencialmente utilizables, una parte será aprovechable y otra no en función de la infraestructura hidráulica disponible. En este sentido cabe hablar de recursos realmente disponibles para su utilización productiva (aprovechables) como consecuencia del conjunto de restricciones técnicas que limitan la utilización del recurso potencial (LBAE 1999). Del recurso aprovechable, una fracción será empleada de forma consuntiva de modo que el agua no estará disponible para otros usuarios y otra podrá utilizarse de nuevo (no uso consuntivo). La Figura 12 muestra el esquema simplificado que representa análisis cuantitativo del aprovechamiento hídrico de una cuenca, en el cual se considera el sistema de explotación como elemento central del mismo.

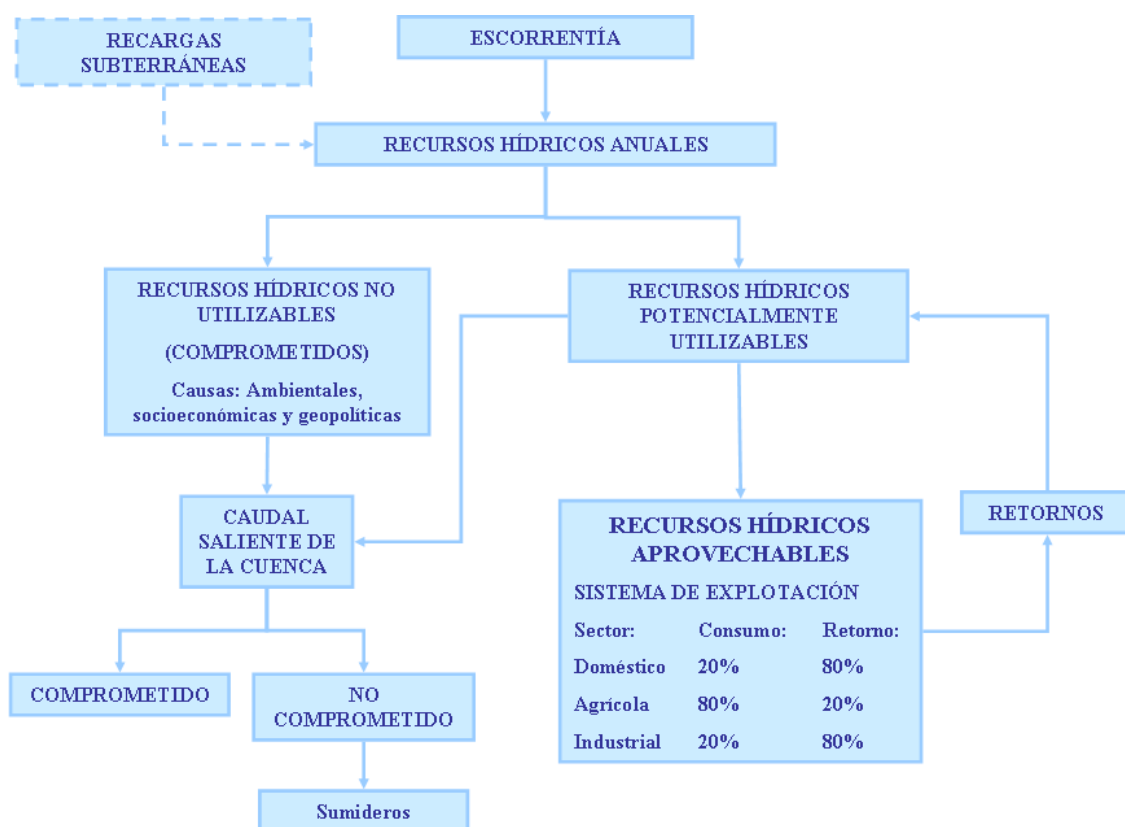


Figura 12. Esquema simplificado del balance hídrico de cuenca

El caudal de salida de la cuenca procede de restricciones (ambientales, socioeconómicas y/o geopolíticas) y de los recursos hídricos potencialmente utilizables que el sistema de explotación no tiene capacidad de captar (o no necesita captar porque haya excedentes).

Este caudal de salida puede ser dividido en dos partes, una “comprometida” que corresponde al agua no aprovechable por las limitaciones establecidas previamente y otra “no comprometida” que podría ser aprovechada. El caudal de salida no comprometido fluye hacia “sumideros”, principalmente a océanos y mares, donde no puede ser utilizado para la mayoría de los propósitos.

3.3 Garantía en los sistemas de recursos hídricos

Dado que el agua es un recurso reducido y variable en el tiempo, resulta imposible suministrar por completo las demandas en cualquier instante y localización. Cuando el sistema no suministra todo el volumen demandado en un periodo determinado falla. Todos los fallos no tienen la misma gravedad y, por tanto, debe establecerse un convenio para fijar las condiciones cuantitativas bajo las cuales la demanda se considera insatisfecha. En este contexto, el criterio de garantía no es más que la caracterización del grado en el que se satisfacen las demandas por parte de los sistemas de aprovechamiento de recursos hídricos durante un periodo determinado. A lo largo del tiempo se han propuesto diferentes formas de obtener la garantía sin que ninguna de ellas se haya aceptado universalmente. Todos los indicadores de garantía son buenos si valoran correctamente el grado en el que se han conseguido los objetivos del sistema.

Los indicadores más extendidos están basados en la ocurrencia de fallos. La definición más simple de garantía en este caso consiste en determinar la frecuencia con la que el sistema satisface sus demandas. Por ejemplo, una garantía mensual del 90% supone que cada mes las demandas se satisfacen con un 90% de probabilidad.

Es importante establecer en qué situación se considera que el sistema falla. Las demandas no satisfechas generan déficits. Las características de estos déficits pueden ser muy variables en volumen, duración y distribución temporal, por tanto, puede fijarse el límite de los mismos a partir del cual se considera que se ha producido el fallo y calificarse gradualmente la magnitud de los fallos. El criterio más simple para describir la magnitud de los fallos es considerar el déficit simplemente como la diferencia entre la demanda y el suministro. Representa el volumen adicional que habría sido consumido si el sistema dispusiera de fiabilidad absoluta. Se puede referir tanto a un año cualquiera como a un determinado periodo de años (Estrada 1994).

En general la garantía dependerá de la manera de cuantificar el fallo del sistema, por tanto hay criterios que representan el volumen del fallo, otros su duración, otros su secuencia y otros la combinación de algunos de ellos. No existe un modo universal de obtener la garantía del suministro. A continuación se relacionan algunas de las fórmulas más utilizadas. Esta información está extraída de la obra *Garantía de los sistemas de explotación de los Recursos Hidráulicos* (Estrada 1994).

3.3.1 Garantía basada en la ocurrencia de fallos

Se definen como la probabilidad de que el sistema se halle en una situación satisfactoria, es decir, que el suministro sea suficiente para satisfacer la demanda. La probabilidad de la situación contraria representa lo que se denomina riesgo de fallo.

En este caso, la garantía representa la probabilidad de que en cualquier año, o mes, el estado del sistema sea satisfactorio y, por tanto, el suministro sea suficiente para atender la demanda. Este índice recibe el nombre de garantía anual (G_a) o garantía mensual (G_m), en función del intervalo de tiempo elegido.

La forma habitual de estimarlo es por medio de la frecuencia relativa de años o meses sin fallo:

$$G_a = 1 - \frac{M_a}{N}$$

Ecuación 2. Garantía anual

$$G_m = 1 - \frac{M_m}{N}$$

Ecuación 3. Garantía mensual

Donde:

M_a Número de años en que se produce fallo

M_m Número de meses en que se produce fallo

N Número de años, o meses, del periodo de análisis

Los índices basados en la ocurrencia de fallos definidos hasta el momento tienen el inconveniente de no distinguir diferentes magnitudes de fallo. Por esta razón, se puede obtener la misma garantía en el sistema con suministros ligeramente inferiores a la demanda o con enormes déficits. Un modo sencillo de no considerar como fallos ciertos déficits en el suministro es dar por satisfactorios aquellos que superen un cierto porcentaje del volumen de la demanda. Así, en lugar de considerar exclusivamente como situaciones satisfactorias a aquellas en que el suministro es igual a la demanda, se consideran satisfactorias todas las situaciones en que el suministro es superior a una determinada fracción de la demanda. Por ejemplo, puede obtenerse la garantía anual correspondiente al 80% de la demanda, que representaría la probabilidad de que en cualquier año el suministro fuese superior al 80% de la demanda anual.

3.3.2 Garantía basada en la duración de los fallos

La garantía temporal (G_t) hace referencia a la fracción del período de operación total durante la cual la demanda fue plenamente satisfecha, es decir, como la suma de todos los períodos Δt sin fallo expresada en relación con el período de operación total T :

$$G_t = \frac{1}{T} \sum_{R(t) > D(t)} \Delta t$$

Ecuación 4. Garantía temporal

Implica que tanto los suministros, $R(t)$, como las demandas, $D(t)$, son funciones continuas en el tiempo. Dado que el intervalo de cálculo habitual en el análisis de los problemas de suministro de agua es el mes, la garantía temporal se suele aproximar por medio de la garantía mensual. Ello supone considerar que los suministros y las demandas son funciones discretas.

Algunos autores aplican el concepto de resiliencia, que indica la rapidez con la que el sistema se recupera una vez producido el fallo. Este concepto es más complejo que el de garantía temporal, al considerar la distribución de los fallos a lo largo del tiempo.

3.3.3 Garantía basada en la severidad de los fallos

La garantía describe la magnitud del fallo. Los más sencillos son el déficit y la garantía volumétrica. Ésta última representa la fracción de la demanda total que se satisface durante el periodo de análisis.

$$G_m = 1 - \frac{\int (D - R) dt}{\int D dt}$$

Ecuación 5. Garantía volumétrica

Donde:

D Demanda
 R Suministro
 $(D - R)$ Déficit

La integral del numerador es el déficit total acumulado durante el período T

Al igual que ocurría con la garantía temporal, al ser la demanda y el suministro funciones discretas, cuyo valor corresponde a intervalos mensuales, la garantía volumétrica se puede calcular como:

$$G_v = \frac{\sum_{t=1}^{12N} R_t}{\sum_{t=1}^{12N} D_t}$$

Ecuación 6. Garantía en volumen

Donde:

D_t Demanda mensual
 R_t Suministro mensual

3.4 Definición de aridez, escasez y sequía

La sequía se puede definir como un déficit hídrico inusual, una anomalía pluviométrica negativa lo suficientemente intensa y prolongada como para generar impactos adversos en la sociedad que la padece (Pita 2007). Esta situación puede producir, o no, insuficiencia en los suministros de agua, dependiendo de las características de los sistemas de explotación de agua y de demanda existente en el área afectada.

Complementariamente al concepto de sequía está el de aridez. Este alude a condiciones permanentes y habituales de falta de agua; es pues un rasgo caracterizador de ciertos climas, y no un fenómeno coyuntural y anómalo como la sequía (Pita 2007). Aún en

estas circunstancias no debería haber déficit si los sistemas de explotación estuvieran adecuadamente diseñados y explotados, y las demandas se mantuvieran en límites razonables acordes con las características climáticas de la región.

En la explotación de los sistemas de recursos hídricos pueden surgir deficiencias en el suministro, de forma que no quede totalmente satisfecha la demanda y se produzca escasez de agua. La magnitud de fallo aceptado está limitada por el criterio de la garantía antes definido, y puede tener una o varias causas: la disminución temporal de los recursos naturales (sequía), la falta de capacidad de regulación de las infraestructuras (o reglas de explotación inadecuadas) y el exceso de demanda (MMA). En estos casos, es importante distinguir si los déficits son transitorios o permanentes. Las sequías producen déficits transitorios, que requieren la aplicación de medidas temporales. Los déficits permanentes muestran una situación estructural de escasez de agua, que requiere medidas a largo plazo en el marco de la planificación hidrológica.

Cada uso de agua, en función de sus características específicas, requiere una garantía en el suministro diferente. Por ejemplo, el abastecimiento necesita un suministro cuya garantía esté próxima al 100%, mientras que el riego puede admitir un nivel de garantía aceptable inferior.

En la explotación normal de los sistemas puede aparecer situación en las que se produzcan déficits en el suministro, en cuyo caso la garantía de la demanda se reduce. Cuando los déficits sobrepasan de manera sistemática los niveles aceptables, de modo la garantía cae por debajo del mínimo establecido para cada uso aparecen los problemas de escasez.

Básicamente la escasez de agua puede deberse a la falta de regulación (o reglas de explotación de infraestructuras inadecuadas) y/o al exceso de demanda. Además, bajo la hipótesis de cambio climático, que supondría la alteración permanente de las condiciones hidrológicas, también podrían aparecer problemas de escasez de agua en sistemas que inicialmente no los tuvieran.

La detección del problema de escasez pasa por el análisis de las garantías con las que se sirven las demandas y, su posible atenuación, por identificar la causa o la combinación de elementos que lo generan.

3.5 Metodología de análisis de sistemas

3.5.1 Contexto

En general el uso de indicadores se ha extendido por su función como herramienta de ayuda en la toma de decisiones. En el caso de la gestión del agua, los indicadores tratan de representar y relacionar múltiples factores que afectan al uso del agua, así como de establecer criterios comparativos que permitan estudiar los cambios en el sector. En base a ello, su finalidad es proporcionar información en el diseño y ajuste de políticas públicas, básicamente en el contexto del desarrollo sostenible.

No hay consenso sobre la definición precisa de sostenibilidad, incluyendo la manera de medirla y cómo llegar a ella. La mayoría de las definiciones se basan en la de desarrollo sostenible del *Informe Brundtland*:

“La humanidad tiene la capacidad de hacer desarrollo sostenible, para asegurarse de que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED 1987).

Desde que surgió esta definición de desarrollo sostenible se han elaborado numerosos indicadores ambientales, especialmente a partir de la Conferencia de Río en 1992. En ella se aprobó la Agenda 21 que es uno de los fundamentos para la operación a nivel local o regional del desarrollo sostenible:

“Los países en el plano nacional y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en el plano internacional deberían desarrollar el concepto de indicadores del desarrollo sostenible a fin de establecer esos identificadores” (Agenda 21, 40.6).

El resultado ha sido que, además de los indicadores ya existentes, diferentes organizaciones internacionales han desarrollado nuevos conceptos para describir las condiciones en las que se encuentran los recursos hídricos, que van desde sencillos datos ambientales a indicadores complejos que incluyen diversos temas relacionados con el agua.

La tendencia a la elaboración de indicadores se ha visto reforzada en las Naciones Unidas con la *Declaración del Milenio* en el año 2000 y la aprobación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los ODM se componen de 8 Objetivos y 21 metas cuantificables que se supervisan mediante 60 indicadores. Entre ellos está reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable y servicios de saneamiento básicos. La Evaluación mundial anual de saneamiento y agua potable (GLAAS) está diseñada para indicar la capacidad de los países para avanzar hacia los ODM en agua y saneamiento y la eficacia de las agencias de ayuda externa para facilitar este proceso. Estos informes ofrecen un amplio panorama mundial. Sin embargo, los indicadores de escasez de agua son anteriores a los ODM.

Los indicadores de escasez surgen a finales de la década de 1980 con el indicador de “estrés hídrico” de Falkenmark y desde entonces el interés que han suscitado ha ido en aumento. En la literatura científica aparecen numerosas investigaciones en las que se trata de cuantificar los recursos hídricos convencionales por medio de indicadores. Por ejemplo, las Naciones Unidas elaboran periódicamente el Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (ONU/WWAP 2003, 2006, 2009) como una base de conocimiento, de indicadores y de estudios de casos, para ayudar a los responsables de la toma de decisiones en la implementación del uso sostenible de los recursos hídricos.

El análisis de la disponibilidad física de agua ha dado lugar a distintas iniciativas de evaluación de recursos hídricos que utilizan variables relacionadas: extracciones de agua, escorrentía (agua susceptible de ser empleada), cantidad de agua necesaria para cubrir las necesidades domésticas, demanda para la producción de alimentos, disponibilidad de aguas subterráneas, necesidades hídricas medioambientales,

estimación de los recursos hídricos, alternativas al uso de agua (por ejemplo, importación de alimentos), provisión de instalaciones de agua y saneamiento, escasez de agua, capacidad de adaptación social y pobreza (Molle y Mollinga 2003). Muchos de estos estudios, dirigidos al análisis de la escasez de agua, relacionan variables hidrológicas con factores socioeconómicos y ambientales en una localización particular.

3.5.2 Metodología de indicadores

En el sector del agua se emplean habitualmente dos tipos de indicadores: ambientales y socioeconómicos. Los primeros se emplean en el análisis y evaluación del estado ecológico de las aguas y en el estudio de la sostenibilidad del uso de los recursos hídricos dentro de los ecosistemas. Los segundos son práctica habitual en las evaluaciones de recursos hídricos regionales y mundiales, permitiendo tener en cuenta problemáticas sociales, políticas y económicas que afectan o que resultan afectadas por el agua.

En ambos casos, el uso de indicadores es sumamente útil por su papel clave en la mejora de la toma de decisiones. Los indicadores ambientales permiten incorporar el conocimiento ambiental a la fase de evaluación y análisis de políticas públicas para su ajuste. En el caso de las evaluaciones globales y regionales de recursos hídricos, realizadas fundamentalmente en países en vías de desarrollo, los indicadores tratan de presentar los fenómenos complejos de este sector de manera completa y comprensible, y establecer criterios comparativos para analizar los cambios que se producen en el sector, tanto a nivel espacial como temporal, de forma que los responsables políticos se involucren en la gestión eficaz de estos recursos; además, son un mecanismo para controlar el avance hacia la consecución de las metas de desarrollo del milenio relativas al agua.

Un indicador, que comprende un dato único (una variable) o un valor resultante de un conjunto de datos (agregación de variables), describe un sistema o proceso que tiene significado más allá del valor literal de sus componentes. Pretende comunicar información sobre el sistema o proceso. El criterio predominante en que se basa la especificación de un indicador es el conocimiento y el juicio científico.

Un índice es una agregación matemática de variables o indicadores, frecuentemente a través de diferentes unidades de medida, de modo que el resultado es adimensional. Un índice pretende proporcionar información compacta y orientada para el desarrollo de la gestión y de las políticas. El problema de combinar los componentes individuales se supera mediante procesos de escala y de ponderación que reflejarán las preferencias sociales. En un índice, el énfasis no se pone en la justificación científica, sino en que responda a las necesidades de la sociedad.

A efectos de vigilancia y gestión, algunos índices deberán ser cuantificables como metas deseables o indeseables convirtiéndose en estándares. Así, los índices se transforman en medidas de la relación entre los valores deseados y las observaciones reales.

Lorenz (1999) ha mostrado, ver Figura 13, la diferencia entre variables, indicadores e índices, que representan los diferentes estadios de contraste de la información. Los

indicadores toman variables y las condensan en conjuntos de información manejables, que se condensan posteriormente en índices. Estos pueden traducirse en información orientada a la política.

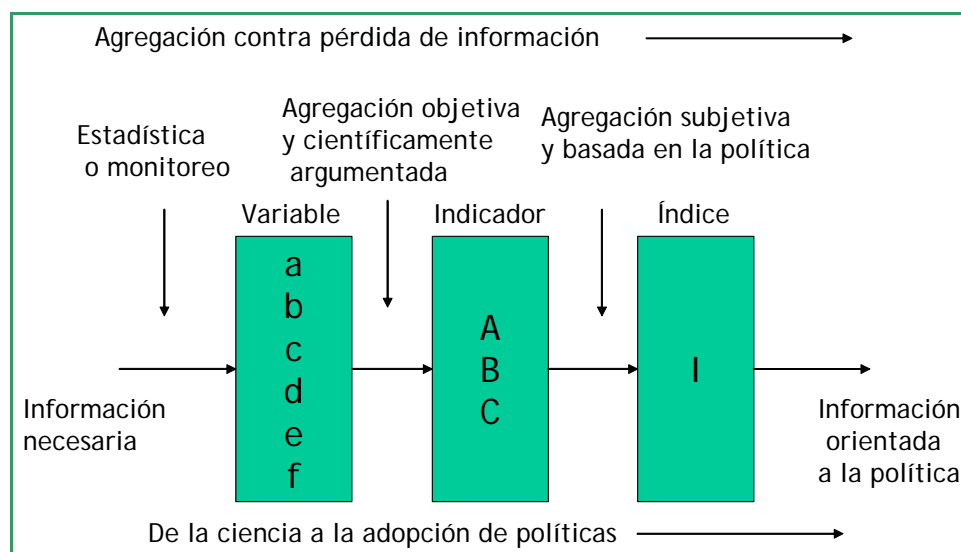


Figura 13. Diferencia entre variables, indicadores e índices. Fuente: Lorenz, 1999

En el sector del agua, los indicadores pueden proporcionar diversos tipos de información que se enumeran a continuación (ONU/WWAP 2003):

- (i) Descriptiva: reflejando el estado de los recursos y el funcionamiento de los sistemas de aprovechamiento.
- (ii) Reveladora de tendencias: la medida periódica de los indicadores proporciona series temporales que pueden mostrar tendencias que proporcionarían información sobre el funcionamiento de los sistemas o sobre su respuesta a la gestión.
- (iii) Comunicación: los indicadores pueden ser un instrumento para comunicar de forma sencilla objetivos y/o resultados.
- (iv) Evaluación: mediante comparación del valor de un indicador con un valor de referencia que representa una situación deseable.
- (v) Predicción del futuro: mediante la vinculación de indicadores a modelos se puede extender la serie temporal de valores del indicador y estimar su evolución futura. Esta práctica puede desarrollarse en escenarios alternativos con diferentes condiciones que muestren el grado de eficacia con el que el sistema se aproxima a la situación deseada.

En resumen, los indicadores son herramientas de análisis de realidades complejas. Permiten describir y evaluar situaciones reales, dibujar situaciones deseables y comparar la realidad con la situación deseada. Su función descriptiva hace referencia a la información necesaria que un indicador tiene que proporcionar para facilitar un conocimiento sintético de la realidad analizada; su función valorativa permite cuantificar y evaluar el impacto de cambios en la misma. En general, los indicadores

pueden ser descriptivos o normativos, cuantitativos o cualitativos, y pueden ser, o no, aplicables a dimensiones espaciales y temporales variables.

3.5.3 Indicadores de escasez

A continuación se describen brevemente algunos de los indicadores y criterios cuantitativos más empleados en el estudio de la escasez de agua, así como su ámbito de aplicación y datos necesarios para su cálculo. Mientras los indicadores ambientales suelen construirse a través de métodos reglados, es habitual que los indicadores de escasez de agua o de disponibilidad de recursos hídricos no respondan a un método normado.

3.5.3.1 Acceso al agua potable y servicios de saneamiento

Posiblemente son los índices más utilizados para describir las características nacionales que representan la disponibilidad de recursos hídricos. Su aparición se remonta a la década de los setenta, pero la definición de qué constituye exactamente el acceso a un agua potable segura y un saneamiento básico es un tema de constante debate. Desde la publicación de la estimación de suministro en áreas urbanas realizada por la OMS y UNICEF (Programa Conjunto de Monitoreo OMS/UNICEF 2000) que utiliza definiciones basadas en un consenso de expertos, varias publicaciones han intentado proporcionar definiciones alternativas del acceso sostenible al suministro de agua y saneamiento básico (por ejemplo, el Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, 2004b). Esto hace que sea muy difícil establecer comparaciones directas entre países.

3.5.3.2 Indicador Falkenmark de estrés hídrico

No existe una medida universalmente adoptada de escasez de agua, pero quizá la que más se utiliza, sobre todo en instituciones internacionales, es el indicador Falkenmark de estrés hídrico. Con este indicador se evalúan los recursos hídricos disponibles *per cápita*, a través del ratio entre el agua renovable del ciclo hidrológico y el número de personas (Falkenmark *et al.* 1989, Gleick 2000). Según este criterio, un país padece escasez de agua si el abastecimiento *per cápita* anual cae por debajo de 1700 m³. Por encima de este nivel, la escasez de agua se considera excepcional y, si existe, es un problema local. Por debajo de este nivel, la escasez de agua plantea problemas de diferente nivel de gravedad: por debajo de los 1000 m³/habitante/año la escasez de agua empieza a obstaculizar la salud y el bienestar de los seres humanos; y si cae por debajo de 500 m³/habitante/año la escasez limita gravemente la vida humana.

Las principales ventajas de este indicador son dos: (i) los datos están disponibles; y (ii) su significado es intuitivo y fácil de entender. El resultado es el dominio de este indicador en la discusión sobre escasez de agua, a pesar de sus desventajas: (i) los promedios nacionales y anuales ocultan problemas importantes de escasez a escalas más pequeñas; (ii) no tiene en cuenta las infraestructuras que modifican la disponibilidad de agua; y (iii) la sencillez de los umbrales no refleja variaciones importantes en la demanda entre países debido, por ejemplo, al estilo de vida, al clima, etc. Ohlsson (1998, 1999) modificó el Indicador Falkenmark para contabilizar la capacidad

adaptativa de la sociedad (“adaptativa” se refiere a la capacidad de adaptación de la sociedad al estrés hídrico a través de la economía, la tecnología y otros medios. Ohlsson uso el Índice de Desarrollo Humano para ponderar el Indicador Falkenmark y lo renombró como “Índice de Estrés Hídrico Social”) (Rijsberman 2006).

Es sencillo observar que el agua renovable puede incluir inundaciones y que los recursos hídricos renovables no controlados no ayudan al estudio de la situación. El refinamiento del Indicador Falkenmark (Raskin *et al.* 1997) permitió considerar “water withdrawals” (las extracciones se definen como la cantidad de agua tomada de ríos, arroyos o acuíferos para satisfacer las necesidades humanas de agua) en lugar de agua renovable (Molle y Mollinga 2003).

3.5.3.3 Índice de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos

Durante varias décadas, un gran equipo de investigadores del State Hydrological Institute de San Petersburgo (Rusia), dirigido por el profesor Shiklomanov, realizó una evaluación mundial de la oferta y la demanda de agua comparando a nivel nacional la disponibilidad de agua anual con la demanda en los sectores agrícola, industrial y doméstico.

En una evaluación global del agua para la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Raskin *et al.* (1997) definieron el Índice de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos, que presenta la escasez de agua en función del porcentaje de extracciones sobre el total de los recursos hídricos disponibles. En este trabajo se utilizaron los datos básicos de Shiklomanov sobre la disponibilidad de recursos hídricos y se valoraron las extracciones de agua como demanda.

La aplicación del Índice de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos considera que un país está en situación grave de escasez de agua si la extracción excede del 40% del total de la oferta. Por encima de este nivel, los países tendrán que depender cada vez más de la desalación o del uso de aguas subterráneas de manera insostenible. En esta categoría, la escasez de agua es un factor que limita el crecimiento económico. Países con extracciones entre el 20 y el 40% se consideran con escasez de agua de media a grave. Los países en esta situación deben adoptar medidas efectivas para gestionar la oferta y la demanda de agua de forma que las extracciones sean sostenibles. Los países con extracciones entre el 10 y el 20% se consideran con escasez de agua moderada. Los países con menos del 10% de las extracciones se consideran sin problemas o con pequeños problemas de escasez.

Alcamo *et al.* (1997, 2000) también han utilizado esta definición en su “ratio de criticidad” (porcentaje de extracciones de agua para uso humano sobre el total de recursos hídricos renovables). La relación se calcula en este caso mediante la aplicación del modelo global Water Gap, empleado en diversos análisis globales de escasez de agua (por ejemplo, Cosgrove y Rijsberman 2000a, 2000b y UNWWDR 2003). Al igual que los anteriores, este indicador descuida las variaciones temporales y espaciales, así como las características de los sistemas de explotación. Las limitaciones del ratio de la criticidad e indicadores similares son: los datos sobre la disponibilidad de recursos hídricos no tienen en cuenta la cantidad de que podría estar disponible para uso humano; los datos de extracciones de agua no contabilizan cuanta agua se consume (o

evapotranspira) y cuanta agua podría estar disponible para su reciclado, a través de flujos de retorno; y no tienen en cuenta la capacidad de adaptación de la sociedad para hacer frente al estrés hídrico (Rijsberman 2006).

3.5.3.4 Indicador de escasez relativa de agua

Seckler *et al.* (1998) realizaron, a escala nacional, un ejercicio de proyección de la oferta y la demanda de agua en todos los países. Los más grandes, China y la India, se dividieron en dos secciones. Con un modelo de simulación propio, se construyeron dos escenarios alternativos de oferta y demanda de agua para el periodo de 1990 a 2025, y se calcularon los indicadores de escasez de agua en estos dos horizontes para cada país, y para el mundo en conjunto. La escasez de agua se define en función de dos factores: (i) las extracciones de agua actuales en porcentaje sobre los recursos hídricos disponibles; y (ii) el aumento adicional de las necesidades de agua en el futuro. Un país padece absoluta escasez de agua si la demanda es mayor del 50 por ciento de los recursos hídricos disponibles. En caso contrario, el grado de escasez se clasifica de acuerdo a sus necesidades de desarrollo futuro.

Este enfoque plantea el problema de la escasez de agua teniendo en cuenta la posible evolución de las necesidades hídricas. Los dos escenarios presentados contienen la misma hipótesis en relación a las necesidades de agua en los sectores doméstico e industrial y asumen que las zonas de regadío *per cápita* en 2025 serán las mismas que en 1990, sin embargo, incluyen diferencias acerca de la eficacia de la utilización del agua de riego.

En los cálculos se diferencian las necesidades de agua por sectores, pero no se consideran variaciones espaciales ni temporales de la demanda, ni variabilidad en la disponibilidad de los recursos. Los resultados se obtienen por país y luego se agregan en una contabilidad global.

Los países que no serán capaces de satisfacer las demandas estimadas de agua para 2025, incluso después de contabilizar su futura capacidad de adaptación, se denominan con “escasez física de agua”. Los países que tienen suficientes recursos renovables, pero tendrían que hacer importantes inversiones en infraestructura hidráulica para que estuvieran disponibles, se denominan con “escasez económica de agua”. Por ejemplo, un país tiene grave escasez de agua en sentido económico si la demanda futura es superior al doble de la actual.

3.5.3.5 Índice de Pobreza Hídrica

El Índice de Pobreza Hídrica (IPH), que ha sido desarrollado por el Centre for Ecology and Hydrology (CEH) Wallingford (Reino Unido) en el año 2002, representa la relación entre la disponibilidad de agua, la integridad del medio ambiente, la salud, la marginación social y la pobreza a partir de un análisis interdisciplinario (Sullivan 2002; Sullivan *et al.* 2003). Podría decirse que combina la medida de la disponibilidad de agua con la medida de la capacidad de las personas para tener acceso al agua, todo ello sin descuidar la dimensión ecológica del problema.

La estructura del IPH está definida por cinco componentes: recursos, acceso, capacidad, uso y ambiente. Cada componente tiene a su vez un número de subcomponentes (entre dos y cinco). El cálculo matemático tanto del IPH, estandarizado en un rango de valor entre 0 y 100, como de cada uno de sus componentes principales, estandarizado en un rango de valor entre 0 y 1, se realiza mediante una media ponderada. El valor 100 sólo aparece si la región o país en estudio ha alcanzado el valor máximo en los cinco componentes.

El Índice de Vulnerabilidad Climática (IVC) es una extensión del IPH. El IVC está integrado por seis parámetros importantes, los cinco primeros son los componentes del IPH y el sexto es el parámetro geoespacial que considera las características geofísicas particulares que de la región o país que lo hacen vulnerable ante un evento extremo.

Nuevamente estos índices descuidan el tratamiento explícito de la infraestructura hidráulica.

3.5.3.6 Indicadores de eficiencia

Martín Carrasco *et al.* (2007) procedieron a la evaluación cuantitativa de los subsistemas hidráulicos de la cuenca del Ebro alimentados con aportaciones propias. Este trabajo se apoyó en la elaboración de unos indicadores de eficiencia para el análisis la vulnerabilidad a la escasez de agua de los sistemas y la adopción de medidas que permitieran atenuar esta situación. Esta metodología permitió definir parámetros de naturaleza intuitiva, para transmitir de modo sencillo la información relevante sobre el problema y sus soluciones, además de adoptar una forma numérica que facilitó la realización de comparaciones entre subsistemas evaluados.

A diferencia de los indicadores anteriores, los empleados por Martín Carrasco *et al.* necesitan del cálculo de las garantías con la que se realizan los suministros. La garantía de la demanda puede obtenerse aplicando cualquier criterio, a partir de los déficits mensuales en los que ha incurrido el sistema en servicio. Es importante reseñar que los indicadores de eficiencia permitieron trabajar bajo un enfoque de planificación hidrológica, con un horizonte temporal de 10 a 20 años, en los se manejaron valores históricos de los recursos y proyecciones de la demanda futura basadas en su previsible evolución.

Con los indicadores de eficiencia se han intentado superar las limitaciones de los indicadores mencionados anteriormente. El análisis llevado a cabo por Martín Carrasco *et al.*:

- (i) Se circunscribe a una cuenca determinada, con todos sus rasgos diferenciales
- (ii) Considera la disponibilidad real de recursos, al emplear como dato de partida el suministro realizado con la infraestructura hidráulica existente
- (iii) Necesita del cálculo de la garantía del servicio a partir de la secuencia de funcionamiento del sistema, con su variabilidad temporal

3.7 Conclusiones

La planificación hidrológica u ordenación de las aguas se encarga de solucionar los problemas relacionados con la utilización del agua, desde la búsqueda de las fuentes disponibles hasta su suministro, según la demanda para las diversas actividades humanas. Todo ello teniendo en cuenta que es necesario maximizar de forma equilibrada los beneficios sociales (equidad), económicos (crecimiento) y ambientales (sostenibilidad) que se puedan obtener con el aprovechamiento del agua; así como controlar los fenómenos y efectos adversos asociados con su uso.

El balance hídrico de cuenca es la herramienta fundamental que permite determinar el estado del funcionamiento del sistema de aprovechamiento de recursos hídricos. Debe considerar la infraestructura hidráulica de la cuenca para cuantificar el recurso realmente disponible, de modo que pueda compararse la oferta con la demanda de agua.

La garantía de suministro del sistema es un elemento que puede flexibilizar la relación entre la oferta y la demanda de agua. En cualquier caso, su nivel de exigencia dependerá de la tolerancia de las demandas a la falta de agua.

La escasez de agua necesita de diferentes soluciones, en función de que su origen sea la falta de infraestructura, y/o el exceso de demanda. El cambio climático puede ser un factor de escasez al alterar las condiciones hidrológicas.

Existen muchos indicadores internacionales de estrés hídrico o escasez de agua. En general, comparan la demanda de agua con los recursos naturales en grandes regiones, en la actualidad y en el futuro. Realmente la oferta hídrica disponible es una fracción de los recursos naturales, que dependerá de la infraestructura hidráulica y de los niveles de garantía que se consideren en el suministro.

Los indicadores usados a menudo en las evaluaciones de disponibilidad de recursos hídricos utilizan valores medios anuales, correspondientes a cálculos en países o grandes regiones. Las medias anuales obtenidas sobre amplias áreas geográficas suavizan la variabilidad espacial y temporal, y no captan problemas concretos.

A pesar de la preocupación internacional existente por la disponibilidad de agua, en muchos estudios no se consideran las cuencas como unidad de estudio. La cuenca hidrográfica es el espacio natural para estas evaluaciones por constituir un sistema “cerrado”, que permite almacenar la escorrentía generada hasta su empleo. Pueden darse otros argumentos, por ejemplo, considerar que actividades, procesos y actuaciones, que se realicen sobre los recursos aguas arriba, tienen efectos claros para la disponibilidad de agua en sentido descendente de la corriente.

En la actualidad, las grandes cuestiones relacionadas con el desarrollo de los recursos hídricos pueden resumirse en: (i) la determinación de la presión actual y futura sobre el agua dulce debido a las extracciones que realizan los diversos sectores usuarios del agua y (ii) la localización de las cuencas hidrográficas que están bajo presión particular y el estudio de su evolución en cambio climático.

4 METODOLOGÍA

4.1 Proceso de análisis de escasez de agua en condiciones de cambio climático

Las estrategias de adaptación al cambio climático persiguen reducir la vulnerabilidad de la sociedad a sus impactos. En el tema de los recursos hídricos, el primer objetivo es proteger de los efectos de este fenómeno al sistema del aprovechamiento. En las zonas donde los recursos hidráulicos son más escasos, el valor económico de los mismos es mayor y más importante conocer el margen disponible para la adaptación.

Las prestaciones del servicio de suministro y la tolerancia de las demandas a la reducción de los recursos son criterios para el diseño de una estrategia de adaptación. Su elaboración necesita cuantificar el cambio de garantía con la que se sirven las demandas del sistema bajo la hipótesis del cambio climático e identificar los factores que puedan corregir esas modificaciones.

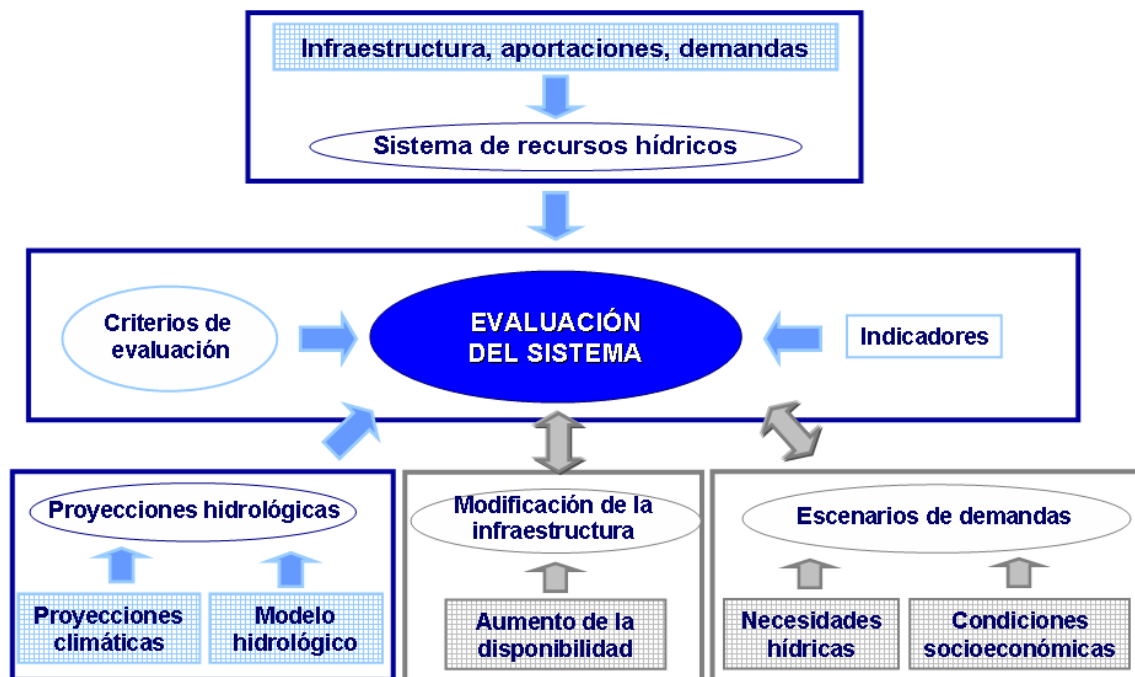


Figura 14. Elementos que componen el proceso de análisis de escasez de agua en condiciones de cambio climático

El proceso de análisis de escasez de recursos superficiales en condiciones de cambio climático, ver Figura 14, debería ser un marco para diagnosticar este problema y establecer políticas de adaptación al mismo en diferentes escenarios climáticos a muy largo plazo.

Los datos necesarios para planificar la adaptación se conseguirían a través de los siguientes elementos y su función:

- *Configuración del modelo de gestión del sistema*

El aprovechamiento de los recursos hídricos puede ser extremadamente complejo. En ausencia de un conocimiento perfecto se representa de forma “sencilla” mediante el concepto de sistema. El enfoque de sistemas permite modelar la explotación de recursos hídricos como un conjunto de elementos, dinámicamente relacionados, que desarrollan una actividad para alcanzar el objetivo de satisfacer unas demandas. Un modelo permite procesar matemáticamente el comportamiento de los diferentes elementos naturales e infraestructuras de la cuenca para su gestión. De este modo, se puede definir un modelo de gestión de agua como una herramienta de ayuda en la toma de decisiones para el buen uso, económico, social y medioambiental, de los recursos hidráulicos, entendidos como el conjunto formado por el sistema natural y las infraestructuras. La clasificación tradicional distingue entre los modelos de gestión que simulan el comportamiento del sistema y los que tratan de optimizarlo.

Los modelos de simulación permiten reproducir de forma detallada el comportamiento del sistema ante determinadas acciones exteriores y decisiones de explotación, reglas de operación, permitiendo observar los efectos producidos por estas últimas. Las fases de un proceso de simulación son: (i) especificación de la configuración del sistema; (ii) especificación de la demanda y de los vínculos entre ésta y el sistema; (iii) definición de las reglas de operación; (iv) evaluación de la idoneidad del sistema y/o sus reglas de operación mediante el estudio del comportamiento del sistema obtenido mediante simulación; y (v) repetición de la secuencia para otras alternativas de configuración y/o reglas de operación. Es por tanto un procedimiento iterativo, que se desarrolla a lo largo del tiempo y que permite tratar sistemas grandes y complejos con un elevado grado de detalle.

Por su parte, los modelos de optimización seleccionan directamente la mejor solución, la “óptima”, al problema planteado, en términos de calidad, coste, fiabilidad o cualquier otro criterio de utilidad. La bondad de la solución se manifiesta como un extremo, ya sea máximo o mínimo, de una determinada función (función objetivo) expresada en base a las variables del sistema y a una gradación de preferencias en el conjunto de soluciones posibles. La función objetivo representa el criterio a optimizar. Mediante un proceso de cálculo numérico se busca y determina la solución óptima del problema en términos estrictamente numéricos. Los algoritmos más utilizados son la programación lineal y la programación dinámica. Aplicados a los sistemas de explotación de recursos hídricos, los modelos de optimización seleccionan las asignaciones de agua en base a objetivos y restricciones. Como el proceso de análisis que se propone se basa en la evaluación del funcionamiento global del sistema de explotación, se considera adecuado el uso de un modelo de optimización para representar su funcionamiento.

En cualquier caso, el término “modelo” supone una abstracción simplificada del comportamiento de los elementos que componen el aprovechamiento de los recursos hídricos, y no constituye una descripción completa y exhaustiva de la realidad. Por ello, es necesario que exista un compromiso entre el nivel de detalle exigido al modelo, las técnicas numéricas disponibles para su resolución, las características de los datos implicados y el tipo de conclusiones que finalmente se desee extraer de los resultados.

Muchos autores conciben un modelo como el binomio formado por la representación matemático-funcional (o algorítmica) del mismo y el conjunto de los datos requeridos para su resolución. La representación simplificada que expresan los modelos permite que la información se procese de manera rápida y eficiente.

La configuración del modelo debe representar adecuadamente el grado de desarrollo de la infraestructura hidráulica en la cuenca. Los resultados del modelo deben poner de manifiesto, a través del rendimiento del sistema, si la dimensión de la infraestructura hidráulica es adecuada; si las demandas de los sectores dependientes son razonables, en relación con la disponibilidad de recursos; y si la modificación de las condiciones hidrológicas y/o la variación de las necesidades de agua pueden poner en riesgo el funcionamiento del sistema. Con esta perspectiva, la optimización del modelo con diferentes aportaciones permitiría estudiar el efecto del cambio climático en las prestaciones del sistema. Las reservas de agua son un elemento más del modelo, la aparición de escasez puede aconsejar elevar el nivel de regulación para atenuar esta situación.

En el modelo de optimización actuarán como variables y restricciones: la hidrología, los condicionantes ambientales, las demandas, las capacidades de embalse, las prioridades de uso y la evaporación en embalses. La escala temporal adecuada para este tipo de estudios es la mensual, en correspondencia con las labores de planificación hidrológica.

Las aportaciones indican las entradas de agua al sistema. Deben considerarse en forma de series cronológicas de aportaciones mensuales naturales, localizadas en diferentes puntos de la cuenca, suficientes para caracterizar los recursos superficiales en la misma. Estas serán bastante extensas para ser representativas; habitualmente se considera que un período del orden de 30 años puede ser suficiente.

Los condicionantes medioambientales son los caudales circulantes que han de respetarse para mantener los ecosistemas. Son restricciones en el modelo.

Las demandas corresponden a zonas de la cuenca donde se utiliza el agua. Su definición completa incluye su valor anual de abastecimiento, riego agrícola e industria, con su distribución en el tiempo (valores mensuales), coeficiente de retorno y prioridad. El coeficiente de retorno es la fracción de la demanda no consumida que vuelve al sistema. Podría ser necesario fijar la prioridad en el reparto de agua en el caso de que el funcionamiento del sistema, por condicionantes legales o de otro tipo, debiera satisfacer en primer lugar de las demandas de mayor prioridad.

El dato fundamental para evaluar el sistema es la garantía con la que se realiza el suministro. Esta no debe ser alterada por escalonamientos en el reparto de agua. El escalonamiento implica dividir la demanda en niveles, de modo que ante la falta de recursos se satisfagan las demandas por niveles según su prioridad.

Los datos que se consideran relevantes de los embalses son: la capacidad máxima de embalse; el volumen inicial de embalse; las curvas superficies-volúmenes, necesarias para considerar las pérdidas por evaporación en los embalses; y las curvas alturas-volúmenes, que describen el volumen embalsado.

La longitud del periodo de optimización depende de la longitud de los datos disponibles

y del objetivo para el que se utiliza el proceso de optimización. Registros largos de caudales probablemente contienen distintos tipos de periodos correspondientes a rachas que vayan evolucionando de muy secas a muy húmedas y viceversa y, por tanto, la variabilidad climática origine situaciones en las que se pueda suministrar íntegramente la demanda y otras en las que no sea posible. Optimizar en un solo periodo todo el registro, supone conocer de antemano la evolución de las aportaciones durante esos años. Es más razonable considerar tramos del registro histórico de distinta longitud de forma secuencial, de modo que la optimización sea anual, bianual, quinquenal, etc. La determinación de la longitud del periodo de optimización dependerá de la capacidad de regulación de la cuenca. En general, si una determinada combinación de aportaciones e infraestructuras no es suficiente para garantizar una determinada demanda en un periodo concreto, se recurre a periodos mayores que permitan establecer volúmenes de reserva para esos usos durante los periodos de reducción de recursos.

Los resultados del modelo son un conjunto de series que, para cada una de las demandas, indican los déficits mensuales en los que ha incurrido el modelo al optimizar el reparto del agua. Si para enriquecer los resultados se realizan optimizaciones con periodos de diferente longitud, se deberá asegurar la independencia de los resultados con tramos cuyas longitudes no sean combinación lineal de las demás. En cada cálculo, la longitud del periodo de optimización por el número de éstos y por 12 constituye la longitud del periodo de análisis en número de meses.

- *Elaboración de proyecciones hidrológicas*

La relación existente entre la información climática a muy largo plazo y el análisis de escasez de agua, se inspira en algunos aspectos en la relación habitual entre las condiciones climáticas y los estudios de planificación a largo plazo en la gestión de los recursos hídricos.

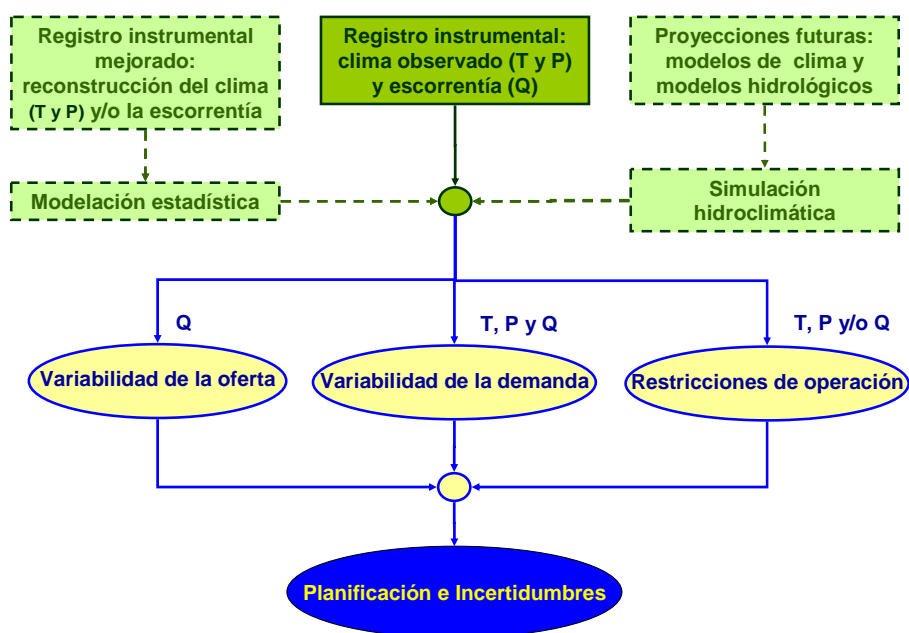


Figura 15. Marco analítico para relacionar el clima con la oferta de agua, la demanda y la planificación y gestión del agua

Los estudios de planificación se centran en cuestiones relativas a cambios propuestos en el sistema (físicos o de funcionamiento), de modo que la información climática en ellos aparece a través de hipótesis sobre la oferta hídrica, la demanda y las restricciones operativas de los sistemas, ver Figura 15. La oferta hídrica es una fracción de los recursos naturales, establecida en función de la infraestructura de la cuenca.

La oferta hídrica se analiza para describir las posibilidades de abastecimiento en el horizonte de planificación; la demanda se caracteriza en cada uno de los sectores (abastecimiento urbano e industrial, agraria, y otros usos); y la última categoría incluye diversas limitaciones operativas debidas a las condiciones climáticas, como puede ser la necesidad de fijar normas de control de inundación en los embalses o establecer restricciones si se detectan condiciones de baja disponibilidad del recurso.

En planificación hidrológica, la oferta hídrica futura se basa en los flujos naturales y se calcula a partir de datos disponibles. Si las observaciones obtenidas con registros instrumentales son suficientemente largas, se considera adecuado su uso para representar las condiciones futuras y, por tanto, para el análisis del comportamiento del sistema en el horizonte del estudio. Puede que en el futuro aparezcan situaciones que no observadas (por ejemplo, meses o temporadas con valores más extremos y sequías más graves y continuadas), sin embargo, si la longitud de los registros es suficiente, la planificación hidrológica no considera esta posibilidad tan importante como para provocar cambios en los supuestos deducidos del registro instrumental.

Puede ampliarse el conjunto de futuros posibles para la planificación hidrológica utilizando el modelado estocástico y la información paleoclimática.

La primera técnica da lugar al desarrollo de series temporales hidroclimáticas sintéticas, a través de un modelo estocástico que puede originar mayor información sobre la variabilidad hidroclimática. En general, el desarrollo de proyecciones hidroclimáticas estocásticas incluye los siguientes pasos: (i) elegir un período de referencia en el que las estadísticas hidroclimáticas se mantengan; (ii) recoger datos del período de referencia; (iii) construir un modelo estocástico utilizando técnicas paramétricas o no paramétricas; (iv) verificar del modelo hidroclimático, sus características estadísticas y de autocorrelación; y (v) aplicar el mismo para generar secuencias hidrológicas sintéticas.

También existen gran variedad de técnicas para convertir los datos paleoclimáticos en reconstrucciones hidroclimáticas. En general estas reconstrucciones son menos fiables como indicadores de magnitudes hidroclimáticas pasadas en un año específico, y más fiables como indicadores de estado relativos (es decir, si un año reconstruido fue húmedo o seco en relación con el período medio reconstruido). La información de estado es particularmente útil para la planificación cuando la decisión afectada es sensible al rendimiento del sistema en condiciones de sequía u otra posible variación de secuencias. Si los datos paleoclimáticos son idóneos o no para apoyar la planificación en el clima actual es objeto de investigación; la evolución reciente del clima y el cambio climático podrían dejar al clima fuera de los parámetros paleoclimáticos.

Dadas las evidencias que manifiestan las tendencias climáticas recientes y los resultados de las condiciones climáticas futuras proyectadas (deducidas de la consideración de diferentes escenarios de emisiones), pueden aparecer motivos para relacionar los registros instrumentales con las proyecciones futuras de temperatura y precipitación.

Para realizar la primera evaluación del análisis del sistema en condiciones de cambio climático, es imprescindible conocer las aportaciones a muy largo plazo. Éstas representan las entradas de agua al sistema modificadas por los efectos del calentamiento global.

Las proyecciones climáticas a muy largo plazo se basan en el modelado del clima mundial, que reproduce el conocimiento actual causa-efecto en el se sustenta el funcionamiento del sistema climático. La decisión de utilizar estas proyecciones climáticas depende de: (i) si el horizonte del estudio es relevante en un contexto de cambio climático, es decir, si alcanza por lo menos varias décadas; (ii) si la información ha sido “regionalizada” a una resolución espacial coherente con el desarrollo de los supuestos del análisis a realizar; y (iii) si se considera que este tipo de proyecciones a escala reducida contienen información que es suficientemente fiable para el estudio.

Una vez analizados positivamente cada uno de los factores anteriores, un procedimiento general para conectar la información climática con los supuestos del análisis puede ser: (i) recoger datos sobre las proyecciones climáticas regionalizadas en la zona de estudio y para el horizonte temporal elegido; (ii) decidir qué proyecciones se utilizarán, así como las variables y aspectos a considerar; (iii) disponer de información sobre las condiciones naturales adecuada a las escalas del estudio; y (iv) establecer el nexo entre la información, derivada de las proyecciones climáticas, y los futuros recursos naturales.

La revisión realizada de literatura científica y de planificación hidrológica sugiere que la mayoría de los estudios sobre recursos hídricos y cambio climático han incorporado información del clima en sus procesos de planificación utilizando un enfoque “de arriba a abajo”. De este modo, la elaboración de escenarios de disponibilidad de agua empieza estableciendo la credibilidad científica del calentamiento climático causado por el hombre, a fin de desarrollar escenarios climáticos futuros que puedan ser utilizados a nivel regional como entradas a modelos hidrológicos. Esta técnica traslada los efectos del potencial cambio en el sistema climático al sistema de recursos hídricos, obteniendo como resultado proyecciones de aportaciones que permiten evaluar diferentes características del sistema de explotación. El inconveniente de este enfoque está en las incertidumbres de las proyecciones, que se incrementan rápidamente al anidar de forma secuencial unos modelos en otros. Podría ser adecuado establecer cualquier otro tipo de nexo.

- *Evaluación del sistema*

En esta tesis se propone la utilización de un modelo de optimización para traducir los cambios hidroclimáticos en impactos en el sistema cuyo rendimiento se ve alterado. Así, conocidas las aportaciones y las demandas, la evaluación del modelo de optimización del sistema permite describir su vulnerabilidad actual y futura a la escasez, e identificar las opciones aceptables para la adaptación.

Para la evaluación del modelo se propone el uso de los indicadores de eficiencia (Martín Carrasco *et al.* 2007), con criterios adecuados a las características específicas de la cuenca y en concordancia con los objetivos de la política hidráulica de la gestión de la misma. Hasta el momento estos indicadores sólo han sido utilizados en el contexto de la planificación hidrológica. Sin embargo, se cree que pueden utilizarse para incluir los resultados del estudio de adaptación del sistema al cambio climático en la labores de

planificación hidrológica.

La evaluación del sistema con su configuración actual (demandas e infraestructura), pero con solicitudes hidrológicas correspondientes a diferentes proyecciones climáticas, puede dar información sobre la evolución del sistema actual en condiciones de cambio climático. Se trata de emplear la metodología de análisis de sistemas de Martín Carrasco *et al.* como herramienta de ayuda, para incorporar los datos disponibles de proyecciones climáticas al proceso de toma de decisiones en la gestión del sistema. En este enfoque, una evaluación inicial no necesita considerar cambios en las demandas ni en la infraestructura.

Para la obtención de los valores de los indicadores de eficiencia se necesita disponer de las garantías de los suministros; éstas se obtienen tras optimización del modelo. Es recomendable utilizar criterios de garantía que contemplen la magnitud y duración de los fallos, de forma que se facilite el análisis posterior de su repercusión en los sistemas socioeconómicos. La garantía aceptable de un sistema debe basarse en criterios que representen la capacidad de resistencia “razonable” de las demandas ante un fallo en el suministro y, por ello, debe ser diferente para cada uso.

Una vez optimizado el funcionamiento del sistema, y a partir de los déficits mensuales correspondientes a cada una de las demandas, se obtienen los valores de los indicadores de eficiencia que permiten analizar las prestaciones del sistema con diferentes solicitudes hidrológicas.

Este planteamiento hace que la evaluación del funcionamiento del sistema sea la herramienta que permita decidir en qué medida son suficientes actuaciones del lado de la demanda y/o del lado de la oferta. A continuación se perfilan las opciones de adaptación que habitualmente son consideradas:

- (i) La reducción de la demanda se ha recomendado por muchos autores como un modo de disminuir la vulnerabilidad de la gestión del agua al cambio climático. La gestión de la demanda es una estrategia para hacer un mejor uso del agua, reducir los residuos y aumentar la eficiencia económica del sistema. Los servicios de abastecimiento pueden fomentar la conservación del agua con medidas de ahorro y tarificación. El sector agrícola puede reducir el consumo de agua mediante cambios en la selección de cultivos y métodos de riego, y la adopción de innovaciones tecnológicas como variedades vegetales resistentes a la sequía. La mayoría de las medidas para reducir la demanda se aplican a nivel local y por usuarios individuales. Los organismos de gestión pueden promover la eficiencia del uso en los sectores dependientes del agua, así como en sus propias operaciones y sistemas de suministro (Bates *et al.* 2008).
- (ii) Existen medidas no estructurales para asignación más eficiente de los recursos. En este ámbito, una opción de adaptación consiste en mejorar los mecanismos de mercado que fundamentan las transferencias de agua entre usos. El cambio climático y los cambios en los patrones de demanda podrían aumentar las presiones del mercado que en la actualidad moviliza el agua entre usos. La existencia de bancos y mercados de agua, y el incremento del uso voluntario de agua de arrendamiento pueden aumentar las oportunidades de los titulares de derechos de agua a transferir su uso. Las transferencias pueden ser permanentes

mediante la compra de derechos o temporales a través de contratos durante los años secos. Mercados y precios más altos proporcionan un incentivo para la conservación del agua, especialmente durante los períodos de oferta limitada y sequía (Brekke *et al.* 2009).

- (iii) Es posible que en algunas zonas, aunque se reduzca la disponibilidad efectiva de los recursos hídricos como consecuencia del cambio climático, todavía sea posible la creación de medios de amortiguación, mediante nueva infraestructura para incrementar las reservas actuales de agua y la modificación de las normas de gestión para aumentar los márgenes de operaciones. La gestión de la infraestructura existente incluye su actualización, mantenimiento, rehabilitación y mejora para garantizar la flexibilidad de su funcionamiento ante diferentes posibilidades de variabilidad climática (Brekke *et al.* 2009).
- (iv) Otra de las opciones para reducir el riesgo de fallo en el suministro de agua es crear diferentes carteras de abastecimiento. Este proceder permite integrar nuevas capacidades de embalse, acuíferos y/o fuentes no convencionales, cuya gestión conjunta puede mantener el suministro de agua. Las fuentes no convencionales incluyen la desalinización (de agua del mar y agua salobre subterránea), la reutilización de aguas grises y el tratamiento de fuentes de agua degradada para su uso y protección del suministro (Arama *et al.* 2009).
 - *Elaboración de escenarios socioeconómicos de demanda de agua y de alternativas de configuración de la infraestructura.*

El factor humano es fundamental en la gestión del agua. Un marco específico de adaptación al cambio climático para la gestión del agua debería contemplar, además de la diversidad de características de los recursos hídricos, las controversias entre usos del agua, la dinámica socioeconómica de la región y la reacción de la sociedad a los efectos del cambio climático. Así, tras la evaluación inicial del sistema con su configuración actual, se procedería incorporar los resultados obtenidos en la diagnosis del sistema al proceso de análisis y, se elaborarían escenarios alternativos de demanda y de disponibilidad hídrica.

No se trataría de crear supuestos de demanda caracterizados para cada uno de los sectores identificando los “límites máximos” de la misma por cuestiones socioeconómicas, de la oferta disponible y/o de las limitaciones operativas y rendimiento del sistema; sino de construir escenarios socioeconómicos y alternativas de servicio integrando toda la problemática de la cuenca, en correspondencia con la evolución climática e hidrológica, el comportamiento del sistema en cambio climático, los cambios económicos y sociales previsibles que influyen en la demanda, y la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos. Por ello, los escenarios socioeconómicos y de disponibilidades alternativas deben construirse desde la perspectiva de la gestión integral del agua y considerar la respuesta humana al propio cambio climático.

4.2 Evaluación del sistema de recursos hídricos

El procedimiento de análisis descrito en el apartado anterior requiere para la evaluación del sistema una serie de indicadores, acompañados de criterios que permitan la diagnosis de problemas de escasez en el sistema y la identificación de soluciones.

A continuación se definen los indicadores de eficiencia propuestos para este fin y las características de los criterios con los que deben juzgarse. Sus autores los elaboraron como una metodología de análisis de sistemas hidráulicos, recogida en el trabajo de investigación *Drought-induced water scarcity in water resources systems, Extreme hydrological events: new concepts for security* (Martín Carrasco *et al.* 2007).

4.2.1 Indicadores de eficiencia

La base para la evaluación del funcionamiento del sistema es el cálculo de la garantía con la que se sirven las demandas. La garantía de la demanda puede obtenerse aplicando cualquiera de los criterios que se han expuesto con anterioridad, a partir de los déficits mensuales en los que ha incurrido el modelo en el suministro.

Las demandas de un sistema hidráulico se pueden agrupar en diversas categorías dependiendo del uso que se hace del agua (abastecimiento, regadío, industria, recreo, etc.) y de su importancia para la cuenca. Para cada categoría, k , se determina el nivel de garantía aceptable, r_k , dependiendo de la naturaleza de la demanda y de los requisitos para el uso del agua. La garantía aceptable será la probabilidad, expresada en tanto por ciento o en tanto por uno, de que el sistema sea capaz de servir adecuadamente la demanda. Por ejemplo, para regadío, un nivel de garantía aceptable puede ser el 85%, mientras que para abastecimiento urbano deber ser mucho más exigente, en torno al 100%.

El análisis gráfico del funcionamiento del sistema, para cada categoría de demanda, se realiza mediante la curva de Garantía vs. Demanda que se muestra en la Figura 16. Esta curva representa los volúmenes acumulados de las demandas que son servidas con una garantía igual o superior a unos valores determinados.

Todos los datos que se necesitan para representar dicha curva se obtienen de los resultados del modelo de optimización del sistema. El conocimiento de los déficits mensuales, producidos durante el periodo de análisis, permite calcular las garantías con las que se han realizado los suministros. Para ello, se aplicarán los criterios de fallo que se habrán definido con anterioridad para cada tipo de demanda.

Añadir que para su uso en el contexto del cambio climático, el modelo de optimización deberá rodarse con diferentes entradas de agua, procedentes del estudio de la alteración de las aportaciones por este fenómeno.

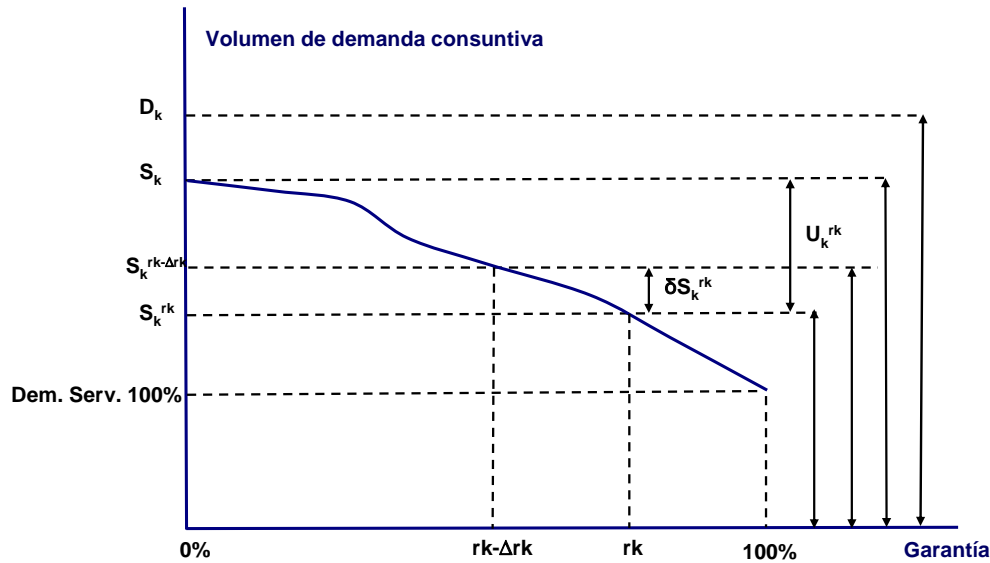


Figura 16. Distribución de las demandas consuntivas de un sistema hidráulico según su garantía

En la curva Garantía vs. Demanda se pueden identificar las siguientes cantidades (en unidades de volumen):

- D_k Volumen de la demanda de clase k
- S_k Volumen suministrado de clase k con cualquier garantía
- S_k^{rk} Volumen suministrado de clase k con garantía rk
- U_k^{rk} Volumen suministrado de clase k con garantía inferior a rk
- $S_k^{rk-\Delta rk}$ Volumen suministrado de la clase k por el sistema que está próximo al nivel de garantía aceptable rk
- $\delta S_k^{rk} = S_k^{rk-\Delta rk} - S_k^{rk}$ Volumen suministrado de la clase k por el sistema que puede cumplir los requisitos de garantía rk mediante medidas de gestión

Cuando el sistema responde adecuadamente a sus demandas, la explotación del mismo debe estar orientada, en parte, a mejorar la garantía y a reducir U_k^{rk} . Un mecanismo para alcanzar un incremento Δrk de la garantía para cada categoría de demanda son las acciones dirigidas a gestionar la demanda k .

Cuando la diagnosis debe ser más amplia, para manifestar la vulnerabilidad del sistema a la escasez de agua y definir las medidas encaminadas a solucionar este problema, es necesario definir un sistema de indicadores que sirva de herramienta de análisis en otros aspectos importantes del funcionamiento del sistema.

Demandas del sistema (datos del modelo):

- N Número de años del periodo de análisis
- t Subíndice que identifica cada uno de los meses del periodo de análisis
 $t = 1, 2, 3, \dots, 12N$
- j Subíndice que identifica cada una de las demandas de una clase
 $j = 1, 2, 3, \dots, J$
- k Subíndice que identifica la clase de demanda
 $k = 1, 2, 3, \dots, K$

Tabla 2. Representación esquemática de las demandas del modelo

		Clases de demanda												
		k = 1				k = 2				.....	k = K			
		j=1	j=2	j=J	j=1	j=2	j=J	.....	j=1	j=2	.....	j=J
Meses	t = 1													
	t = 2													
									D_{kjt}				
	t=12N													

D_{kjt} Volumen de la demanda j solicitada en el mes t de la clase k , en unidades de volumen

$$D_{kj} = \sum_{t=1}^{12N} D_{kjt}$$

Ecuación 7. Volumen de la demanda j de la clase k solicitada durante todo el periodo de análisis, en unidades de volumen

$$D_k = \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^{12N} D_{kjt}$$

Ecuación 8. Volumen de la demanda total de la clase k solicitada al sistema durante todo el periodo de análisis, en unidades de volumen

$$D = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^{12N} D_{kjt}$$

Ecuación 9. Volumen de la demanda total solicitada al sistema durante el periodo de análisis, en unidades de volumen

Tras obtener con el modelo de optimización del sistema los déficits mensuales producidos durante el periodo de análisis, se calculan los suministros con los que se han atendido cada una de las demandas.

Suministros del sistema (resultados de la optimización):

- N Número de años del periodo de análisis
- t Subíndice que identifica cada uno de los meses del periodo de análisis
 $t = 1, 2, 3, \dots, 12N$
- j Subíndice que identifica cada una de los suministros de una clase
 $j = 1, 2, 3, \dots, J$
- k Subíndice que identifica cada clase de suministro
 $k = 1, 2, 3, \dots, K$

Tabla 3. Representación esquemática de los volúmenes servidos resultantes de la optimización

		Suministros por clases de demanda													
		k = 1				k = 2				.....	k = K				
		j=1	j=2	j=J	j=1	j=2	j=J	.....	j=1	j=2	.....	j=J	j=1
Meses	t = 1														
	t = 2														
									S_{kjt}					
	t=12N														

S_{jkt} Volumen suministrado j de la clase k en el mes t , en unidades de volumen

$$S_{kj} = \sum_{t=1}^{12N} S_{kjt}$$

Ecuación 10. Volumen suministrado j de la clase k durante todo el periodo de análisis, en unidades de volumen

$$S_k = \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^{12N} S_{kjt}$$

Ecuación 11. Volumen suministrado de la clase k por el sistema durante el periodo de análisis, en unidades de volumen

$$S = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^{12N} S_{kjt}$$

Ecuación 12. Volumen total suministrado por el sistema durante el periodo de análisis, en unidades de volumen

De la curva Garantía vs. Demanda se obtienen los datos necesarios para cálculo los indicadores de eficiencia.

Tabla 4. Volumen suministrado con garantía igual o mayor que la aceptable

Si $r_{kj} \geq r_k$	S_{kj}^{rk} : volumen suministrado j de la clase k con garantía mayor o igual que la garantía r_k aceptable, en unidades de volumen
	S_k^{rk} : volumen suministrado de la clase k por el sistema durante el periodo de análisis con garantía mayor o igual que la garantía r_k aceptable, en unidades de volumen
	$S_k^{rk} = \sum_{j=1}^J S_{kj}^{rk}$
	S^{rk} : volumen total suministrado por el sistema durante el periodo de análisis con garantía mayor o igual que la garantía r_k aceptable, en unidades de volumen
	$S^{rk} = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J S_{kj}^{rk} = \sum_{k=1}^K S_k^{rk}$

4.2.1.1 Grado de satisfacción de la demanda I_1

El grado de satisfacción de la demanda valora la capacidad del sistema para atender sus demandas. Para cada categoría de demanda, se cuantifica mediante un indicador de satisfacción I_{1k} , calculado como el cociente entre la demanda servida y la demanda solicitada:

$$I_{1k} = \frac{S_k}{D_k}$$

Ecuación 13. Indicador de satisfacción para cada clase de demanda

El indicador correspondiente, relativo al sistema en conjunto, se obtiene como media ponderada de los indicadores de satisfacción de cada categoría de demanda. Dos pesos se utilizan para el cálculo: el peso de volumen relativo y el peso de importancia relativa.

El peso de volumen relativo α_k se calcula como la proporción del volumen de la demanda de esa categoría entre el volumen de todas las demandas del sistema:

$$\alpha_k = \frac{D_k}{D}$$

Ecuación 14. Coeficiente de ponderación en función del volumen de la demanda

El peso de importancia relativa β_k se asigna subjetivamente dependiendo de los objetivos de la política hidráulica de la cuenca. Las clases de demanda que se consideren más importante para la gestión de la cuenca deben tener los mayores valores de β_k . Los pesos de importancia relativa deben asignarse con la limitación de que la suma de los productos de los pesos de volumen e importancia relativa para todas las categorías de demandas debe ser igual a uno:

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k \beta_k = 1$$

Ecuación 15. Relación entre coeficientes de ponderación

El valor del indicador de satisfacción para el sistema, calculado como la media ponderada de los indicadores de cada categoría de demanda, resulta:

$$I_1 = \sum_{k=1}^K \alpha_k \beta_k I_{1k}$$

Ecuación 16. Indicador ponderado de satisfacción del sistema

En caso que todos los pesos de importancia relativa fuesen iguales a uno, la expresión para calcular I_1 se reduce a:

$$I_1 = \frac{S}{D}$$

Ecuación 17. Indicador de satisfacción del sistema

Los valores de este indicador son iguales o menores que 1. Si los valores del indicador son altos, el sistema tiene poco déficit, debido a que es capaz de suministrar la mayor parte de la demanda que se le solicita. Los sistemas con indicador alto son menos vulnerables a la escasez, entendiendo como vulnerabilidad la magnitud de los daños producidos debido a la demanda que se deja insatisfecha. Cuando el indicador es bajo, el sistema sólo puede suministrar una parte pequeña de la demanda que se le solicita, lo que significa que el sistema es vulnerable ante la escasez. La razón de esta escasez (exceso de demanda, gestión inapropiada del sistema hidráulico, conflicto entre las demandas consuntivas y no consuntivas, carencia de infraestructuras, etc.) se puede analizar con la ayuda de los restantes indicadores.

4.2.1.2 Calidad de servicio de la demanda I_2

La calidad del servicio de la demanda valora la bondad con que el sistema satisface sus demandas. Para cada categoría de demanda, se cuantifica mediante el indicador I_{2k} , calculado como cociente entre la demanda servida con garantía aceptable y la demanda total solicitada:

$$I_{2k} = \frac{S_k^{rk}}{D_k}$$

Ecuación 18. Indicador de calidad de servicio para cada clase de demanda

El valor del indicador para el sistema completo se calcula como:

$$I_2 = \sum_{k=1}^K \alpha_k \beta_k I_{2k}$$

Ecuación 19. . Indicador ponderado de calidad de servicio del sistema

Cuando el sistema tiene iguales todos los pesos de importancia relativa, el indicador de garantía resulta:

$$I_2 = \frac{S^{rk}}{D}$$

Ecuación 20. Indicador de calidad de servicio del sistema

Un valor alto de este indicador significa gran confianza en el que las demandas se satisfagan de modo aceptable. Se trata de sistemas fiables o robustos, que servirán sus demandas incluso en situaciones de escasez. Un valor bajo de este indicador significa que el sistema sirve sus demandas de forma no aceptable y es propenso a sufrir escasez incluso bajo sequías de moderada intensidad. Finalmente, es fácil comprobar que el valor de este indicador es siempre inferior al valor del indicador de satisfacción I_1 .

4.2.1.3 Sostenibilidad del aprovechamiento de recursos I_3

El grado de sostenibilidad del aprovechamiento de los recursos valora la utilización que se realiza de los recursos naturales del sistema. Se cuantifica mediante un indicador de sostenibilidad I_3 , calculado para el sistema completo, como el cociente entre los recursos no utilizados del sistema y la aportación natural:

$$I_3 = \frac{A - S}{A} = 1 - \frac{S}{A}$$

Ecuación 21. Indicador de sostenibilidad del sistema

En este caso, A es la aportación total del sistema en régimen natural, en unidades de volumen. Un valor bajo de este indicador significa un gran aprovechamiento de los recursos naturales del sistema. Estos sistemas pueden ser propensos a sufrir escasez debido al exceso de demanda. Un valor alto de este indicador significa poco uso de los recursos naturales, lo que usualmente sucede en sistemas con un desarrollo económico bajo (poca población, pocos regadíos y poca industria). Estos sistemas tienen proporcionalmente los mayores excedentes de agua, que pueden estar disponibles para usos adicionales en la propia cuenca o en cuencas vecinas. La escasez en estos sistemas puede paliarse fácilmente con infraestructuras de regulación.

4.2.1.4 Potencial de recuperación del sistema I_4

El potencial de recuperación del sistema valora la posible mejora en el servicio de la demanda que se puede lograr con medidas de gestión. Para cada categoría de la demanda, se cuantifica mediante un indicador de gestión I_{4k} , que determina la proporción de demanda que se satisface con garantía inaceptable que está próxima a satisfacerse con garantía aceptable.

$$I_{4k} = \frac{\delta S_k^{rk}}{D_k} = \frac{S_k^{rk-\Delta rk} - S_k^{rk}}{D_k}$$

Ecuación 22. Indicador de recuperación para cada tipo de demanda

El numerador es la cantidad δS_k^{rk} , ver Figura 15, que es la diferencia entre la demanda servida próxima al nivel de garantía aceptable (por ejemplo, del 80%) y la demanda servida con el nivel de garantía aceptable (por ejemplo, del 85%). Los umbrales para garantía aceptable o inaceptable deben adaptarse al caso particular de cada sistema.

El valor del indicador de recuperación para el sistema completo se calcula como:

$$I_4 = \sum_{k=1}^K \alpha_k \beta_k I_{4k}$$

Ecuación 23. Indicador ponderado de recuperación del sistema

Este indicador es irrelevante para sistemas con valores altos o muy bajos del indicador de calidad I_2 . Para el resto de los casos, un valor alto de este indicador significa que una gran proporción de la demanda que no tiene garantía suficiente, pero que está próxima al nivel de garantía aceptable. La escasez de estos sistemas puede paliarse con medidas de gestión de la demanda o con infraestructuras generalmente de carácter local. Por el contrario, valores bajos de este indicador sugieren que la demanda con garantía insuficiente está lejos de ser adecuadamente satisfecha. Estos sistemas requieren acciones de mayor envergadura para abordar el problema de la escasez.

4.2.2 Criterios de análisis de los indicadores de eficiencia

Se deben definir los valores del indicador de satisfacción I_1 y del indicador de calidad de servicio I_2 que separan las situaciones consideradas favorables de las consideradas desfavorables. Los valores favorables y desfavorables de I_1 e I_2 permiten conocer la intensidad de los problemas que pueden aparecer en el sistema hidráulico. Las diferentes intensidades con las que pueden catalogarse los problemas aparecen representadas en la Figura 17.

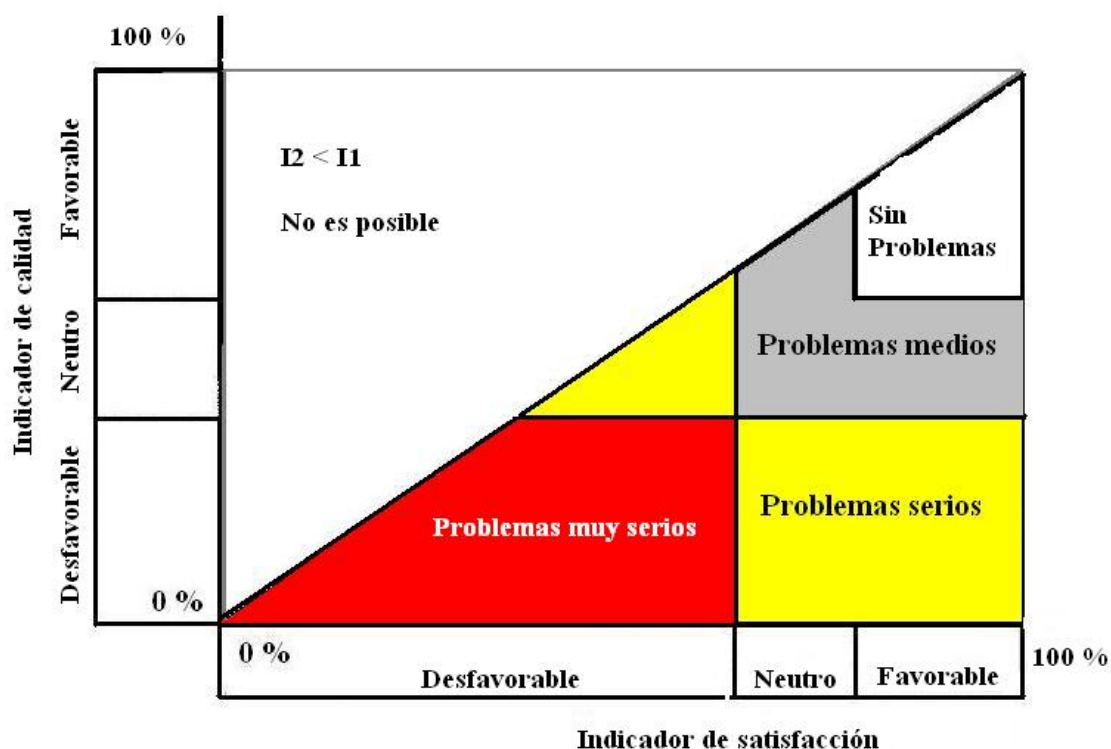


Figura 17. Intensidad de los problemas de los sistemas hidráulicos de acuerdo con el valor de los indicadores

Se sugiere que valores de I_1 inferiores a 0.7 deben considerarse desfavorables, mientras que no se deben considerar favorables hasta que no superen 0.85. Para I_2 se aconseja que valores inferiores a 0.6 se consideren desfavorables y no sean considerados como favorables hasta que no superen 0.75. No obstante, otros valores subjetivos, basados en la experiencia de los analistas, pueden utilizarse para sistemas que sean bien conocidos; o bien, los límites pueden ser decididos externamente por los responsables de la toma de decisiones.

Tabla 5. Valores de los indicadores que definen los criterios de análisis

INDICADOR	Favorable	Desfavorable	Neutro	Alto	Bajo
I_1	$0.85 < I_1$	$I_1 < 0.7$	$0.7 \leq I_1 \leq 0.85$	-	-
I_2	$0.75 < I_2$	$I_2 < 0.6$	$0.6 \leq I_2 \leq 0.75$	-	-
I_3	-	-	-	$0.5 \leq I_3$	$I_3 < 0.5$
I_4	-	-	-	$0.05 \leq I_4$	$I_4 < 0.05$

Los valores del indicador de sostenibilidad I_3 no son favorables ni desfavorables, sino simplemente altos (positivos) o bajos (negativos). Se recomienda que se utilicen solamente estas dos categorías en las aplicaciones prácticas, aunque clasificaciones más detalladas pueden realizarse para casos particulares. El umbral de separación entre los valores altos y bajos es específico de cada cuenca. En general, un valor de separación a considerar puede ser 0.5.

El indicador de recuperación I_4 también puede calificarse como alto (positivo) o bajo (negativo). La separación entre alto y bajo debe definirse para cada caso, tomando los valores inferiores para sistemas con menos demanda. Se sugiere que valores sobre 0.1 deben ser considerados altos, pudiendo tomarse 0.05 como un valor de separación con carácter general.

4.2.3 Diagnóstico e identificación de alternativas de adaptación

En la Figura 18 se realiza una propuesta para caracterizar los sistemas hidráulicos dependiendo de los valores cuantitativos de sus indicadores, a fin de diagnosticar potenciales problemas del sistema, valorar su intensidad y proponer soluciones. Necesariamente ha habido que simplificar los problemas y soluciones.

De modo general, se pueden caracterizar los problemas de déficit de agua en el sistema en función del tipo de fallo:

1. Problemas derivados de un valor neutro o desfavorable del indicador de satisfacción

Se trata de sistemas incapaces de suministrar la mayor parte de la demanda que se le solicita, de modo que padecen escasez de recursos superficiales derivada de un exceso de demanda, falta de infraestructura o mala gestión de los recursos. La caída del valor de este indicador por la alteración de los recursos disponibles denota la vulnerabilidad del sistema a la escasez de agua, cuyo grado de sensibilidad puede medirse a través de la magnitud de los daños producidos debido a la demanda que se deja insatisfecha.

2. Problemas derivados de un valor neutro o desfavorable del indicador de calidad

Se trata de sistemas poco fiables o robustos, que no sirven sus demandas de modo aceptable. Son sistemas propensos a originar situaciones de escasez de recursos, ante un déficit hidrológico de pequeña intensidad o un cambio en la distribución mensual de los mismos. El descenso del valor de este indicador proporciona una medida del grado en el

que se han reducido la calidad de las prestaciones del sistema y manifiesta la peor disposición para no caer en una situación de déficit estructural.

3. Problemas derivados de un valor bajo del indicador de sostenibilidad

En este caso el sistema realiza un gran aprovechamiento de los recursos naturales y será propenso a sufrir escasez debido al exceso de demanda.

			$I_1 = \uparrow$		$I_1 = \updownarrow$		$I_1 = \downarrow$	
			Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución
$I_2 = \uparrow$	$I_3 = +$				1	B1	1	B2 - C1
	$I_3 = -$				1	A - B1	1 - 3	A - B2 - C2
$I_2 = \updownarrow$	$I_3 = +$	$I_4 = +$	2	D	1 - 2	B1	1 - 2	B2 - C1
		$I_4 = -$	2	D	1 - 2	B2	1 - 2	B3 - C1
	$I_3 = -$	$I_4 = +$	2	A - D	1 - 2	A - B1	1 - 2 - 3	A - B2 - C2
		$I_4 = -$	2	A - D	1 - 2	A - B2	1 - 2 - 3	A - B3 - C2
$I_2 = \downarrow$	$I_3 = +$	$I_4 = +$	2	B1 - D	1 - 2	B2 - C1	1 - 2	B3 - C1
		$I_4 = -$	2	B1 - D	1 - 2	B3 - C1	1 - 2	B3 - C1
	$I_3 = -$	$I_4 = +$	2 - 3	A - B1 - D	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	1 - 2 - 3	A - B3 - C2
		$I_4 = -$	2 - 3	A - B1 - D	1 - 2 - 3	A - B3 - C2	1 - 2 - 3	A - B3 - C2

	Problemas muy serios
	Problemas serios
	Problemas medios
	Sin problemas

Figura 18. Diagnóstico del sistema e identificación de alternativas de solución

Valor de los indicadores

\uparrow = favorable ; \updownarrow = neutro ; \downarrow = desfavorable ; + = alto ; - = bajo

Problemas

1. El sistema es vulnerable: una eventual falta de recursos puede producir daños importantes
2. El sistema tiene poca fiabilidad: se puede producir escasez de agua incluso con sequías de baja intensidad
3. Existe un exceso de demanda para los recursos hídricos disponibles

Soluciones

- A. Actuaciones sobre las demandas (reducción de pérdidas, mejoras de eficiencia, compatibilidad entre usos, etc.)
- B. Obras de regulación: 1 locales de carácter anual, 2 globales de carácter anual, 3 globales de carácter interanual
- C. Recursos adicionales: 1 internos, 2 externos o complementarios (aguas subterráneas, desalación, etc.)
- D. Acciones no estructurales para mitigar los impactos

Las soluciones más adecuadas para resolver la escasez y/o mala calidad del servicio dependen del valor combinado de los cuatro indicadores. Simplificando el tipo de soluciones, se pueden catalogar en:

A. Actuaciones sobre las demandas

Aconsejadas cuando el nivel de explotación de los recursos es alto

B. Obras de regulación

C. Movilización de recursos adicionales

Fuentes no superficiales y/o no convencionales

D. Acciones no estructurales

Idóneas en sistemas con un elevado indicador de satisfacción

Distintas medidas pueden contribuir a solucionar un mismo problema; una medida puede hacer frente a distintas cuestiones. Todas las medidas pueden diseñarse con diferente gradación según la intensidad del problema a resolver.

4.3 Definición de estrategias de adaptación

La planificación y el desarrollo estratégico son elementos estrechamente vinculados; pero mientras el objetivo de la planificación es la identificación de actividades concretas, el desarrollo de estrategias pone el énfasis en la definición de directrices para el futuro. En una estrategia se definen los objetivos y se determina la manera de lograr dichas metas, considerando incluso diferentes posibilidades adaptadas a distintas contingencias. La planificación es, en este sentido, la traducción concreta de la estrategia escogida en objetivos, activos y medios asociados. En la Tabla 6 se presentan algunas de las diferencias esenciales entre planificación y desarrollo estratégico.

Tabla 6. Diferencias esenciales entre planificación y desarrollo estratégico

PLANIFICACIÓN	DESARROLLO ESTRATÉGICO
Establece directrices	Define las directrices
Se basa en ideas ya existentes	Impulsa la innovación
Se guía por metas concretas	Se guía por visiones y metas
A corto plazo	A largo plazo
Análisis	Síntesis
Basado en las tendencias del presente	Basado en las posibilidades de futuro

Los instrumentos de gestión son los elementos y métodos que asisten a los responsables públicos en la adopción de decisiones racionales y fundamentadas entre distintas alternativas. Dichas opciones deben basarse en las políticas consensuadas, los recursos

disponibles, los impactos medioambientales y las repercusiones socioeconómicas. El análisis de sistemas ofrece un amplio abanico de métodos cuantitativos y cualitativos. La combinación de estos métodos con los conocimientos en diferentes disciplinas asociadas al problema en cuestión contribuye a definir y evaluar los distintos desarrollos estratégicos. En este contexto, la metodología propuesta para la evaluación de la vulnerabilidad del sistema a la escasez de agua, permite identificar desarrollos estratégicos para adaptar el abastecimiento al cambio climático.

Concretar la estrategia de adaptación es definir un plan de acción y su formulación implica situar el tema del cambio climático en un contexto en el que intervienen numerosas partes interesadas, como puede ser el de la planificación hidrológica, para identificar medidas que deben conciliar diferentes intereses.

Con el respaldo de una metodología rigurosa, las fases para elaborar una estrategia de concreta de adaptación podrían ser las siguientes:

- (i) Evaluar la vulnerabilidad del sistema a la escasez e identificar las opciones potenciales de adaptación. El análisis de vulnerabilidad a la escasez de agua es el punto de partida. Como se ha expuesto anteriormente, los indicadores utilizados informan acerca de las prestaciones del sistema de modo que, con los criterios adecuados, permiten cuantificar la vulnerabilidad del sistema y dilucidar las posibilidades de adaptar su funcionamiento a las condiciones existentes de variabilidad climática o a las condiciones climáticas futuras.
- (ii) Identificar y formular las opciones concretas de adaptación. Se trata de caracterizar las opciones de adaptación en términos de costes, impactos y barreras potenciales, y desarrollar criterios para asignarles prioridades. El desarrollo de los criterios debe ser un proceso impulsado por las partes interesadas. La participación de los actores clave es esencial para garantizar que los criterios reflejen las necesidades del sistema. Estos criterios de prioridad también pueden actuar como indicadores de éxito a largo plazo del proyecto en cuanto a la consecución de los objetivos de adaptación.

La gradación de las prioridades puede realizarse tras evaluar el sistema con configuraciones alternativas de la disponibilidad, definidas a partir de la evaluación inicial del sistema con su configuración original. La posibilidad de utilizar escenarios socioeconómicos enriquece el análisis.

Identificadas las prioridades entre las posibles opciones de adaptación, el resultado será una lista clasificada de opciones de adaptación.

- (iii) Formular una estrategia de adaptación. Integración de las opciones prioritarias de adaptación en una sola estrategia conjunta, que incluirá recomendaciones para planificar políticas y medidas específicas para disminuir el impacto del cambio climático.

Todas las partes interesadas deberán involucrarse en la estrategia de adaptación resultante, para que la aprobación general será más sencilla y la implementación más eficaz.

4.4 Enfoque para la elaboración de proyecciones hidrológicas

El modo más informativo posible de presentar un conjunto de datos es mediante su descripción estadística. Con este fin, se aplica a la variable escorrentía técnicas numéricas que caracterizan la centralización y la dispersión de sus valores. El cambio climático producirá modificaciones en las características estadísticas básicas de esta variable y, en consecuencia, las aportaciones futuras previsiblemente estarán alteradas en estos parámetros.

Con este enfoque, para reproducir las alteraciones hidrológicas del cambio climático en el sistema en estudio, se construyen las series de aportaciones futuras aplicando a las series actuales cambios en media anual, o cambios en media y coeficiente de variación, que puedan ser previsibles por este fenómeno. Estos cambios deben obtenerse de los resultados de trabajos de investigación en la zona de estudio que sean consultados.

Por ejemplo, para el caso de estudio que se desarrolla en esta tesis, las fuentes consultadas han sido el trabajo *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España* (CEDEX 2009) y el *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* (UPM 2010).

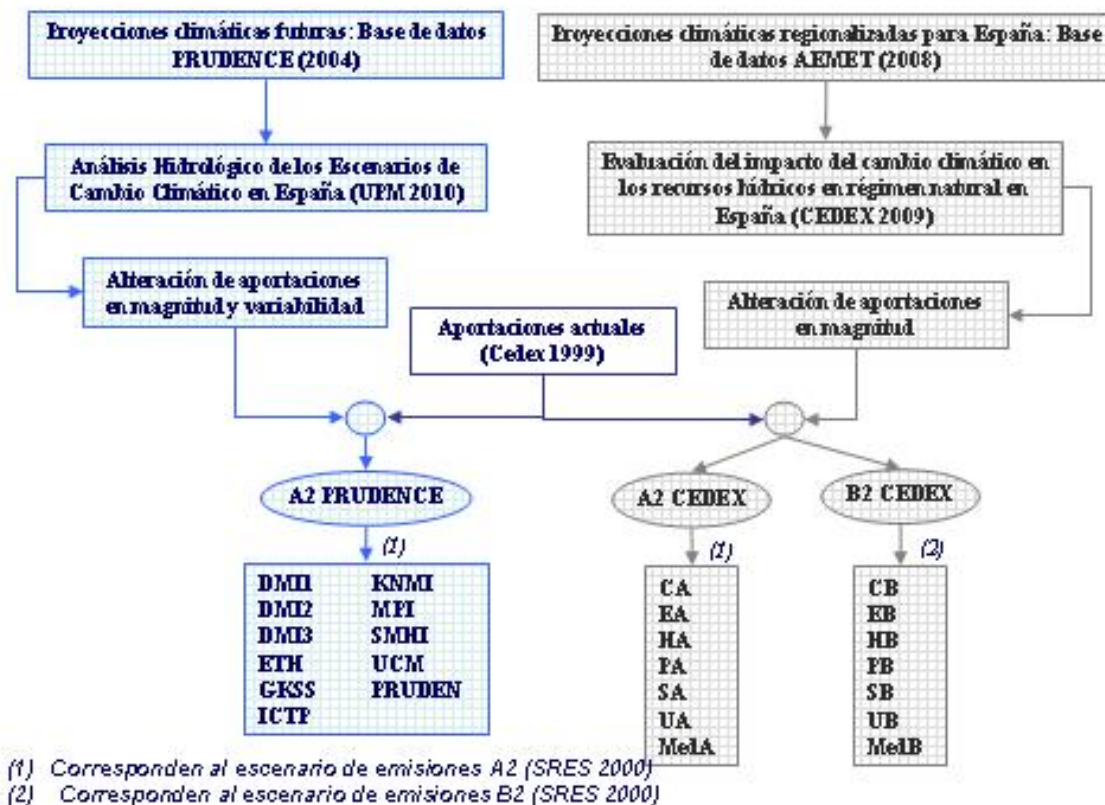


Figura 19. Esquema descriptivo del origen de las alteraciones que representan las proyecciones

La Figura 19 representa esquemáticamente el origen y tipo de las alteraciones que se consideran en la construcción de las aportaciones futuras utilizadas en esta tesis. También permite distinguir a qué escenario de emisiones responden. Las proyecciones A2 CEDEX y B2 CEDEX son el resultado de considerar cambios en media anual de los

valores de aportación, y se corresponden con escenarios de emisiones A2 y B2. Las proyecciones A2 PRUDENCE son el resultado de tener en cuenta cambios en media y en coeficiente de variación de las aportaciones anuales, y sólo corresponden al escenario de emisiones A2. Los nombres de las proyecciones respetan su denominación correspondiente en los estudios consultados.

4.5 Herramientas de modelización

Se trata de herramientas técnicas ya desarrolladas.

4.5.1 MATLAB

Teniendo en cuenta la gran cantidad de datos a manejar la elaboración de proyecciones se aborda en el entorno de cálculo de MATLAB (Matrix Laboratory). MATLAB es un programa que se basa en el uso de matrices y vectores, con un lenguaje propio de programación que permite el desarrollo de herramientas de proceso. Estas herramientas integran distintos módulos de trabajo (*archivos .m*) que permitan automatizar y sistematizar los procesos, y respetar el formato de los datos.

El procedimiento general de elaboración de proyecciones desarrollado en MATLAB se estructura en las siguientes fases:

- (i) Obtener una matriz de datos C que recoja las aportaciones actuales (periodo de control) correspondientes a los años del periodo de análisis. Esta matriz tendrá 12 columnas (una por mes) y tantas filas como años tenga el periodo de estudio

C Matriz de aportaciones mensuales

c_{ij} Aportación en el mes j del año i del periodo de control

$i = 1, 2, \dots, n$ (n es la duración del periodo de análisis en años)

$j = 1, 2, \dots, 12$

- (ii) Calcular los valores anuales de aportación

$$x_i = \sum_{j=1}^{12} c_{ij}$$

X Vector de aportaciones anuales actuales

x_j Aportación anual en el año i del periodo de control

$i = 1, 2, \dots, n$

- (iii) Calcular la media μ_S y desviación típica σ_S del vector X

$$\mu_S = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \sigma_S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_S)^2}{n}}$$

(iv) Normalizar las componentes del vector X

$$x_{iN} = \frac{x_i - \mu_S}{\sigma_S}$$

(v) Calcular la media, μ_{SA2} o μ_{SB2} , y la desviación típica, σ_{SA2} o σ_{SB2} , correspondientes a las proyecciones hidrológicas, aplicando las variaciones relativas $\Delta\mu_{A2}$ o $\Delta\mu_{B2}$ y $\Delta\sigma_{A2}$ o $\Delta\sigma_{B2}$, según se considere el escenario de emisiones A2 o B2, a los valores μ_S y σ_S

$$\begin{aligned} \mu_{SA2} &= \mu_S + \mu_S \cdot \Delta\mu_{A2} = \mu_S (1 + \Delta\mu_{A2}) & \sigma_{SA2} &= \sigma_S + \sigma_S \cdot \Delta\sigma_{A2} = \sigma_S (1 + \Delta\sigma_{A2}) \\ \mu_{SB2} &= \mu_S + \mu_S \cdot \Delta\mu_{B2} = \mu_S (1 + \Delta\mu_{B2}) & \sigma_{SB2} &= \sigma_S + \sigma_S \cdot \Delta\sigma_{B2} = \sigma_S (1 + \Delta\sigma_{B2}) \end{aligned}$$

(vi) Construir los futuros valores anuales de aportación a partir de los normalizados y las variaciones de los parámetros.

$$\begin{aligned} x_{iA2} &= x_{iN} \cdot \sigma_{SA2} + \mu_{SA2} \\ x_{iB2} &= x_{iN} \cdot \sigma_{SB2} + \mu_{SB2} \end{aligned}$$

x_{jA2} Aportación anual en el año i del periodo de clima futura bajo el escenario de emisiones A2

x_{jB2} Aportación anual en el año i del periodo de clima futura bajo el escenario de emisiones B2
 $i = 1, 2, \dots, n$

X_{A2} Vector de aportaciones anuales futuras, obtenido al considerar el escenario de emisiones A2

X_{B2} Vector de aportaciones anuales futuras, obtenido al considerar el escenario de emisiones A2

(vii) Obtener las matrices de proyecciones hidrológicas correspondientes a los escenarios de emisiones A2 y B2, a partir de los vectores de aportaciones anuales futuras

A Matriz de aportaciones mensuales futuras bajo el escenario de emisiones A2

a_{ij} Aportación en el mes j del año i del periodo de clima futuro

B Matriz de aportaciones mensuales futuras bajo el escenario de emisiones B2

b_{ij} Aportación en el mes j del año i del periodo de clima futuro

$i = 1, 2, \dots, n$ (n es la duración del periodo de análisis en años)

$j = 1, 2, \dots, 12$

$$a_{ij} = c_{ij} \frac{x_{iA2}}{x_i} \quad b_{ij} = c_{ij} \frac{x_{iB2}}{x_i}$$

4.5.2 Modelo OPTIGES

Para abordar la optimización del sistema, en esta tesis, se ha utilizado el módulo OPTIWIN de AQUATOOL para la utilización del modelo OPTIGES (Optimización de la Gestión de Esquemas de Sistemas de Recursos Hidráulicos). AQUATOOL es un Sistema Soporte de Decisión para planificación y gestión de recursos hídricos, desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

OPTIWIN dispone de una interfaz gráfica que permite automatizar la creación de archivos de entrada (DATAGEN.OPT) y la salida de resultados que afectan a los elementos (embalses, conducciones y demandas) para el modelo OPTIGES.

El modelo OPTIGES es un programa de uso general que realiza la optimización de la gestión de un sistema de recursos hidráulicos de acuerdo con unas hipótesis, objetivos y restricciones, y con decisiones y variables hidrológicas a escala mensual.

El uso del modelo requiere la confección previa de un sistema simplificado del sistema real constituido por:

- Nudos sin embalse. Válidos para modelar confluencias, divergencias y puntos de toma
- Nudos con capacidad de almacenamiento. Permiten modelar azudes y embalses
- Canales. Representan conducciones naturales o artificiales
- Aportaciones. Entradas de agua al sistema procedentes de la subcuenca aguas arriba del nudo en el que está localizada la aportación
- Demandas consuntivas como riego, demanda industrial y abastecimiento

OPTIGES utiliza valores mensuales y permite optimizaciones de períodos de 12 meses en adelante, con un número de períodos de optimización definido por el usuario. La optimización de la gestión del sistema para un periodo de N años es realizada por el modelo minimizando la función objetivo:

$$\sum_{t=1}^{12N} \left[\sum_{i=1}^{n_c} \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{ij} d_{ijt} + \sum_{i=1}^{n_d} \sum_{j=1}^{n_{i'}} \beta_{ij} d'_{ijt} \right] - \sum_{i=1}^{n_e} \delta_i \quad \forall i, j, t$$

Donde:

- n_c Número de conducciones en el esquema, cada una de ellas con el caudal mínimo dividido en n_i niveles
- n_d Número de demandas en el esquema, cada una de ellas con la demanda dividida en $n_{i'}$ niveles
- n_e Número de embalses en el esquema
- n_i Número de niveles en que se divide el caudal mínimo de la conducción i .
- $n_{i'}$ Número de niveles en que se divide la demanda i

- $\alpha_{i,j}$ Factor de ponderación asignado al déficit d_{ijt} del nivel j del caudal mínimo conducción i en el mes t
- $\beta_{i,j}$ Factor de ponderación asignado al posible déficit d'_{ijt} del nivel j de la demanda i en el mes t

Esta función objetivo es lineal y trata de minimizar la suma ponderada de déficits de caudales ecológicos, déficits de suministro a zonas de demanda, y maximizar el volumen almacenado en embalses al final de cada período de optimización elegido.

La optimización de la función objetivo se realiza sujeta a las restricciones siguientes:

- (i) La suma de caudales entrantes en cualquier nudo corriente de la red ha de ser igual a la suma de caudales salientes del mismo para cada mes
- (ii) En los embalses, para cada mes, la suma de volúmenes entrantes más el volumen embalsado a principio del mes ha de ser igual a la suma de volúmenes salientes más el volumen embalsado a final de mes, más el volumen de evaporación
- (iii) El caudal circulante por una conducción ha de ser menor que la capacidad máxima de la conducción para el mes en cuestión. Además, todas las variables, tales como volúmenes de embalse, caudal circulante por conducciones y volumen suministrado a demandas han de ser positivas o nulas.

Para la función objetivo definida, OPTIGES proporciona las soluciones óptimas dando los valores de volúmenes embalsados, caudales circulantes y déficits, en cada mes para cada año, así como un resumen final de todo el horizonte de estudio, que incluye valores medios, mensuales y anuales de todas las variables, número de fallos y garantías según distintos criterios definibles por el usuario, y déficits máximos. El programa también crea diferentes archivos ASCII con extensión .PRN que recogen los valores de evolución de volúmenes de embalse, caudales circulantes, y déficits de las demandas, con el fin de facilitar un análisis más detallado de los resultados con el uso de otras utilidades informáticas.

La división de la demanda en niveles permite que en caso de escasez de recursos se satisfagan las demandas por orden de prioridad según niveles. La prioridad se entiende siempre con relación a otras posibles demandas.

4.6 Esquema de trabajo para el análisis de sistemas en condiciones de cambio climático

La Figura 20 representa la integración de todos los elementos que se consideran necesarios para la evaluación e identificación de políticas de adaptación al cambio climático en los sistemas de recursos hídricos.

La secuencia de trabajo consiste en:

- (i) Obtener las series mensuales de aportaciones actuales
- (ii) Confeccionar las series mensuales de aportaciones futuras a partir de las series actuales y los estudios de cambio climático realizados en la zona
- (iii) Construir un modelo de optimización del sistema de recursos hídricos
- (iv) Procesar los resultados de la optimización del sistema con diferentes proyecciones hidrológicas, dibujando en cada caso la curva de Garantía vs. Demanda para cada clase de demanda
- (v) Obtener para cada una de las proyecciones hidrológicas los valores de los indicadores de eficiencia del sistema
- (vi) Diagnosticar en cada caso problemas en el sistema e identificar alternativas de solución.

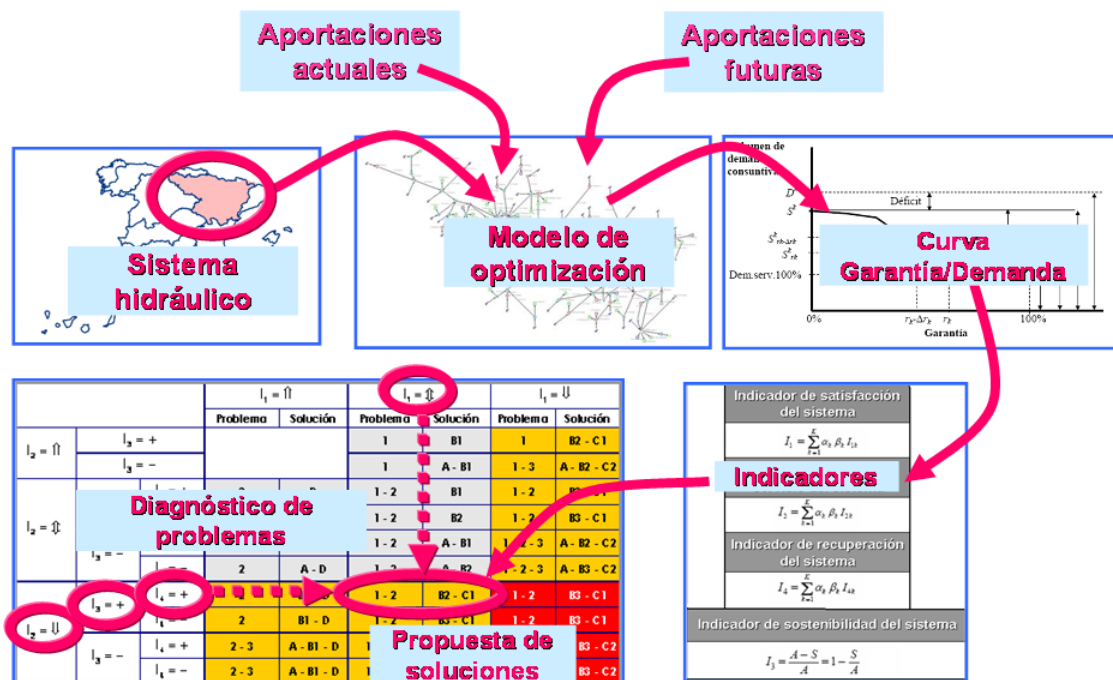


Figura 20. Metodología de análisis de sistemas en riesgo climático

5 CASO DE ESTUDIO: CUENCA DEL EBRO

5.1 Objetivos del caso de estudio

El presente capítulo está dedicado a validar la metodología propuesta para su uso en la evaluación y diagnóstico del sistema de recursos hidráulicos en condiciones de cambio climático.

Para ello se aplicará la metodología al sistema hidráulico de la cuenca del Ebro, considerando las aportaciones actuales y futuras, concordantes con los escenarios de emisiones A2 y B2 (SRES). Este estudio permitirá, además, evaluar la capacidad del sistema para atender sus demandas a muy largo plazo, realizar estudios comparativos en las diferentes zonas en las que puede desagregarse la cuenca e identificar estrategias para adaptar su explotación al impacto del cambio climático.

Las tareas básicas que van a detallarse en este capítulo son:

- (i) Preparar las series de aportaciones que representan la disponibilidad de agua en la situación actual y futura, bajo la hipótesis de cambio climático (proyecciones hidrológicas).
- (ii) Modelar el balance hídrico en la cuenca del Ebro con las distintas entradas de agua, utilizando un modelo de optimización que reproduce el sistema de aprovechamiento en la cuenca.
- (iii) Analizar el funcionamiento, actual y futuro, de cada uno de los sistemas en los que se desagrega el sistema de explotación de recursos hídricos de la cuenca del Ebro, según los indicadores de eficiencia presentados anteriormente.
- (iv) Valorar los indicadores para identificar políticas de adaptación del sistema al cambio climático.

5.2 Cuenca del Ebro

Se ha elegido la cuenca del río Ebro para poner en práctica la metodología de análisis descrita en el Capítulo 4. Esta cuenca hidrográfica está situada en el centro del cuadrante NE de la Península Ibérica y es la más extensa de España (85.600 km²), ocupando el 17.3 % del territorio peninsular español (DHE 2008). La longitud total del río Ebro es de 910 km, con numerosos e importantes afluentes y gran cantidad de lagos de montaña y lagunas en cuencas endorreicas que producen simultáneamente situaciones de abundancia de agua en diferentes épocas del año (sobre todo en la margen izquierda) y de escasez estructural, en algunas subcuencas de ambos márgenes (PHN 2000).

En la situación actual o periodo de control (CTL), las series de aportaciones utilizadas proceden de la actualización de todas las series de aportaciones naturales hasta el año

95/96, realizada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX con el modelo SIMPA (Sistema Integrado de Modelización Precipitación-Aportación) y que están recogidas en Libro Blanco del Agua en España.

Las aportaciones consideradas para el periodo 2070-2100 se han obtenido por medio de la corrección de las aportaciones de la situación de control con unos coeficientes, diferentes en función del origen de los datos. En apartados posteriores de este capítulo se describe detalladamente el origen de estos coeficientes.

Los datos sobre demandas e infraestructura hidráulica se han obtenido del Plan Hidrológico Nacional (2000) y de la documentación correspondiente al esquema provisional de Temas Importantes de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Se debe mencionar que las demandas de abastecimiento, de industria y de riego que se han tenido en cuenta son las consideradas actuales en el PHN, con la finalidad de poder evaluar si la diagnosis e identificación de problemas en la cuenca por medio de los indicadores de eficiencia es semejante a los problemas que en aquel momento se detectaron, confirmando la validez de la metodología para analizar el funcionamiento del sistema de explotación.

Respecto a la infraestructura hidráulica, se han considerado los embalses más representativos desde el punto de vista de regulación. En algunos casos se han agrupado varios embalses en serie o en paralelo en un único embalse de regulación, siempre que esto no afectara el análisis del sistema de explotación simplificado.

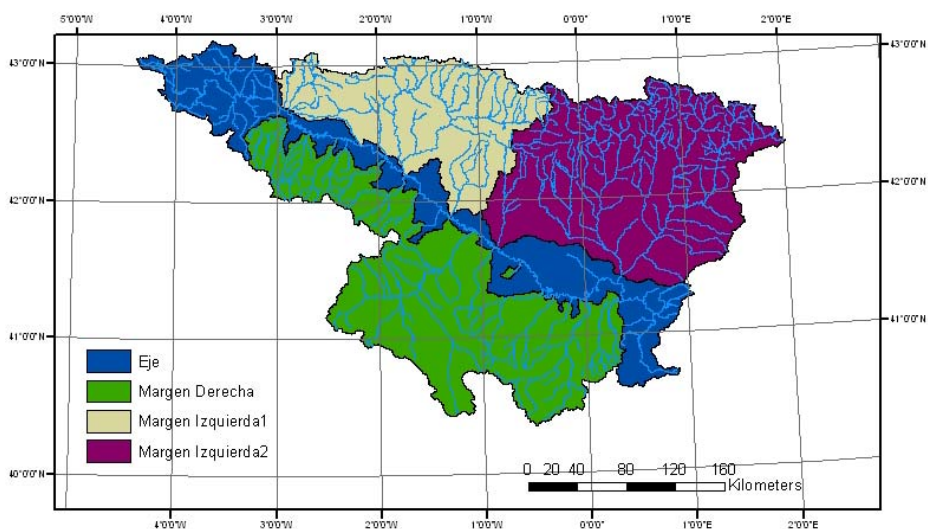


Figura 21. Distribución geográfica de los sistemas en los que se desagrega la cuenca del Ebro para el análisis

Para el análisis de resultados, y con el fin de evitar enmascarar problemas locales de escasez, se ha desagregado la cuenca en 4 sistemas (Figura 21). Cada uno de ellos recoge diferentes subsistemas que se han considerado homogéneos desde el punto de vista de las demandas, el grado de desarrollo hidráulico, las posibilidades de interconexión y las características hidrológicas.

Las zonas de la cuenca que recogen cada uno de estos sistemas son:

- Eje (E). Coincide con el eje fluvial. Constituye un sistema colector, que aprovecha aportaciones propias, pero también recibe agua del resto de la cuenca. Posee regulación propia y regulación indirecta.
- Margen Derecha (MD). Está formado por todas las subcuencas de esta margen. Constituye un sistema caracterizado por estar poco regulado.
- Margen izquierda 1 (MI1). Se compone de subcuencas de la margen izquierda del río más próximas a la cabecera. Presenta un nivel de regulación importante.
- Margen izquierda 2 (MI2). Agrupa subcuencas de la margen izquierda aguas debajo de Zaragoza. Este sistema tiene elevado nivel de regulación y numerosísimas interconexiones entre subsistemas.

Las Figura 22 representa la capacidad de embalse acumulada, la aportación media anual correspondiente a la situación actual y las demandas consuntivas, en cada uno de los 4 sistemas en los que se ha desagregado el sistema hidráulico del Ebro.

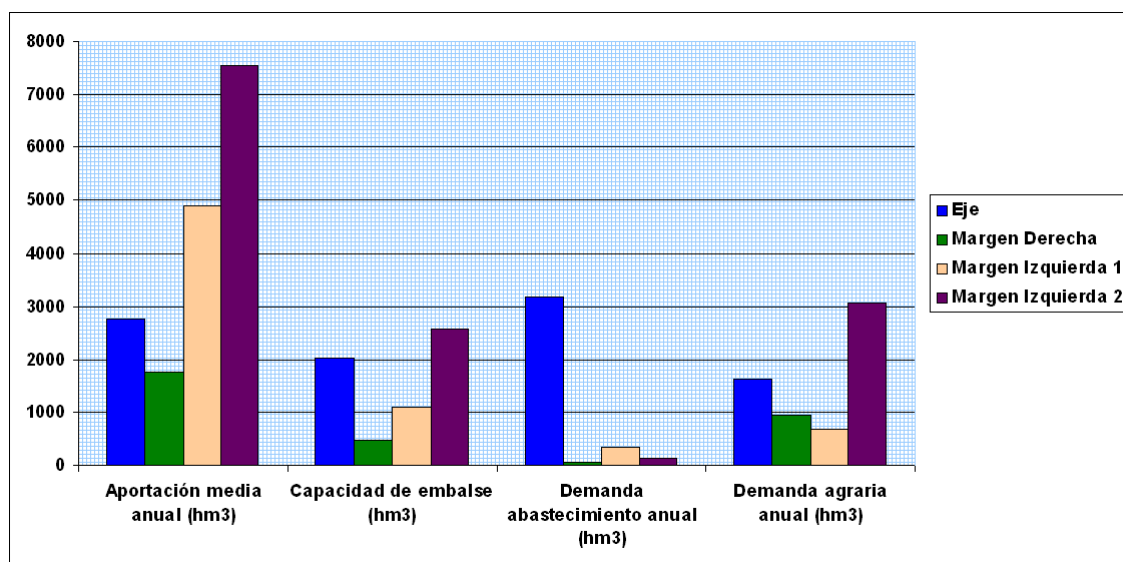


Figura 22. Capacidad de embalse acumulada, aportación media anual actual y demandas consuntivas en hm³, por sistemas en el Ebro

Dada la relativamente muy reducida explotación de aguas subterráneas, el consumo anual en la cuenca puede estimarse a través de las variaciones antrópicas del agua en los embalses. Existe una variación anual de las reservas hidrogeológicas que responde a ciclos naturales, no afectados (PHN 2000).

5.3 Esquema de trabajo

La Figura 23 representa los elementos que se han considerado para la diagnosis e identificación de políticas de adaptación al cambio climático en la cuenca del Ebro. En ella aparece la complicada labor de evaluación del impacto hidrológico del cambio

climático en la cuenca del Ebro, que queda fuera del alcance de esta tesis, pero imprescindible para realizar la aplicación de la metodología de análisis propuesta.

Secuencia de trabajo ha sido: (i) preparación de las series de aportaciones actuales; (ii) preparación de las series de aportaciones futuras (proyecciones hidrológicas); (iii) elaboración del modelo de optimización; (iv) ejecución del modelo con cada serie de aportaciones; (v) representación gráfica de la curva Demanda vs. Garantía para cada juego de resultados; (vi) obtención del valor de los indicadores en cada caso; (vii) análisis crítico del comportamiento de los indicadores; y (viii) diagnosis e identificación de alternativas de adaptación en cada caso.

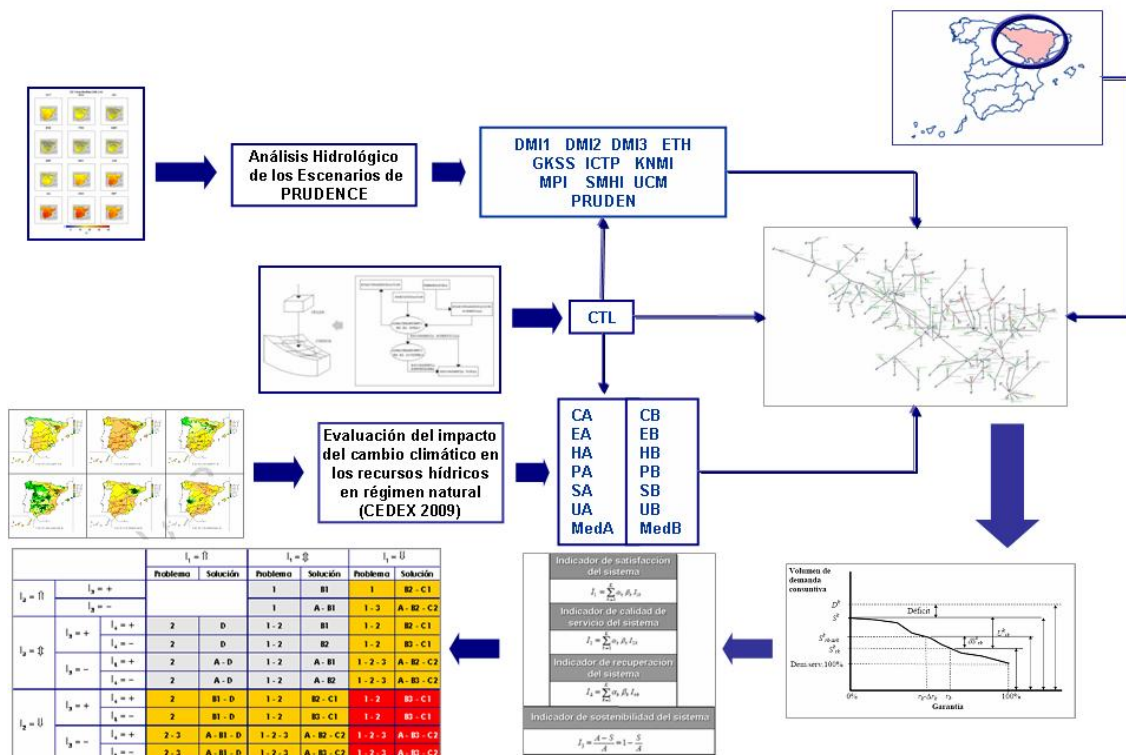


Figura 23. Esquema de trabajo seguido en el caso de estudio

Se ha elegido para optimizar el sistema un periodo quinquenal. Esta elección responde a dos razones: (i) realizadas varias pruebas en el modelo, con periodos de longitudes diferentes y resultados linealmente independientes, se ha comprobado que los resultados de la optimización son similares, de modo que la longitud del periodo de optimización no constituye una variable en el análisis; y (ii) muchos de los embalses que aparecen en el sistema responden a una regulación plurianual por lo que se requiere una longitud del periodo de optimización que corresponda con las posibilidades que tiene el sistema de amortiguación la falta de recursos en periodos más secos.

Los resultados de la optimización informan sobre el caudal circulante en cada tramo, una vez atendidas las demandas situadas aguas arriba, la evolución del volumen de los embalses y los déficits que se han producido en el suministro. Con los déficits y el valor de las demandas a lo largo del periodo de análisis es posible conocer la garantía con la que han sido atendidas.

En la actual Instrucción de Planificación Hidrológica, a efectos de la asignación y reserva de recursos, se considerará satisfecha la demanda agraria cuando: el déficit en

un año no sea superior al 50% de la correspondiente demanda; en dos años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 75% de la demanda anual; y en diez años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 100% de la demanda anual. Se considerará satisfecha la demanda urbana cuando: el déficit en un mes no sea superior al 10% de la correspondiente demanda mensual; y en diez años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 8% de la demanda anual. La garantía de la demanda industrial para producción de energía en centrales térmicas no será superior a la considerada para la demanda urbana. La garantía de la demanda industrial no conectada a la red urbana no será superior a la considerada para la demanda urbana.

En el procesado de los resultados de funcionamiento del modelo se han aplicado criterios de garantía temporales con mínimos volumétricos. Para demanda urbana e industrial se considera aceptable una garantía mensual del 95%. Para demanda agraria se considera aceptable una garantía anual del 85%.

5.4 Aportaciones actuales en el Ebro

Con objeto de la preparación de datos para la elaboración del Plan Hidrológico Nacional (PHN), se llevó a cabo la actualización de todas las series de aportaciones naturales hasta el año 95/96 con el Sistema Integrado de Modelización Precipitación-Aportación (SIMPA) aplicado a todas las cuencas peninsulares. SIMPA es un modelo hidrológico conceptual y distribuido, que simula los flujos medios mensuales en régimen natural en cualquier punto de la red hidrográfica de España. El proceso para la generación de datos con este modelo consiste en obtener caudales mensuales, integrando la escorrentía total en las cuencas vertientes a los puntos de simulación, y contrastar estos caudales simulados con los datos históricos, si existen. Estas series de aportaciones mensuales simuladas se utilizaron en los estudios hidrológicos previos del PHN. En la presente tesis, se han utilizado series de aportaciones mensuales simuladas con SIMPA correspondientes a la cuenca del Ebro y al periodo temporal comprendido entre enero de 1961 y diciembre de 1990, como representativas de las aportaciones actuales de agua en esta cuenca hidrográfica. Esta información se ha denominado situación de control, y en la exposición de cálculos y resultados se ha designado con el nombre CTL.

OPTIGES requiere un formato específico para leer los datos de aportaciones que deben presentarse en ficheros de texto ASCII con extensión *.APO*. En los ficheros *.APO* se ordenan las series de aportaciones en filas, cuyos componentes separados por un espacio representan los valores mensuales de aportaciones correspondientes a un mismo año. Cada año hidrológico está representado en una fila diferente, en el caso de España los valores mensuales se ordenan de octubre a septiembre. Las series de aportaciones son diferenciales, es decir, representan valores de la aportación que se genera en la cuenca entre el punto de aportación y los situados aguas arriba de este, en cada intervalo mensual.

Las series de aportaciones generadas con SIMPA representan valores acumulados del modelo. Dado que OPTIGES trabaja con valores diferenciales, ha sido necesaria una transformación de las primeras a las segundas mediante combinaciones lineales sencillas.

MATLAB permite considerar los datos de cada uno de los ficheros *.APO* como una

matriz en la que los valores mensuales de aportación de un mismo año componen una fila y las columnas representan los valores de aportación de un mismo mes a lo largo de los años del periodo en estudio. El procedimiento de elaboración de proyecciones hidrológicas, corrigiendo las aportaciones de control, ha sido desarrollado en MATLAB y está descrito en el Capítulo 4.

Dado que para el análisis posterior del sistema será necesario desagregar la cuenca, en la Figura 24 se representan los hidrogramas medios anuales en régimen natural que corresponden a cada una de las zonas de estudio en la situación actual, consideradas todas las aportaciones generadas en cada área concentradas en un único punto de salida.

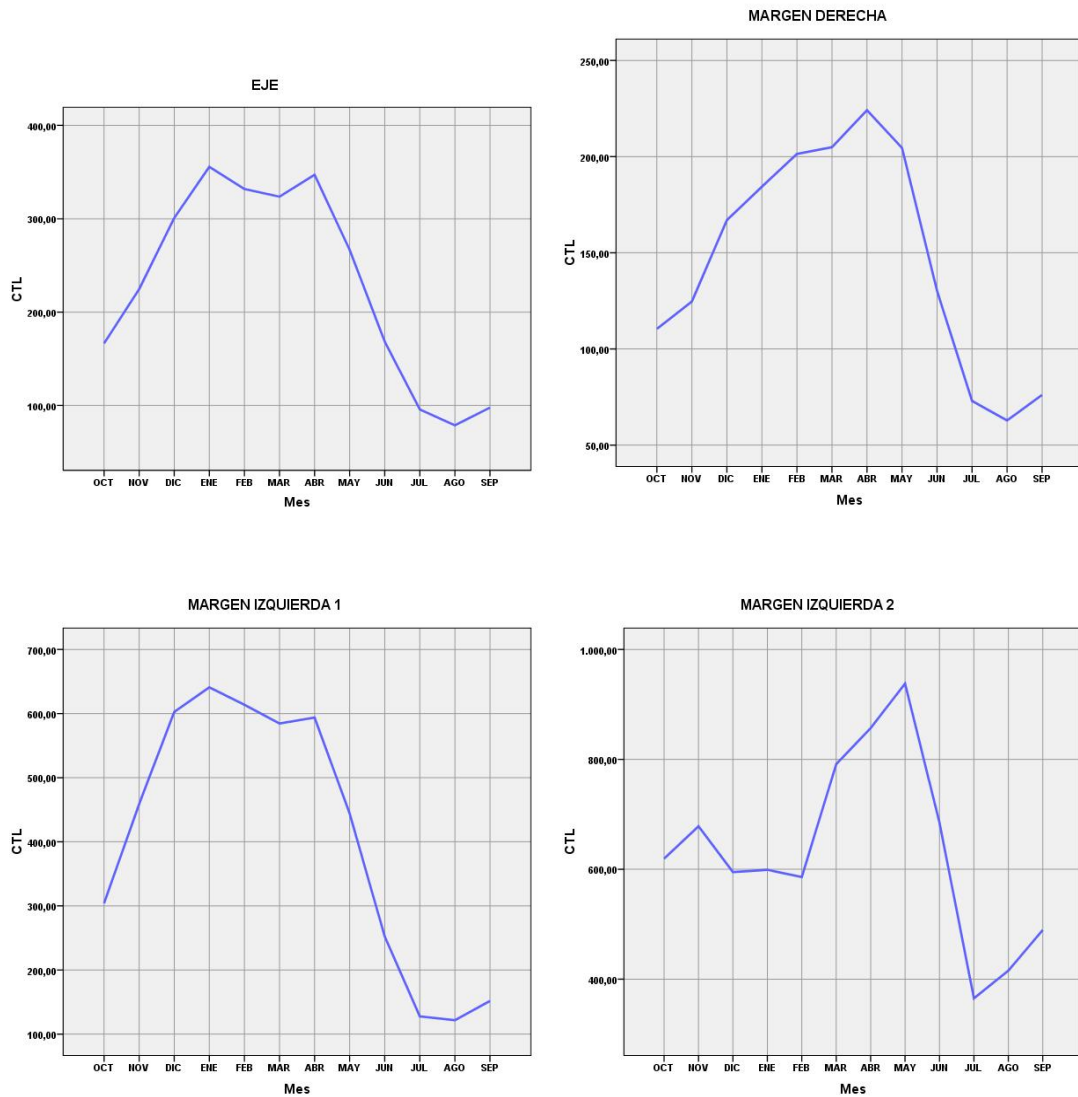


Figura 24. Hidrogramas medios anuales correspondientes a la situación actual (CTL)

5.5 Aportaciones futuras en el Ebro

5.5.1 Antecedentes

La escorrentía es un componente fundamental del ciclo hidrológico por lo que existe en la actualidad un amplio consenso sobre la necesidad de profundizar el conocimiento sobre su variabilidad espacial y temporal bajo la hipótesis de cambio climático. La planificación de la adaptación de la gestión del agua a las nuevas condiciones de cambio climático necesitará contar con proyecciones de las aportaciones futuras, las cuales representarán la modificación de la generación natural de agua. Estas proyecciones deben partir de las aportaciones actuales y ser el resultado de las posibles alteraciones que sufrirán en magnitud y variabilidad.

Existen algunas investigaciones dedicadas a la construcción de proyecciones climáticas regionalizadas a escala continental, cuyos resultados incluyen datos futuros sobre temperatura, precipitación y escorrentía, guiados por diferentes escenarios de emisiones. Estos trabajos no están desarrollados a una escala que permita estimar modificaciones locales de la generación de agua a escala inferior a la nacional, sin embargo, pueden aportar datos de precipitación y temperatura que sirvan para alimentar modelos hidrológicos locales, y pueden poner de manifiesto, a través de sus datos de escorrentía futura, las tendencias cuantitativas que seguirán la evolución de los flujos hidrológicos en diferentes zonas continentales.

PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining EuropeAN Climate change risks and Effects, EU 5th Framework Project) es un proyecto de investigación europeo 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). Esta base de datos está disponible en <http://prudence.dmi.dk> e incorpora, entre otros, valores de temperatura, precipitación y escorrentía (disponibles a través de series temporales de valores medios con cadencia 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 (SRES 2000) 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. En la actualidad PRUDENCE es uno de los conjuntos más importantes de proyecciones climáticas disponibles para construir proyecciones hidrológicas en las cuencas españolas.

Por otro lado está la labor de investigación que llevan a cabo diferentes instituciones y organismos en España. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del MMA, publicado en 2006, establece el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. La Oficina Española de Cambio Climático (OECC) es la unidad que coordina en su conjunto el PNACC y participa en todas las líneas de trabajo promoviendo la consistencia y el

intercambio de información entre las distintas evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en todos los sectores y sistemas.

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) es la unidad responsable de la coordinación de la primera línea de trabajo del PNACC, que consiste en la generación de escenarios climáticos regionalizados para la geografía española. La AEMET, ha estructurado su trabajo en dos fases: en una primera fase, ya finalizada, se han utilizado fundamentalmente técnicas de regionalización climática previamente desarrolladas y bases de datos de proyecciones regionalizadas existentes. Como resultado, se ha producido una base que constituye primeras estimaciones de la evolución del clima en el siglo XXI, con resoluciones temporales y espaciales que pudieran ser útiles para los diferentes modelos de impacto. Su informe técnico de acompañamiento, *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España* (2008), describe los distintos escenarios de emisión, distintos modelos globales de clima y distintas técnicas de regionalización empleadas en la elaboración de estos escenarios. Ambos son accesibles desde el portal de Internet de la AEMET (<http://www.aemet.es/>). La segunda fase del trabajo de la AEMET consistirá en explorar y desarrollar nuevos métodos de regionalización, utilizando fundamentalmente la información global generada para el *Cuarto Informe de Evaluación* (AR4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC).

Otra de las líneas del Primer Programa de Trabajo del PNACC es la evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos en España a través de una Encomienda de gestión de la Dirección General del Agua (DGA) al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), que se ha ejecutado a través del Centro de Estudios Hidrográficos de este organismo. En este caso, el CEDEX ha realizado la simulación de los recursos hídricos en régimen natural utilizando un modelo hidrológico distribuido, Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación (SIMPA), de paso mensual con resolución de 1 km² para toda España, Península e islas, tal como ya se realizó en el *Libro Blanco del Agua en España* y en sucesivas fases del proceso de Planificación Hidrológica. Los datos de precipitación y temperatura, que han servido de entrada al modelo de simulación de aportaciones mensuales SIMPA, han sido obtenidos de la selección de escenarios climáticos realizada por la OECC en los periodos del siglo XXI comprendidos entre los años 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, a partir de los datos facilitados por la AEMET. Entre las conclusiones de este trabajo está la valoración del impacto del cambio climático en variables como precipitación, evapotranspiración potencial, escorrentía superficial, subterránea y total, humedad en el suelo, recarga a los acuíferos y volúmenes regulados por los acuíferos.

En esta tesis se denomina aportación futura, o simplemente proyección, a cada hipótesis futura de volumen de agua generado naturalmente. Dados estos antecedentes, para construir estas series de aportaciones se van a emplear dos tipos de datos: (i) los obtenidos del análisis hidrológico de los datos de PRUDENCE, considerado que tienen una resolución espacial suficiente para estimar futuras modificaciones a escala de cuenca de la generación de agua; y (ii) los obtenidos a partir de la simulación hidrológica realizada por el CEDEX para determinar el impacto del cambio climático en los recursos hídricos en España.

Es importante reseñar que una de las limitaciones de los estudios de adaptación de la gestión del agua al cambio climático es la escasa disponibilidad de proyecciones

climáticas e hidrológicas fiables y de buena calidad, en forma de series temporales de larga duración construidas a escalas temporal y espacial, adecuadas para analizar el efecto del cambio climático en los sistemas de explotación de recursos hídricos.

5.5.2 Impactos hidrológicos del cambio climático sobre el río Ebro

Una proyección hidrológica puede definirse como la respuesta del sistema hidrológico a escenarios de emisiones o concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, basadas en simulaciones climáticas e hidrológicas encadenadas. No son predicciones, porque dependen de hipótesis sobre el desarrollo económico y tecnológico de la sociedad, y están vinculadas a una gran incertidumbre. Constituyen la variable de entrada a los modelos de gestión de sistemas hidráulicos, por lo que son la materia prima imprescindible en cualquier evaluación de los mismos. La calidad de las hipótesis sobre los flujos hidrológicos futuros determinará la precisión en el análisis de los sistemas.

Cualquier tipo de proyección está sujeta a numerosas incertidumbres. En el caso de las proyecciones climáticas todos los pasos del proceso de modelado están influenciados por numerosas fuentes de incertidumbre, desde el establecimiento de los escenarios alternativos de posibles evoluciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles, hasta los algoritmos que proyectan las evoluciones del clima a escala regional. Estas incertidumbres se pueden describir en forma jerárquica, de tal forma que cada paso conducente a la generación de proyecciones regionales hereda todas las incertidumbres de los pasos anteriores. De modo general, la coincidencia de resultados o tendencias obtenidos por los diferentes escenarios, modelos y modos de regionalización son considerados como un índice de la robustez y fiabilidad de las estimaciones de las proyecciones. Por el contrario, la falta de coincidencia se asocia con alta incertidumbre y, por tanto, con estimaciones de poca fiabilidad. Las proyecciones hidrológicas, obtenidas al acoplar la salida de un modelo climático a la entrada de un modelo hidrológico, añadirán a las incertidumbres climáticas las derivadas del proceso de simulación hidrológica

Los estudios sobre proyecciones hidrológicas que se han llevado a cabo en España abordan este tema mediante modelos climáticos o modelos hidrológicos cuya entrada climática escenifica los cambios producidos en la atmósfera por diferentes escenarios de emisiones a largo plazo. En todos los casos las alteraciones que se descubren en los futuros flujos de agua están calculadas sobre valores medios anuales. En la actualidad no hay datos suficientes y consistentes que permitan evidenciar y cuantificar modificaciones a escalas temporales menores. Las dos fuentes consultadas para cuantificar los impactos hidrológicos sobre el río Ebro son la *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España* (CEDEX 2009) y el *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* (UPM 2010).

A continuación se detallan los datos considerados en esta tesis correspondientes a la cuenca del Ebro.

5.5.2.1 Proyecciones climáticas

Las proyecciones climáticas dinámicas, obtenidas a partir de los trabajos de varios centros para el Proyecto PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects), consideradas en la *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España* (CEDEX 2009) son las correspondientes a la participación española en el proyecto a través de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), la cual ha utilizado datos del modelo global Hadley y del modelo de regionalización PROMES, y la versión del Instituto Meteorológico e Hidrológico de Suecia (SMHI), que ha utilizado el modelo global ECHAM4 y el modelo de regionalización RAO.

En el citado trabajo de investigación también consideran proyecciones climáticas construidas con métodos de regionalización empírico-estadísticos: proyecciones por análogos FIC (Fundación para la Investigación del Clima), que se basan en estimar las variables climatológicas en función de situaciones meteorológicas similares ocurridas en el pasado (AEMET, 2007; Sordo, 2006); y proyecciones SDSM (Statistical DownScaling Method) (WILBY et al., 2002), basadas en la regresión lineal y que emplean el método más básico de regionalización. Ambas estiman precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas en numerosas estaciones que cubren por completo el territorio español, con resultados diarios 365 días/año en las regionalizaciones por análogos y con 360 días/año. La proyección SDSM solamente llega hasta el año 2099.

En el estudio de *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* (UPM 2010) se han considerado las proyecciones climáticas dinámicas del proyecto PRUDENCE correspondientes al modelo regional HIRHAM del Instituto Meteorológico de Dinamarca (DMI), del modelo regional HadRM3H del Hadley Centre (HC), del modelo CHRM de la Escuela Superior Politécnica de Zurich (ETH), del modelo CLM del Instituto de Investigaciones Costeras (GKSS), el modelo REMO del Instituto Max Planck (MPI), del modelo RAO del Instituto Meteorológico e Hidrológico de Suecia (SMHI), del modelo PROMES de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), del modelo RegCM del Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) y del modelo RACMO del Real Instituto Meteorológico de Holanda (KNMI). En todos los casos son las proyecciones de estos modelos regionales (~50 km) anidados en un mismo modelo global HadAM3 (~150 km). El proyecto PRUDENCE facilita el resultado de otros experimentos numéricos que componen proyecciones regionales que utilizan los modelos HIRHAM y RAO anidados en el modelo ECHAM4 (~300 km), y el modelo ARPEGE/IFS del Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas de Francia (CNRM) de resolución variable anidado en modelo global HadAM3 (~150 km). Para facilitar la lectura y comparación de los resultados de los modelos regionales facilitados por PRUDENCE, la información resultante se muestra en una resolución espacial unificada una celda común de datos, la celda CRU (Climate Research Unit). El estudio *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* (UPM 2010) consultado, sólo considera proyecciones correspondientes a la situación de control y el escenario de emisiones A2, aunque la base de datos origen PRUDENCE también proporciona proyecciones correspondientes a escenario B2. El banco de datos PRUDENCE se compone de series de valores de numerosas variables hidroclimáticas (18) con paso temporal diario, mensual o estacional para dos ventanas temporales 1960-1990 y 2070-2100 (años de 12 meses y 30 días al mes).

Tabla 7. Proyecciones climáticas consideradas en esta tesis

Acrónimo	Escenario de emisiones	Modelo climático global	Tipo de regionalización	Modelo climático regional	Regionalización	Periodo 1961-1990	Periodo 2011-2040	Periodo 2041-2070	Periodo 2071-2100	Variables	Extensión espacial	Resultado proyección regional	Referencia			
CA	A2	CGCM2	Estadística	/	Análogos FIC	X	X	X	X	Series diarias: - Precipitación - Temperatura	Península, Baleares y Canarias	Estaciones meteorológicas	AEmet 2008 Cedex 2009			
CB	B2					ECHAM4	X	X	X					X		
EA	A2	HadAM3					X	/	/					X		
EB	B2						X	/	/					X		
HA	A2	HadCM3			SDSM	X	X	X	X							
HB	B2					X	X	X	X							
SA	A2	PRUDENCE ECHAM4			Dinámica	RCAO	/	X	/					/	Series diarias: - Precipitación - Temperatura	34,25° N a 47,25° N y 12,25° W a 6,75° E. Sin Canarias	Rejilla de resolución 0,5°	AEmet 2008 Cedex 2009
SB	B2		HadCM3	PROMES						X	/	/	X			
PA	A2	PRUDENCE ECHAM4				PROMES				X	/	/	X			
PB	B2		PRUDENCE HadCM3	PROMES						X	/	/	X			
UA	A2	PRUDENCE HadCM3			PROMES	X	/	/	X							
UB	B2		PRUDENCE HadCM3	PROMES		X	/	/	X							
HC1	A2	PRUDENCE HadAM3			Dinámica	/	/	X	/	/	Series mensuales: - Precipitación - Temperatura - Evaporación - Escorrentía - Evapotranspiración potencial (ETP)	34,25° N a 47,25° N y 12,25° W a 6,75° E. Sin Islas Canarias	Rejilla de resolución 0,5°	PRUDENCE 2004 UPM 2010		
HS1	A2		HIRHAM	X				/	/	X						
HC2	A2			X				/	/	X						
HS2	A2			X				/	/	X						
HC3	A2			X				/	/	X						
HS3	A2			X				/	/	X						
HC_CTL	A2		CHRM	X				/	/	X						
HC_A2	A2			X				/	/	X						
CTL	A2			CLM				X	/	/					X	
SA2	A2							X	/	/					X	
Ref	A2							RegCM	X	/					/	X
A2	A2		X						/	/					X	
HC1	A2		RACMO						X	/					/	X
HA2	A2			X					/	/					X	
3003	A2			REMO					X	/					/	X
3006	A2							X	/	/					X	
HCCTL	A2							RCAO	X	/					/	X
HCA2	A2		X						/	/					X	
control	A2		PROMES						X	/					/	X
a2	A2			X					/	/					X	

La Tabla 7 relaciona las proyecciones climáticas regionales consideradas en los trabajos consultados (CEDEX 2009 y UPM 2010). Estas recogen un abanico amplio de modelos globales y técnicas de regionalización, que van desde regionalizaciones dinámicas a estadísticas, estas segundas permiten mayor resolución espacial al dar en estaciones la información de salida.

5.5.2.2 Alteración de las aportaciones

El caso particular que nos ocupa es la cuenca del Ebro, sin embargo las fuentes consultadas proporcionan información las características hidrológicas a largo plazo en cualquier cuenca española, incluidas las insulares.

Las estimaciones en España del impacto del cambio climático en el ciclo hidrológico obtenidas por el CEDEX (2009) son porcentajes de cambio de la escorrentía de cada periodo temporal del siglo XXI (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100) respecto a la escorrentía media del periodo de control del siglo XX (1961-1990). Los datos de partida son las proyecciones de precipitación total diaria y temperatura máxima y mínima diaria descritas en la Tabla 7.

La metodología seguida por el CEDEX comienza por interpolar los datos procedentes de las proyecciones climáticas para asimilarlos en la malla de resolución espacial de 1 km² del modelo hidrológico empleado. El método de interpolación incluye una parametrización de factores fisiográficos como la orografía, la proximidad a la costa o la orientación. Los resultados son mapas mensuales de precipitación, temperatura máxima, mínima y media por semisuma de los anteriores en la totalidad del territorio español. Las estimaciones de la fase atmosférica del ciclo hidrológico finalizan creando el conjunto de coberturas de evapotranspiración potencial (ETP), obtenida de manera simplificada como dependiente de las temperaturas máximas y mínimas siguiendo el modelo de Hargreaves (Allen *et al.* 1998). Los cálculos hidrológicos se realizan básicamente mediante la aplicación SIMPA en todos los horizontes, concluida la estimación de variables en fase atmosférica.

El modelo hidrológico SIMPA ha sido ampliamente descrito durante los últimos años (Álvarez *et al.* 2004) y se ha aplicado al caso de España en sucesivos pasos de la Planificación Hidrológica. En SIMPA se implementó una versión distribuida del modelo de Témez (Ruiz García, 1999; Estrela *et al.* 1999) que reproduce los procesos esenciales del transporte de agua que tienen lugar en las diferentes fases del ciclo hidrológico. Los resultados del modelo son mapas de los distintos almacenamientos (humedad en el suelo y volumen de acuífero) y de las variables de salida del ciclo hidrológico (evapotranspiración real y escorrentía total, obtenida esta última como suma de la escorrentía superficial y la subterránea). Los caudales mensuales, en cada intervalo de tiempo, se obtienen integrando la escorrentía total en las cuencas vertientes a los puntos de simulación (Cedex 2009).

Los mapas de variables hidrológicas se promedian para cada uno de los periodos objeto de estudio (1961-90, 2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100). El grado de impacto del cambio climático resulta de la comparación, para cada proyección y escenario climático, de los valores medios obtenidos durante el periodo de referencia, 1961-1990, con los correspondientes al resto de periodos temporales del siglo XXI. Los resultados corresponden a los escenarios de emisiones A2 y B2.

Por otro lado está la evaluación de los resultados de escorrentía de las simulaciones regionalizadas del proyecto PRUDENCE realizada por la UPM (2010). Este análisis se realiza para el escenario de emisiones A2, particularizando su estudio a España y sus diferentes cuencas hidrográficas peninsulares, no obtiene resultados para las islas. Su metodología se basa en una programación en MATLAB que permite el manejo de las diferentes variables meteorológicas simuladas y su representación a través de mapas generados con la herramienta Toolbox de Matlab. Adicionalmente este estudio identifica las características climáticas de España en base a los resultados de los modelos regionales del proyecto PRUDENCE, encontrando el cambio de clasificación climática que se ocasiona como consecuencia del escenario de emisiones A2 para el periodo 2071 – 2100.

Tabla 8. Variación en porcentaje de las escorrentías medias anuales en la cuenca del Ebro para el periodo 2071 – 2100. Fuente: CEDEX 2009

	Variación en porcentaje de la media de las aportaciones anuales				A = Escenario de emisiones A2 B = Escenario de emisiones B2 C = modelo global CGCM2 y regionalización FIC E = modelo global ECHAM4 y regionalización FIC H = modelo global HadAM3 y regionalización FIC S = modelo global HadCM3 y regionalización SDSM U = modelo global HadCM3 y regionalización PROMES (PRUDENCE-UCM) P = modelo global ECHAM4 y regionalización RCAO (PRUDENCE-SMHI) Med = Valor medio por columnas
	Escenario A2		Escenario B2		
Simulaciones hidrológicas a partir de escenarios climáticos	CA	-17	CB	-4	
	EA	-31	EB	-25	
	HA	3	HB	-9	
	PA	-46	PB	-29	
	SA	-40	SB	-11	
	UA	-30	UB	-17	
	Med	-28	Med	-16	

Fuente: Datos obtenidos para la cuenca del Ebro a partir de la *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España (CEDEX 2009)*

Tabla 9. Variación en porcentaje de la media y el coeficiente de variación las escorrentías anuales en la cuenca del Ebro para el periodo 2071 – 2100. Fuente: UPM 2010

	Variación en porcentaje de la media de las aportaciones anuales		Variación en porcentaje del coeficiente de variación de las aportaciones anuales		Proyecciones climáticas regionalizadas dinámicamente a partir de un mismo modelo global. Entre paréntesis se detalla el MRC empleado. DMI: Instituto Meteorológico de Dinamarca (HIRHAM) ETH: Escuela Superior Politécnica de Zurich (CHRM) GKSS: Instituto de Investigaciones Costeras (CLM) ICTP: Centro Internacional de Física Teórica (RegCM) KNMI: Real Instituto Meteorológico de Holanda (RACMO) MPI: Instituto Max Planck (REMO) SMHI: Instituto Meteorológico e Hidrológico de Suecia (RCAO) UCM: Universidad Complutense de Madrid (PROMES)
	Escenario A2		Escenario A2		
Simulaciones climáticas	DMI1	-28	DMI1	-11	
	DMI2	-35	DMI2	-28	
	DMI3	-39	DMI3	-2	
	ETH	-45	ETH	58	
	GKSS	-31	GKSS	19	
	ICTP	28	ICTP	2	
	KNMI	-46	KNMI	38	
	MPI	-42	MPI	6	
	SMHI	-33	SMHI	31	
UCM	-36	UCM	72		

Fuente: Datos obtenidos para la cuenca del Ebro a partir del *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España (UPM 2010)*

El procedimiento seguido por la UPM se basa fundamentalmente en el desarrollo de tres componentes básicas (entrada de datos, proceso de cálculo y salida de resultados), agrupadas en un módulo general que permite: (i) la selección de escenarios climáticos del proyecto PRUDENCE; (ii) la identificación de las variables que intervienen en el ciclo hidrológico; (iii) la lectura de los datos de las variables y generación de las series

mensuales, anuales y estacionales; (iv) el cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Hargreaves; (v) la generación de gráficos de los resultados del PRUDENCE, representando el escenario de control versus el escenario con cambio climático, la generación de mapas de los resultados del PRUDENCE en valores observados; (vi) la generación de mapas de los resultados del PRUDENCE en deltas absolutos y porcentuales; (vii) la evaluación del comportamiento global de las variables a través de la ley de Budyko y el índice de aridez; y (viii) la determinación de la clasificación climática en España.

Las Tablas 8 y 9 relacionan los datos correspondientes a la cuenca del Ebro, que han sido empleados en esta tesis, extraídos de los trabajos *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España* (CEDEX 2009) y el *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España* (UPM 2010).

5.5.3 Proyecciones hidrológicas

Las proyecciones hidrológicas representan la generación de agua en la cuenca del Ebro para el periodo 2070-2100 y su valor cambiará según se correspondan con los escenarios de emisiones A2 o B2.

En la Tabla 10 se relacionan las proyecciones hidrológicas obtenidas aplicando la metodología expuesta en el Capítulo 4. En ella aparecen: (i) el nombre con el que se identifica cada una de las proyecciones; (ii) la fuente de la que toman los datos; (iii) las variaciones porcentuales en media y desviación típica, respecto de la situación de control, con las que han sido elaboradas; y (iv) el escenario de emisiones al que corresponden. Los nombres respetan la denominación original con la que fueron identificadas las alteraciones hidrológicas en los trabajos de investigación consultados.

Tabla 10. Proyecciones hidrológicas consideradas en la cuenca del Ebro (2070-2100) con las correspondientes alteraciones en porcentaje en media y en desviación típica respecto de la situación de control (1960-1990)

Nombre	Escenario A2		Nombre	Escenario B2		Nombre	Escenario A2	
	A2 CEDEX			B2 CEDEX			A2 PRUDENCE	
	$\Delta\mu_{A2}$	$\Delta\sigma_{A2}$		$\Delta\mu_{B2}$	$\Delta\sigma_{B2}$		$\Delta\mu_{A2}$	$\Delta\sigma_{A2}$
CA	-17	-17	CB	-4	-4	DMI1	-28	-36
EA	-31	-31	EB	-25	-25	DMI2	-35	-53
HA	3	3	HB	-9	-9	DMI3	-39	-40
PA	-46	-46	PB	-29	-29	ETH	-45	-13
SA	-40	-40	SB	-11	-11	GKSS	-31	-18
UA	-30	-30	UB	-17	-17	ICTP	28	31
MedA	-28	-28	MedB	-16	-16	KNMI	-46	-25
MedA, MedB y PRUDEN son las proyecciones medias de cada grupo						MPI	-42	-38
						SMHI	-33	-12
						UCM	-36	10
						PRUDEN	-31	-18

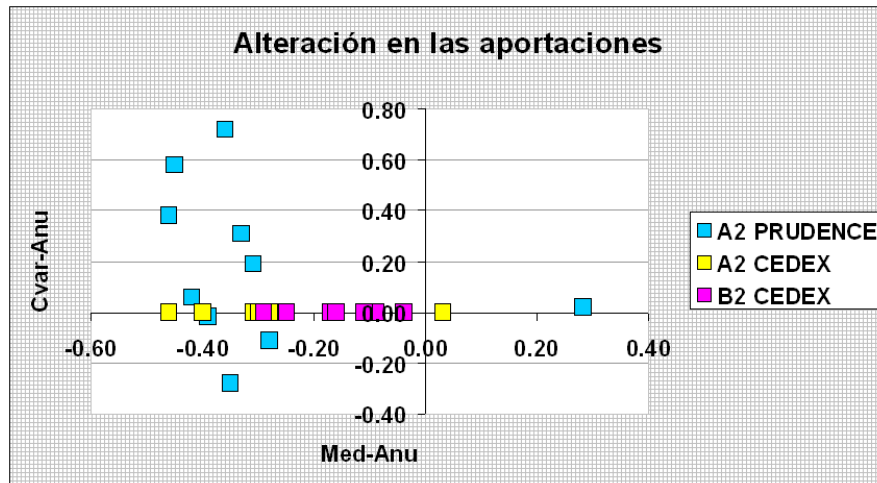


Figura 25. Modificaciones en media y coeficiente de variación anual consideradas en cada grupo de proyecciones

En la Figura 25 se aprecian los cambios en media y coeficiente de variación anual considerados en cada una de las proyecciones.

En la Figura 26 se representa las secuencias anuales de aportaciones correspondientes a la situación actual (CTL) y a las diferentes proyecciones hidrológicas (A2 PRUDENCE, A2 CEDEX y B2 CEDEX).

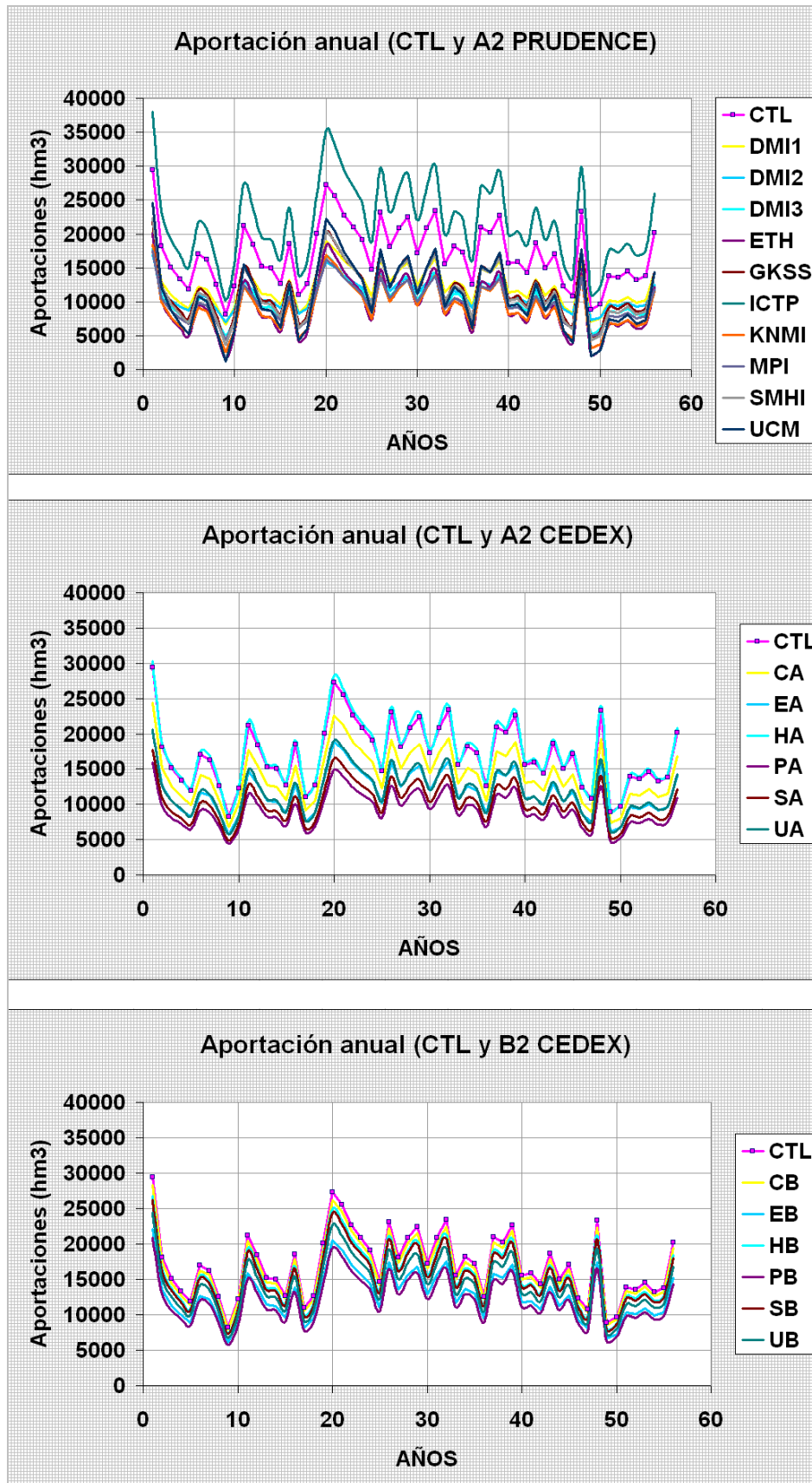


Figura 26. Secuencias de las aportaciones anuales de todas las proyecciones para la cuenca

5.6 Esquema topológico del sistema hidráulico del Ebro

El uso de un modelo de optimización permite encontrar la mejor respuesta del sistema a las necesidades globales de demanda, de modo que se obtenga la imagen del rendimiento del sistema en la gestión integral de la cuenca. Con datos de funcionamiento correspondientes a diferentes condiciones hidrológicas, puede determinarse la sensibilidad del sistema a cambios en las mismas.

La configuración del modelo de optimización del sistema se ha obtenido de la investigación *Metodologías de evaluación de sistemas y explotación de recursos hídricos* (CEDEX 1999). Esta desarrollado a escala de cuenca hidrográfica y bajo el enfoque de sistemas. Coincide con el esquema utilizado en el PHN.

Mediante el esquema topológico se han materializado las relaciones hídricas que existen entre los diferentes elementos del sistema, agrupados en las categorías o elementos que considera el código OPTIWIN: aportaciones, conducciones, nudos, embalses, demandas, y retornos. La representación gráfica de la Figura 27 constituye el modelo de optimización realizado del sistema de explotación de recursos de la cuenca del Ebro a partir de un modelo general de explotación de la Península Ibérica.

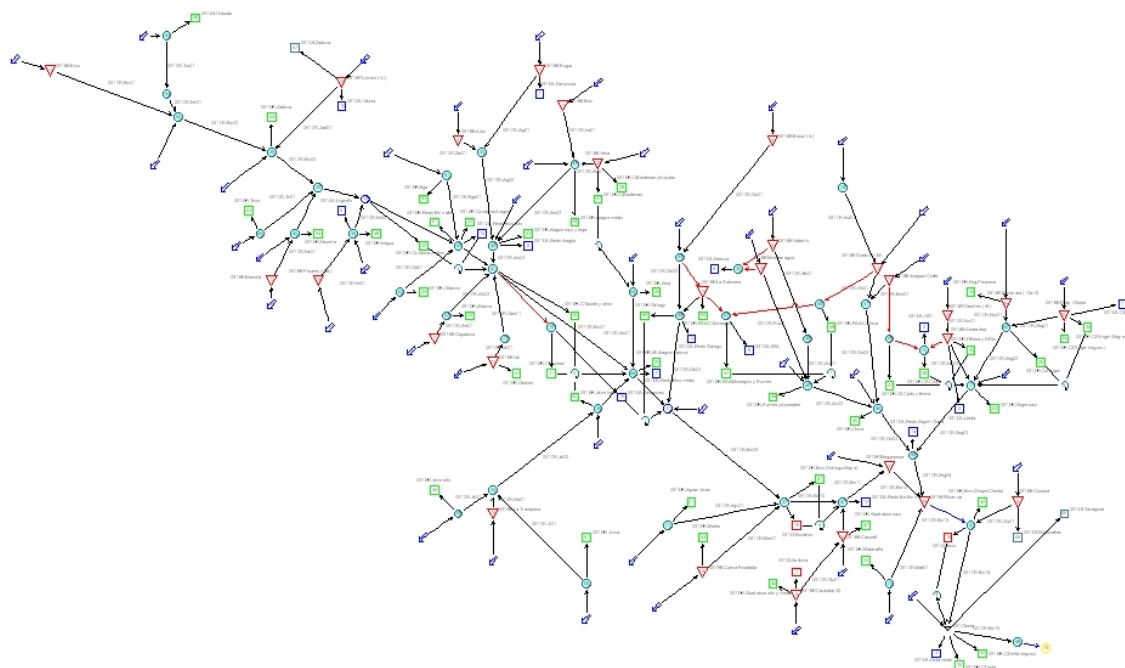


Figura 27. Modelo de optimización del sistema de aprovechamiento de la cuenca del Ebro

5.6.1 Aportaciones

Los puntos de aportación se encuentran distribuidos por toda la red hidrográfica del Ebro. En la Figura 28 puede verse la situación de los mismos. Estas entradas de agua al sistema se localizan en las subcuencas correspondientes, por lo que el modelo reproduce

dichas localizaciones, haciendo coincidir los puntos de aportación con los lugares en dónde se han generado los recursos. Se ha trabajado con varios ficheros de series de aportaciones, un juego para la situación actual (llamada de control) y varios para la situación futura (proyecciones).

Dada la resolución espacial del estudio, el modelo contiene las aportaciones que en la situación de control se han considerado importantes, en función de su cuantía (aquellas que son superiores a los 50 hm³/año) y en función de la relevancia de las demandas que sustentan. El valor de las aportaciones en el modelo se considera en hm³/mes.

En la Tabla A.1 del Anexo A se relacionan las series de aportaciones utilizadas para el análisis tanto para la situación actual como para las situaciones futuras. En ella se detallan el código utilizado en el modelo, la descripción del punto de aportación y los valores medios de las aportaciones anuales, actuales y futuras, estas últimas correspondientes a las proyecciones medias A2 CEDEX (MedA), B2 CEDEX (MedB) y A2 PRUDENCE (PRUDEN).

5.6.2 Tramos de río y conducciones

Los elementos del modelo que permiten representar ríos, conducciones y canales son las conducciones. Por ellas circula agua de un nudo a otro siempre en una sola dirección preestablecida por el usuario. Se caracterizan por su nudo inicial, nudo final, capacidad máxima y capacidad mínima, que permite fijar el caudal ecológico o de dilución.

La modelización del río se ha realizado por tramos, llamando a cada uno por una clave de tres letras más dos dígitos, que representan el número de orden del tramo empezando a contar desde la cabecera. El código 99 se ha reservado para el último tramo que desemboca en el mar.

Los caudales ecológicos han ganado importancia en la planificación hidrológica y, de modo paralelo, su propia definición ha ido evolucionando a través de la normativa relacionada. El nuevo Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007) realiza continuas referencias a la protección del medio natural y al régimen de caudales ecológicos, cuya finalidad es “mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición”.

Así mismo, dicho reglamento indica que, mediante el plan hidrológico correspondiente, se determinará el régimen de caudales ecológicos en los ríos y aguas de transición definidos en la demarcación, incluyendo también las necesidades de agua de los lagos y de las zonas húmedas. Desde esta perspectiva, el régimen de caudales ecológicos incluirá caudales mínimos, máximos, la distribución temporal de los anteriores mínimos y máximos, unos caudales de crecida y una tasa de cambio (DHE 2008). Corresponde a los organismos de cuenca realizar estudios específicos en cada tramo de río para el establecimiento de estas demandas ambientales (RD 907/2007).

En la actualidad, el Anejo B del esquema provisional de Temas Importantes en materia de gestión de las aguas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro, incluye este tema

como prioritario. En este documento se analiza el estado actual del cumplimiento de los requisitos medioambientales que hasta ahora existían y exponen las razones para determinar elementos distintos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua.

Hasta que esta información esté disponible, el Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro de 1996 fija los caudales ecológicos mínimos para concesiones futuras, estableciendo que, a falta de estudios específicos, “se adoptará de forma orientativa, como caudal ecológico mínimo el 10% de la aportación media interanual al régimen natural. Cuando el caudal medio interanual en régimen natural sea superior a 80 m³/s podrá adoptarse el 5%. Para la zona de desembocadura se adopta de forma orientativa un caudal ecológico mínimo de 100 m³/s”.

En la Tabla A.2 del Anexo A se muestran los tramos de río modelados. En ella se detalla su descripción, el código del modelo y los caudales medioambientales considerados. Estos se han fijado en el 10% de la media mensual en el régimen actual de caudales.

Los caudales ecológicos no tienen el carácter de uso y deben haber sido considerados como una restricción impuesta al sistema de explotación. Estos volúmenes son una afección al resto de usos, que en algunos casos pueden suponer costes económicos y sociales elevados.

En la Tabla A.3 del Anexo A se resumen las capacidades mínima y máxima de las conducciones de transporte más importantes consideradas en el modelo.

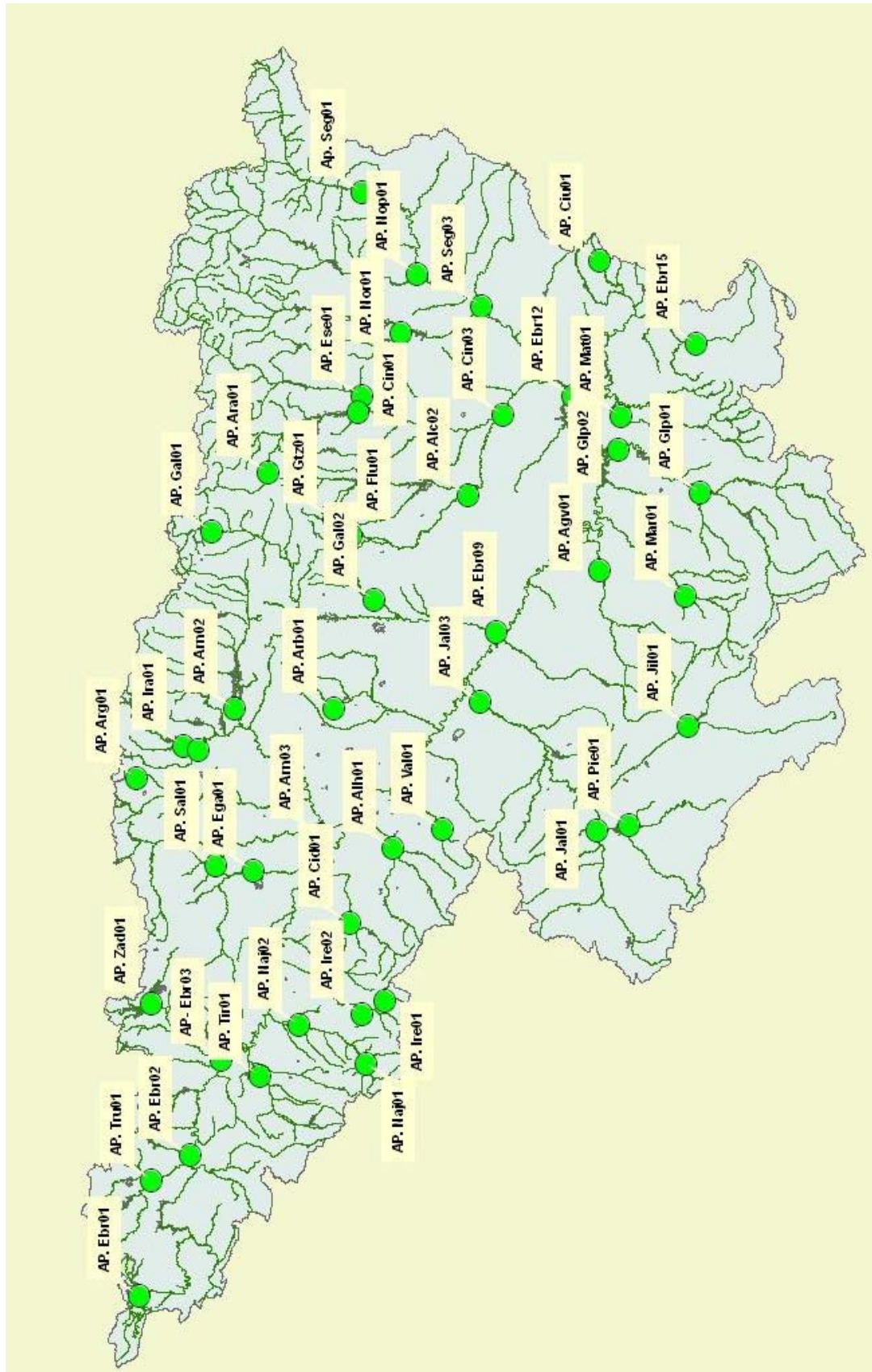


Figura 28. Códigos del modelo y localización de las aportaciones

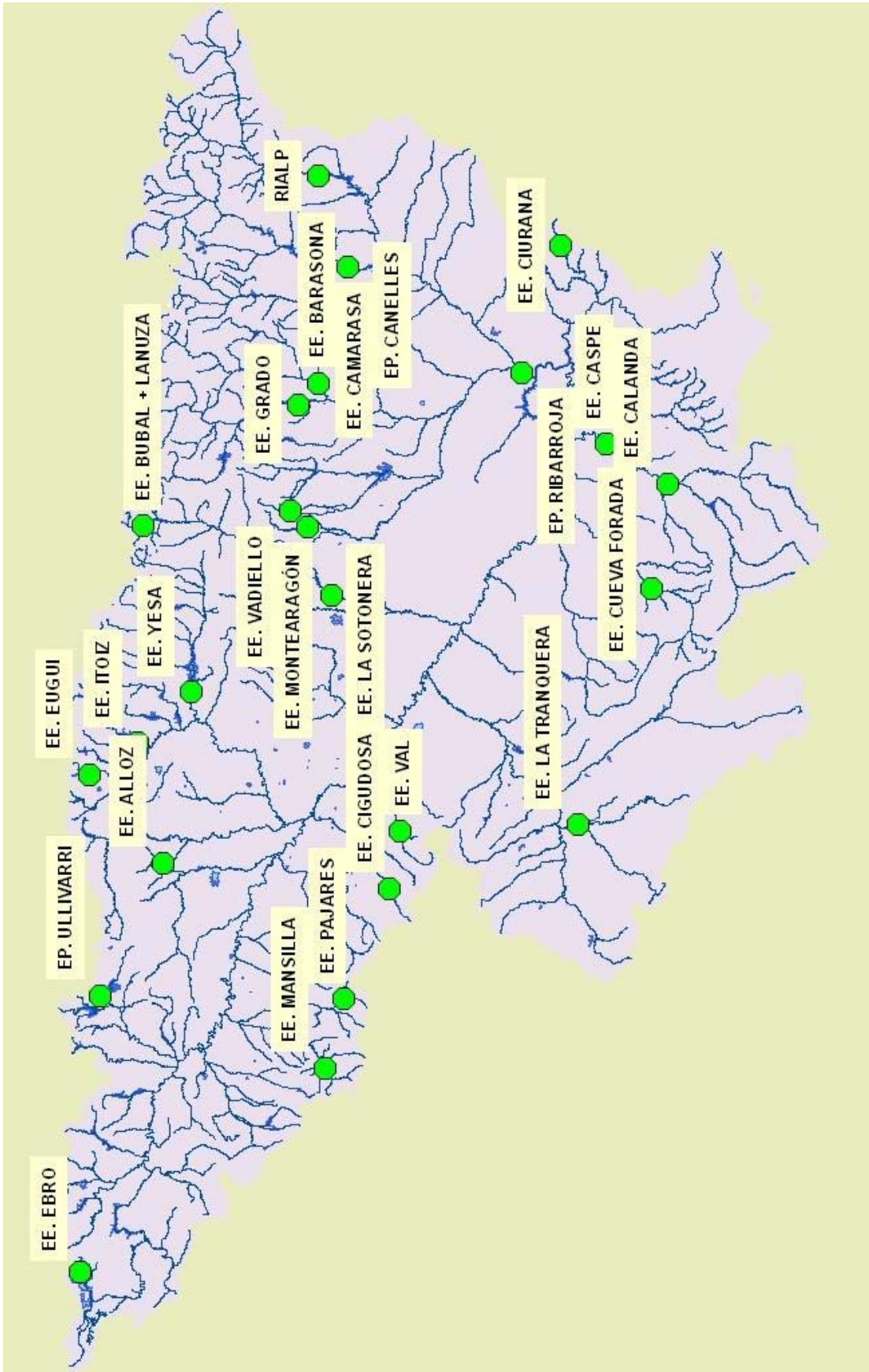


Figura 29. Códigos del modelo y localización de los embalses

5.6.3 Embalses

Los embalses son la infraestructura de regulación considerada en el modelo. Los embalses o grupos de embalses incluidos en el esquema representan del orden del 95% de la capacidad total de embalse en el Ebro. Se han elegido teniendo en cuenta tanto la capacidad como los desembalses medios efectuados. A efectos de su modelación en el sistema los embalses se caracterizan por el embalse útil, que puede variar mensualmente, por la batimetría (relación entre volumen embalsado y superficie inundada) y por la tasa de evaporación mensual en el área de cada embalse.

En la Figura 29 se localizan los embalses considerados. En las Tablas A.4 y A.5 del Anexo A, se relacionan: el nombre del embalse (o embalses, puesto que algunos de ellos se han agrupado en un punto), los códigos asignados a los embalses en el modelo, los volúmenes máximo y mínimo, y la evaporación mensual adoptada en el cálculo. Algunos de ellos, situados en la vertiente pirenaica, establecen resguardos para el control de avenidas.

5.6.4 Demandas

Corresponden a zonas de la cuenca donde el agua es utilizada (unidades de demanda urbana o agraria). Están emplazadas en el nudo del que toman el agua, y se caracterizan por su valor anual en hm³, su reparto mensual, la prioridad y el coeficiente de retorno (fracción de la demanda no consumida y devuelta al sistema). El elemento de retorno permite asignar el nudo del modelo donde se incorporan los caudales de retorno correspondientes. Las demandas de abastecimiento e industria tienen prioridad 1, salvo las destinadas a transferencias a otras cuencas que tienen prioridad 3, y las demandas agrarias tienen prioridad 2.

En el caso de estudio de esta tesis no se han considerado niveles de fallo en las distintas demandas. Las razones para ellos son dos: (i) se trata de evaluar la respuesta del sistema a una demanda global, sin prefijar el modo de servir las demandas; y (ii) la legislación española. Las leyes españolas en materia de aguas amparan el aprovechamiento directo para usos comunes (p.e. beber, baño, abrevadero de ganado,...), el aprovechamiento con autorización (aquellos compatibles con otros usos como la navegación o prácticas deportivas), y el aprovechamiento con concesión (necesario para hacer un uso privativo del agua). La posesión de una concesión supone un derecho que es muy valorado y, en la práctica, el acceso al recurso si está disponible. En esta misma idea tampoco se han introducido factores de ponderación de los déficits.

En esta tesis se han tomado como demandas agrarias las correspondientes a las unidades de demanda agraria de la cuenca del Ebro recogidas en los Análisis de Sistemas Hidráulicos del PHN (2000). En la Tabla A.6 del Anexo A se detallan los valores de las demandas agrarias y en la Tabla A.7 del Anexo A su reparto mensual.

La cuenca del Ebro cuenta con 3.050.000 habitantes. De ellos, algo más de la mitad viven en 12 núcleos de más de 20.000 habitantes y el resto en más de 5.000 núcleos de pequeñas dimensiones, en su mayor parte situados en grandes espacios casi deshabitados, alejados de los grandes ejes económicos de la cuenca (DHE, 2008). En

esta tesis se han tomado como demandas urbanas las correspondientes a unidades de demanda urbana identificadas en el Análisis de Sistemas Hidráulicos del PHN (2000). Las unidades de demanda incluyen demandas cuya cuantía requiere un tratamiento diferenciado, como es el abastecimiento a grandes ciudades, y otras compuestas por la agregación de varias demandas de menor volumen. Según el criterio del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro de 1996, algunas de estas unidades son demandas combinadas de abastecimiento e industria.

La demanda de abastecimiento de la población residente en la cuenca incluye los volúmenes transferidos para este fin a la zona vasco-cantábrica y a las cuencas internas de Cataluña. Además, en el modelo se consideran otras unidades de demanda industrial específica para refrigeración de centrales térmicas y nucleares.

En Tabla A.8 del Anexo A aparecen las demandas urbanas consideradas en el modelo y en Tabla A.9 del Anexo A su reparto mensual. Todas las demandas para uso de abastecimiento y uso industrial tienen prioridad 1, salvo los volúmenes para estos usos transferidos que tienen prioridad 3.

5.7 Curvas Garantía vs. Demanda

Los resultados del modelo de optimización representan el balance entre recursos y demandas para el período de análisis. En particular, para cada demanda se calcula el agua realmente servida y su garantía, permitiendo elaborar un gráfico similar al de la Figura 15 para cada sistema, con cada una de las proyecciones hidrológicas. Estas curvas permiten visualizar la variación de las prestaciones de los sistemas al cambiar las aportaciones a través de la deformación que aparece en las mismas.

Se ha realizado una optimización con cada uno de los juegos de datos que componen las aportaciones al sistema, de este modo se tienen diferentes resultados que pueden ser agrupados: (i) el resultado de la optimización para las aportaciones actuales; (ii) 18 respuestas del sistema con las proyecciones correspondientes al escenario de emisiones A2, llamadas A2 PRUDENCE y A2 CEDEX; y (iii) 7 respuestas distintas para las proyecciones del escenario de emisiones B2, llamadas B2 CEDEX.

Se ha decidido representar en un mismo sistema de referencia, para cada sistema, por un lado la curva Garantía vs. Demanda para la situación de control con la curva para cada uno de los grupos de proyecciones; y por otro lado la curva Garantía vs. Demanda para la situación de control con la curva correspondiente a la proyección media de cada grupo. Esta segunda elección pretende dar una idea del cambio “medio” que puede conllevar cada tipo de alteración. En la Figura 34 se representan las curvas para la situación de control.

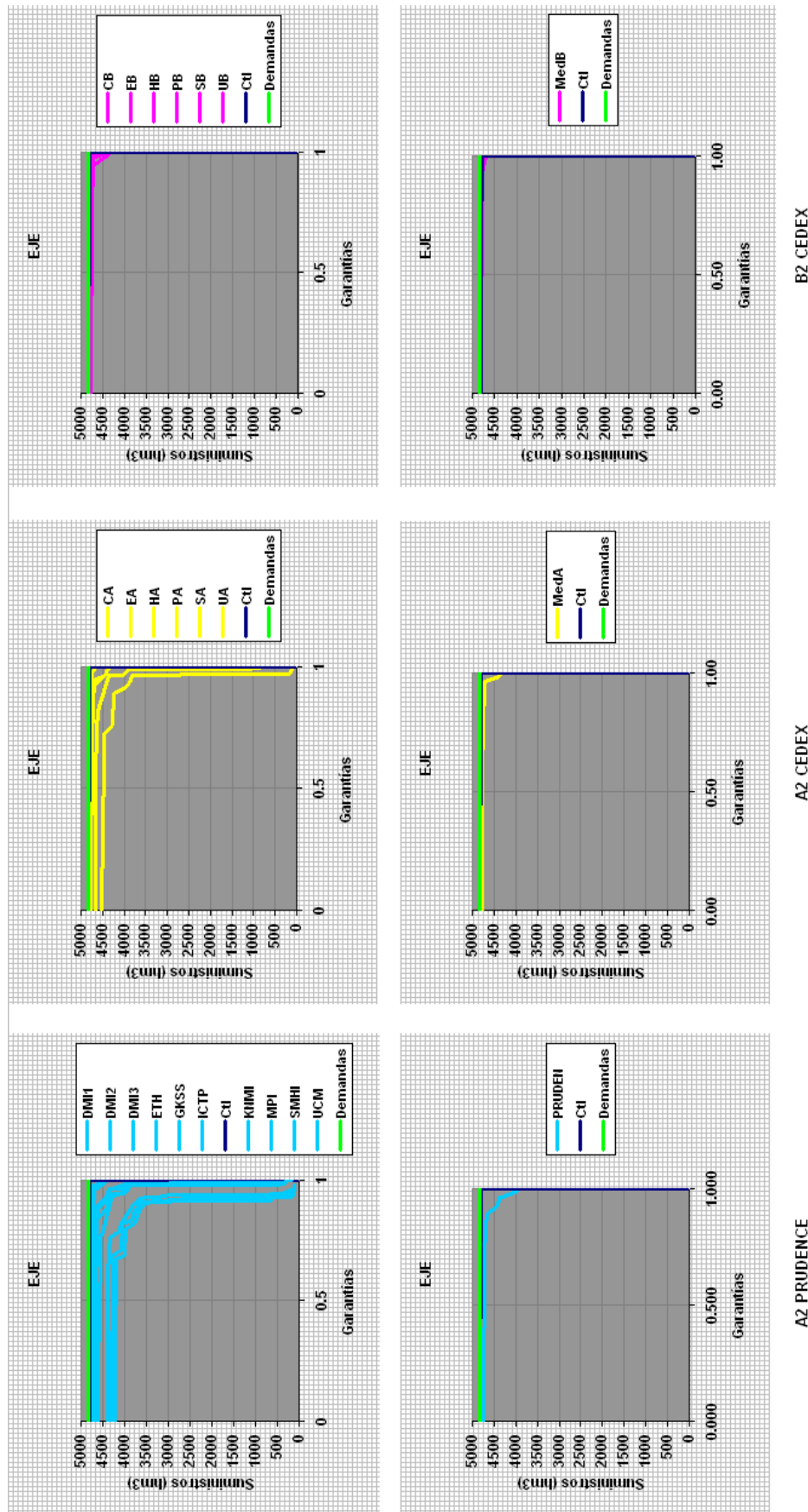


Figura 30. Curvas de Garantía vs. Demanda en el Eje

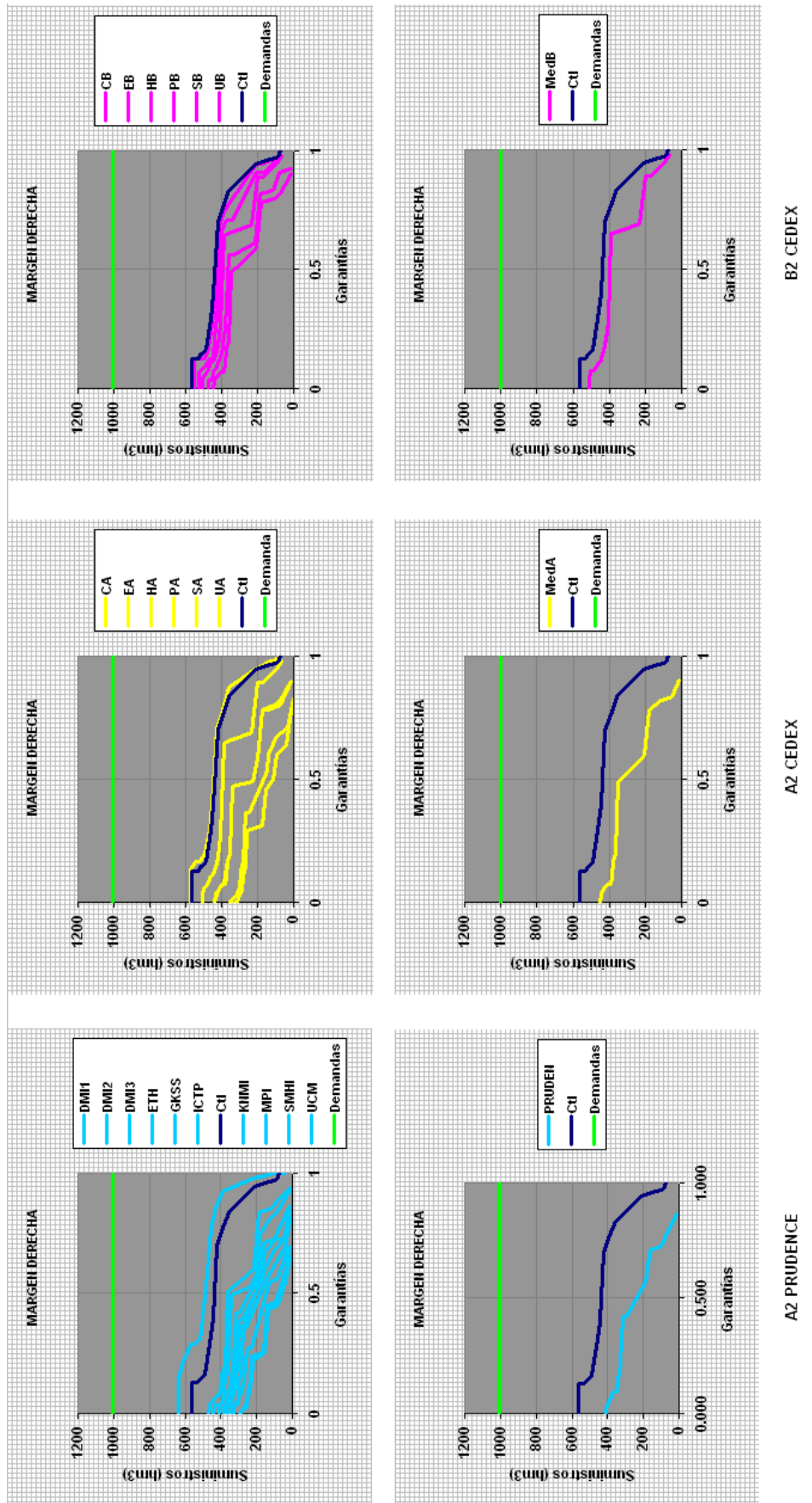


Figura 31. Curvas de Garantía vs. Demanda en la Margen Derecha

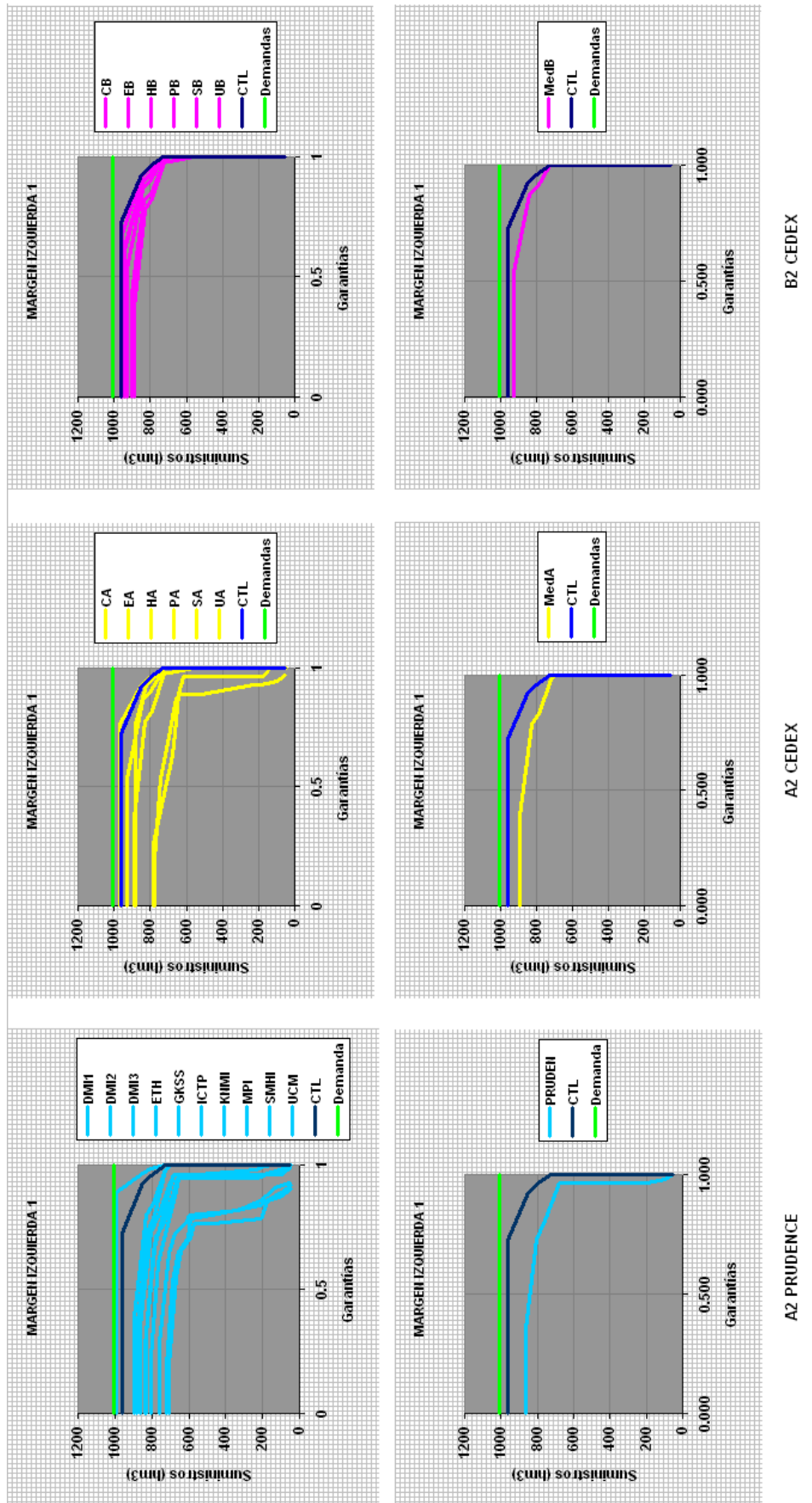


Figura 32. Curvas de Garantía vs. Demanda en la Margen Izquierda 1

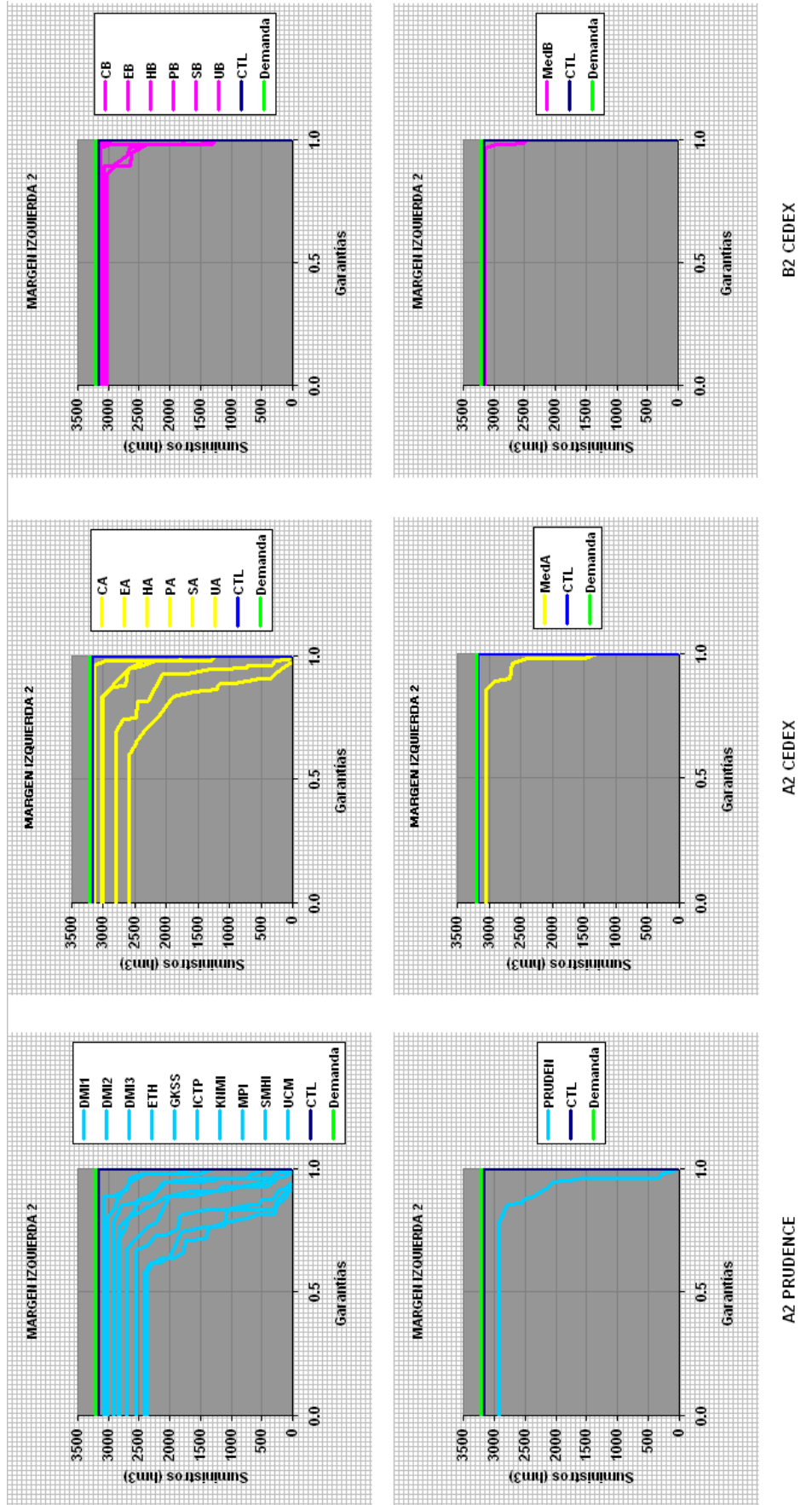


Figura 33. Curvas de Garantía vs. Demanda en la Margen Izquierda 2

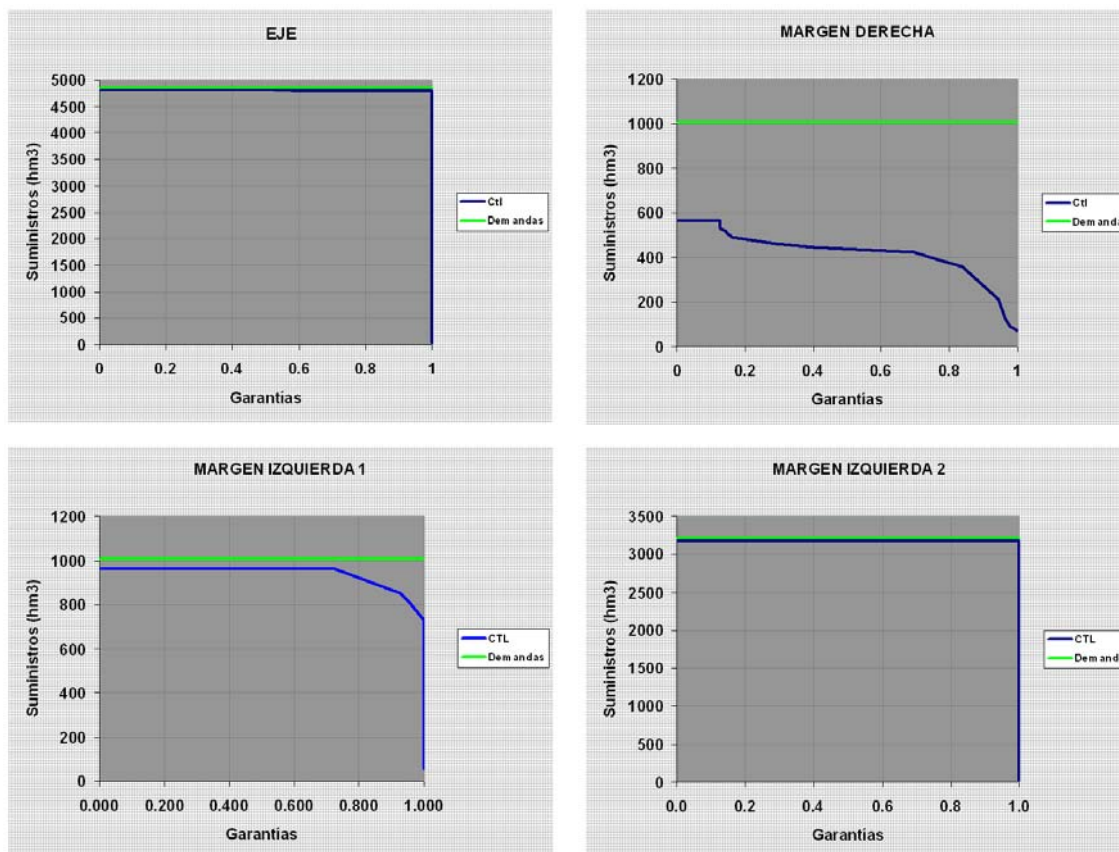


Figura 34. Curvas Garantía vs. Demanda por sistemas para la situación actual (CTL)

En todas las representaciones la demanda total del sistema viene dada por una línea horizontal de color verde. El punto de corte de las curvas con el eje de ordenadas indica la totalidad del suministro independientemente de su garantía. Al quedar este punto de corte por debajo de la línea de demanda, se visualiza la fracción de la demanda que resulta insatisfecha. La diferencia entre la demanda y el suministro total es la demanda no servida por el sistema. Cuanto más alejadas estén las curvas de la línea horizontal de demanda, mayor será la demanda no servida.

Las gráficas se obtienen acumulando el suministro con garantía mayor o igual a un determinado valor. Sólo parte del suministro corresponde a una garantía del 100%. Conforme el valor de la garantía se reduce, el suministro acumulado correspondiente crece. El punto de corte con el eje de ordenadas representa el suministro total, contabilizado con cualquier garantía.

A medida que las prestaciones del servicio se reducen las gráficas modifican su geometría. Una situación ideal, donde todo el suministro correspondiera a la garantía máxima, vendría representada por un trazo horizontal que se prolongaría hasta el valor de la garantía del servicio. Si ese mismo suministro corresponde a volúmenes servidos con diferentes garantías, la recta comienza a escalonarse con saltos descendentes a medida que aumenta la garantía. Con un número infinito de escalones, la quebrada se transformaría en curva. El descenso del suministro total, y con él de los volúmenes correspondientes a diferentes garantías en la misma proporción, daría lugar a una familia de curvas que cortarían al eje de ordenadas a diferentes alturas. La modificación

a la vez de los volúmenes servidos y sus garantías correspondientes, hacen que la curva simultáneamente se quiebre y aleje del horizonte de la demanda total del sistema.

Las curvas permiten observar los cambios producidos en el rendimiento del sistema por modificación de la media anual de las aportaciones (A2 CEDEX y B2 CEDEX), o la alteración media anual y el coeficiente de variación anual (A2 PRUDENCE). Las curvas están recogidas en el Anexo C.

De su observación se ha deducido que la situación de partida más desfavorable se da en la Margen Derecha; las alteraciones son menos pronunciadas siempre para el Eje; y en los 4 sistemas el deterioro de las curvas es más fuerte con las proyecciones A2 PRUDENCE, que corresponden con cambios en la media y coeficiente de variación anual en el escenario de calentamiento más severo (mayores emisiones de CO₂).

5.8 Valor de los indicadores de eficiencia

A continuación se exponen los valores de los indicadores calculados tras la representación gráfica de las curvas Garantía vs. Demanda.

Las Tablas siguientes representan los valores de estos resultados compuestos por el valor de los indicadores para cada uno de los sistemas en los que se ha desagregado la cuenca (Eje, Margen Derecha, Margen Izquierda 1 y Margen Izquierda 2).

El indicador de satisfacción I_1 corresponde a la relación por cociente entre el volumen suministrado con cualquier garantía y la demanda total.

El grado de aprovechamiento del sistema I_3 representa la fracción de las aportaciones que quedan sin explotar y se obtiene restando a la unidad el cociente entre el volumen suministrado con cualquier garantía y las aportaciones que llegan al sistema. Estas aportaciones se determinan en cada optimización sumando los caudales correspondientes a series cronológicas que en diferentes puntos de la cuenca reproducen la capacidad de drenaje de la misma.

Como se ha explicado con anterioridad, para abastecimiento se ha considerado aceptable la garantía mensual mayor o igual al 95%, y para regadío se ha considerado aceptable la garantía anual mayor o igual al 85%. Para calcular I_2 (calidad del servicio) se ha dividido la suma de los volúmenes para abastecimiento y para regadío suministrados con una garantía mayor o igual al 95% y mayor o igual al 85%, respectivamente, entre la demanda total. Por tanto, el coeficiente de ponderación considerado para los dos tipos de demandas es el volumétrico.

Para calcular I_4 (potencial de recuperación) se ha dividido la suma de los volúmenes para abastecimiento y para regadío, suministrados con una garantía mensual comprendida entre el 90% y el 95% y anual entre el 80% y el 85%, respectivamente, entre la demanda total. Por tanto, también se ha ponderado por volúmenes de demanda.

Tabla 11. Tabla de valores de los indicadores para la situación actual

Sistema	INDICADORES				Proyección
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	
EJE	1.00	1.00	-0.73	0.00	Ctl
MARGEN DERECHA	0.58	0.21	0.67	0.15	Ctl
MARGEN IZQUIERDA 1	0.95	0.79	0.80	0.05	Ctl
MARGEN IZQUIERDA 2	0.99	0.99	0.58	0.00	Ctl

Tabla 12. Tabla de valores de los indicadores para las proyecciones A2 PRUDENCE

Sistema	INDICADORES				Proyección	Sistema	INDICADORES				Proyección
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄			I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	
EJE	0.99	0.99	-1.40	0.00	DMI1	MARGEN IZQUIERDA 1	0.89	0.72	0.75	0.00	DMI1
	0.99	0.98	-1.64	0.00	DMI2		0.87	0.72	0.72	0.00	DMI2
	0.97	0.92	-1.77	0.05	DMI3		0.83	0.69	0.72	0.00	DMI3
	0.88	0.17	-1.77	0.63	ETH		0.69	0.12	0.74	0.05	ETH
	0.98	0.97	-1.47	0.00	GKSS		0.85	0.69	0.75	0.00	GKSS
	1.00	1.00	-0.36	0.00	ICTP		0.98	0.85	0.84	0.00	ICTP
	0.90	0.17	-1.88	0.66	KNMI		0.71	0.12	0.73	0.35	KNMI
	0.96	0.89	-1.86	0.00	MPI		0.80	0.67	0.72	0.00	MPI
	0.97	0.96	-1.51	0.00	SMHI		0.82	0.67	0.75	0.00	SMHI
	0.91	0.29	-1.47	0.61	UCM		0.74	0.16	0.76	0.43	UCM
0.98	0.98	-1.47	0.00	PRUDEN	0.85	0.69	0.75	0.00	PRUDEN		
MARGEN DERECHA	0.48	0.10	0.62	0.09	DMI1	MARGEN IZQUIERDA 2	0.96	0.95	0.43	0.01	DMI1
	0.45	0.00	0.60	0.12	DMI2		0.94	0.89	0.39	0.04	DMI2
	0.39	0.00	0.63	0.00	DMI3		0.89	0.78	0.38	0.00	DMI3
	0.29	0.00	0.70	0.00	ETH		0.74	0.05	0.43	0.16	ETH
	0.42	0.00	0.65	0.00	GKSS		0.91	0.86	0.44	0.00	GKSS
	0.65	0.43	0.71	0.00	ICTP		1.00	1.00	0.67	0.00	ICTP
	0.30	0.00	0.68	0.00	KNMI		0.75	0.05	0.40	0.29	KNMI
	0.36	0.00	0.64	0.00	MPI		0.84	0.62	0.38	0.00	MPI
	0.39	0.00	0.67	0.00	SMHI		0.88	0.71	0.44	0.12	SMHI
	0.34	0.00	0.70	0.00	UCM		0.79	0.18	0.47	0.39	UCM
0.42	0.00	0.65	0.00	PRUDEN	0.91	0.86	0.44	0.00	PRUDEN		

Tabla 13. Tabla de valores de los indicadores para las proyecciones A2 CEDEX y B2 CEDEX

Sistema	INDICADORES				Proyección	Sistema	INDICADORES				Proyección
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄			I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	
EJE	1.00	1.00	-1.09	0.00	CA	EJE	1.00	1.00	-0.81	0.00	CB
	0.99	0.98	-1.49	0.00	EA		0.99	0.99	-1.30	0.00	EB
	1.00	1.00	-0.68	0.00	HA		1.00	1.00	-0.91	0.00	HB
	0.94	0.87	-2.02	0.01	PA		0.99	0.98	-1.42	0.01	PB
	0.97	0.90	-1.81	0.06	SA		1.00	1.00	-0.95	0.00	SB
	0.99	0.98	-1.46	0.00	UA		1.00	1.00	-1.09	0.00	UB
	0.99	0.98	-1.39	0.01	MedA		1.00	1.00	-1.06	0.00	MedB
MARGEN DERECHA	0.52	0.20	0.64	0.00	CA	MARGEN DERECHA	0.57	0.21	0.66	0.00	CB
	0.45	0.00	0.63	0.02	EA		0.49	0.06	0.63	0.13	EB
	0.59	0.36	0.67	0.00	HA		0.55	0.21	0.65	0.00	HB
	0.34	0.00	0.64	0.00	PA		0.46	0.02	0.63	0.09	PB
	0.38	0.00	0.64	0.00	SA		0.55	0.20	0.65	0.00	SB
	0.45	0.00	0.63	0.11	UA		0.52	0.20	0.64	0.00	UB
	0.47	0.00	0.63	0.11	MedA		0.53	0.20	0.64	0.00	MedB
MARGEN IZQUIERDA 1	0.92	0.72	0.77	0.07	CA	MARGEN IZQUIERDA 1	0.95	0.79	0.80	0.05	CB
	0.87	0.71	0.74	0.00	EA		0.89	0.72	0.76	0.00	EB
	0.96	0.80	0.81	0.05	HA		0.94	0.72	0.79	0.12	HB
	0.76	0.65	0.71	0.00	PA		0.88	0.72	0.74	0.00	PB
	0.82	0.69	0.72	0.00	SA		0.93	0.72	0.78	0.07	SB
	0.88	0.72	0.74	0.00	UA		0.92	0.72	0.77	0.07	UB
	0.89	0.72	0.75	0.00	MedA		0.92	0.72	0.77	0.07	MedB
MARGEN IZQUIERDA 2	0.98	0.98	0.50	0.00	CA	MARGEN IZQUIERDA 2	0.99	0.99	0.56	0.00	CB
	0.94	0.89	0.42	0.04	EA		0.96	0.95	0.46	0.01	EB
	0.99	0.99	0.59	0.00	HA		0.99	0.99	0.54	0.00	HB
	0.81	0.49	0.36	0.12	PA		0.95	0.94	0.43	0.00	PB
	0.87	0.65	0.38	0.12	SA		0.98	0.98	0.53	0.00	SB
	0.94	0.89	0.43	0.04	UA		0.98	0.98	0.50	0.00	UB
	0.95	0.94	0.44	0.01	MedA		0.98	0.98	0.50	0.00	MedB

Para describir de forma simplificada el intervalo de variación que experimenta cada uno de los indicadores, se procede a dibujar el diagrama de cajas de los valores de cada indicador por grupo de proyección.

El indicador de sostenibilidad es ilustrativo para zonas que sólo cuentan con recursos propios, pero es incompleto para zonas como el Eje, que puede aprovechar los retornos y volúmenes que no se emplearon en otras zonas de la cuenca. Entendemos que en estos casos la caída del indicador de sostenibilidad implica mayor dependencia de los volúmenes de otras zonas. Para dar una visión integral del grado de aprovechamiento de

los recursos, también se muestra el diagrama de cajas del indicador de sostenibilidad para la cuenca en su conjunto.

Se observa una fuerte dispersión de datos para los indicadores de calidad de servicio y potencial de recuperación.

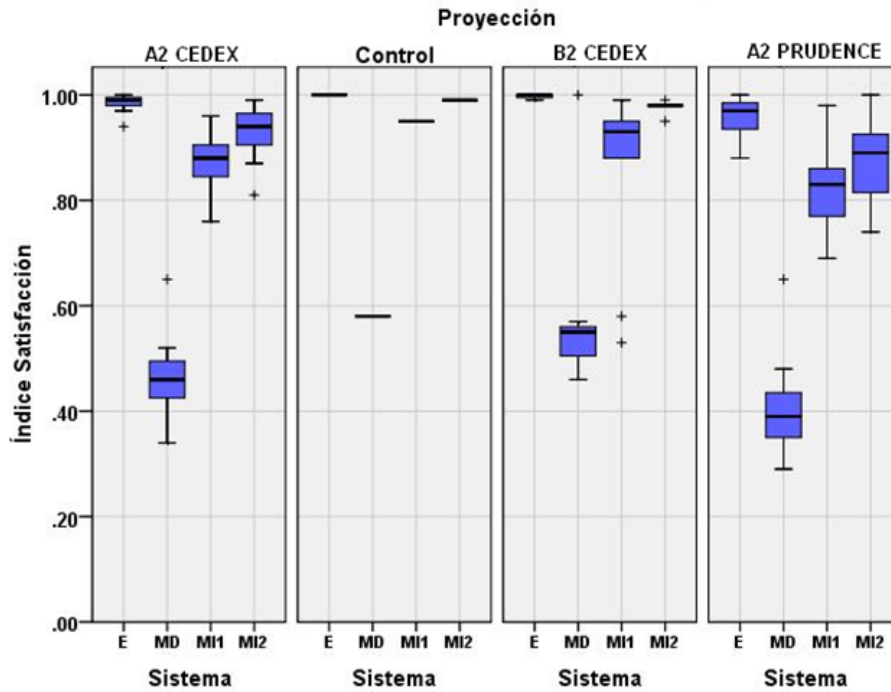


Figura 35. Diagramas de cajas del índice de satisfacción en la situación de control (1960-1990) y futura (2070-2100) con todas las proyecciones por sistemas

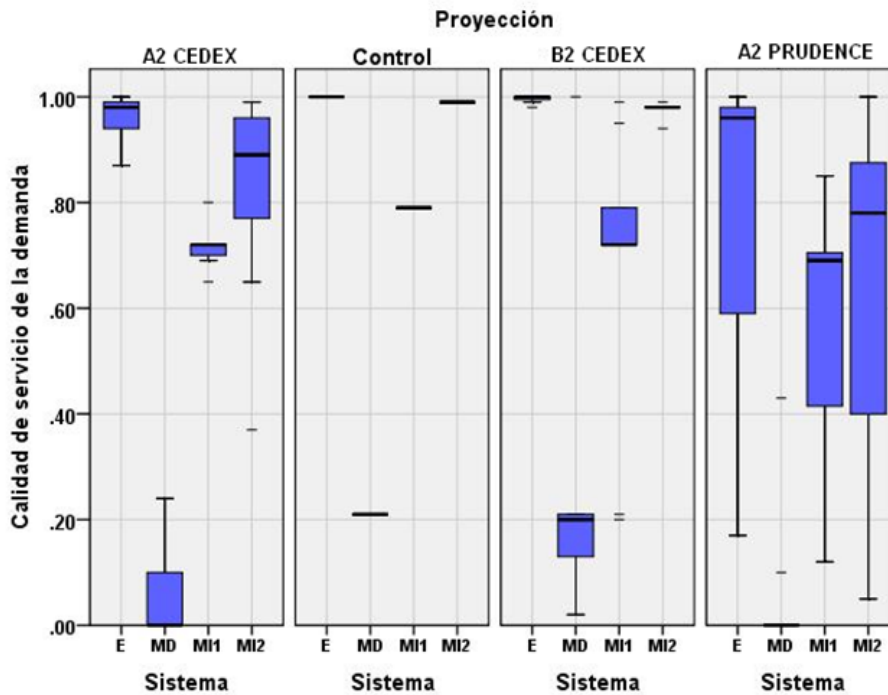


Figura 36. Diagramas de cajas del índice de calidad de servicio en la situación de control (1960-1990) y futura (2070-2100) con todas las proyecciones por sistemas

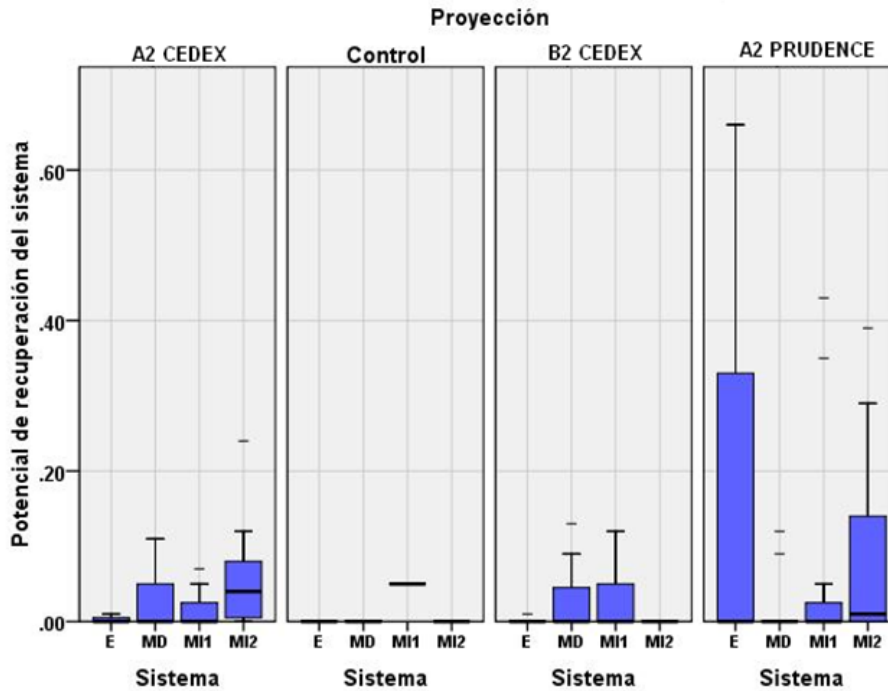


Figura 37. Diagramas de cajas del índice de recuperación en la situación de control (1960-1990) y futura (2070-2100) con todas las proyecciones por sistemas

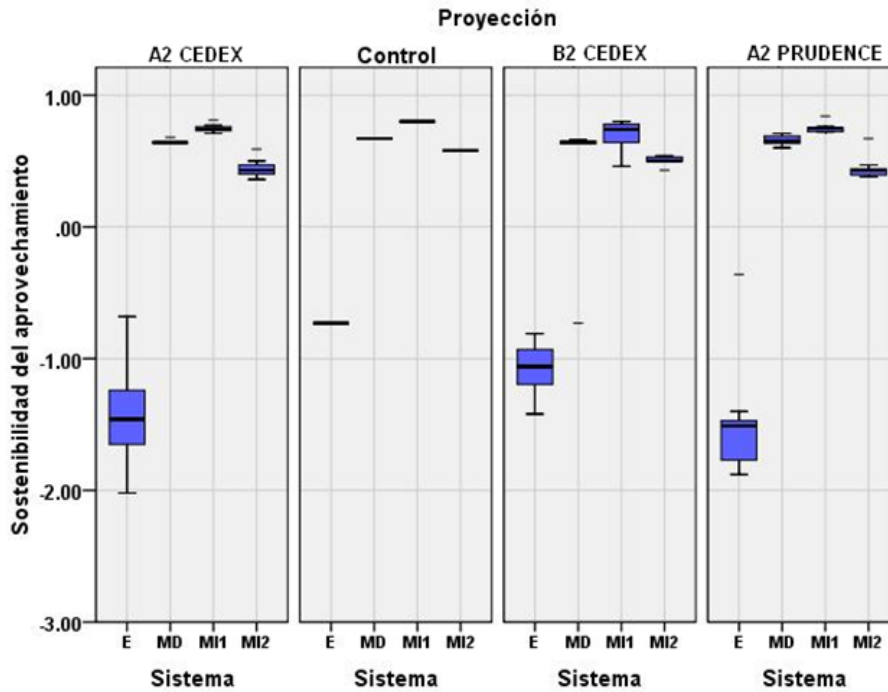


Figura 38. Diagramas de cajas del índice de sostenibilidad en la situación de control (1960-1990) y futura (2070-2100) con todas las proyecciones por sistemas

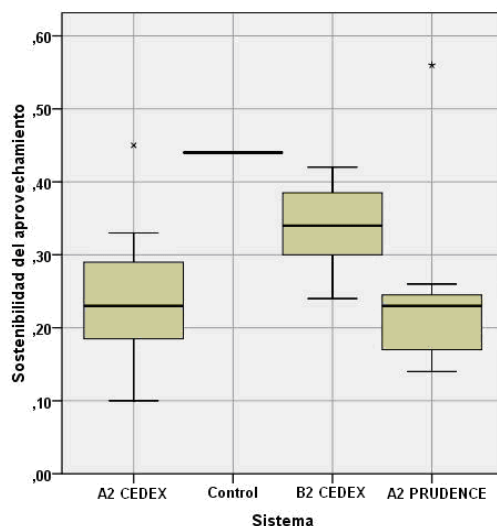


Figura 39. Diagramas de cajas del índice de sostenibilidad en la situación de control (1960-1990) y futura (2070-2100) con todas las proyecciones en la cuenca completa

5.9 Análisis del comportamiento de los indicadores con la variación de la aportación

A continuación se expone el análisis crítico del comportamiento de los indicadores con la variación de la aportación. Los indicadores muestran la respuesta del sistema los efectos del cambio climático y, por tanto, la evolución de su comportamiento ante cambios fuertes en las aportaciones. A continuación se analiza la sensibilidad de estos indicadores con el objeto de identificar la vulnerabilidad del sistema al cambio climático.

Los indicadores correspondientes a la situación de control describen razonablemente bien el comportamiento actual en cada una de las zonas en las que se ha desagregado la cuenca (características comparadas con el PHN). Dado que para el cálculo de los indicadores en cada zona se consideran los correspondientes valores de aportación, se han normalizado las variaciones de los indicadores y de las aportaciones, en cada zona y de cada proyección, con sus respectivas situaciones de control.

5.9.1 Análisis del indicador de satisfacción

El indicador de satisfacción evalúa la capacidad del sistema para atender sus demandas. En la Figura 40 se muestran las variaciones de las aportaciones frente a las variaciones del indicador de satisfacción y, por tanto, de los suministros en las diferentes zonas de la cuenca. La tendencia de esta indicador es a decrecer con la disminución de la aportación, pero en una proporción inferior.

En cualquiera de las zonas las alteraciones son más importantes para las proyecciones A2 PRUDENCE. El sistema menos regulado (Margen Derecha) sufre las mayores alteraciones y, con grandes cambios de la aportación, la relación entre las dos variables tiende a ser lineal.

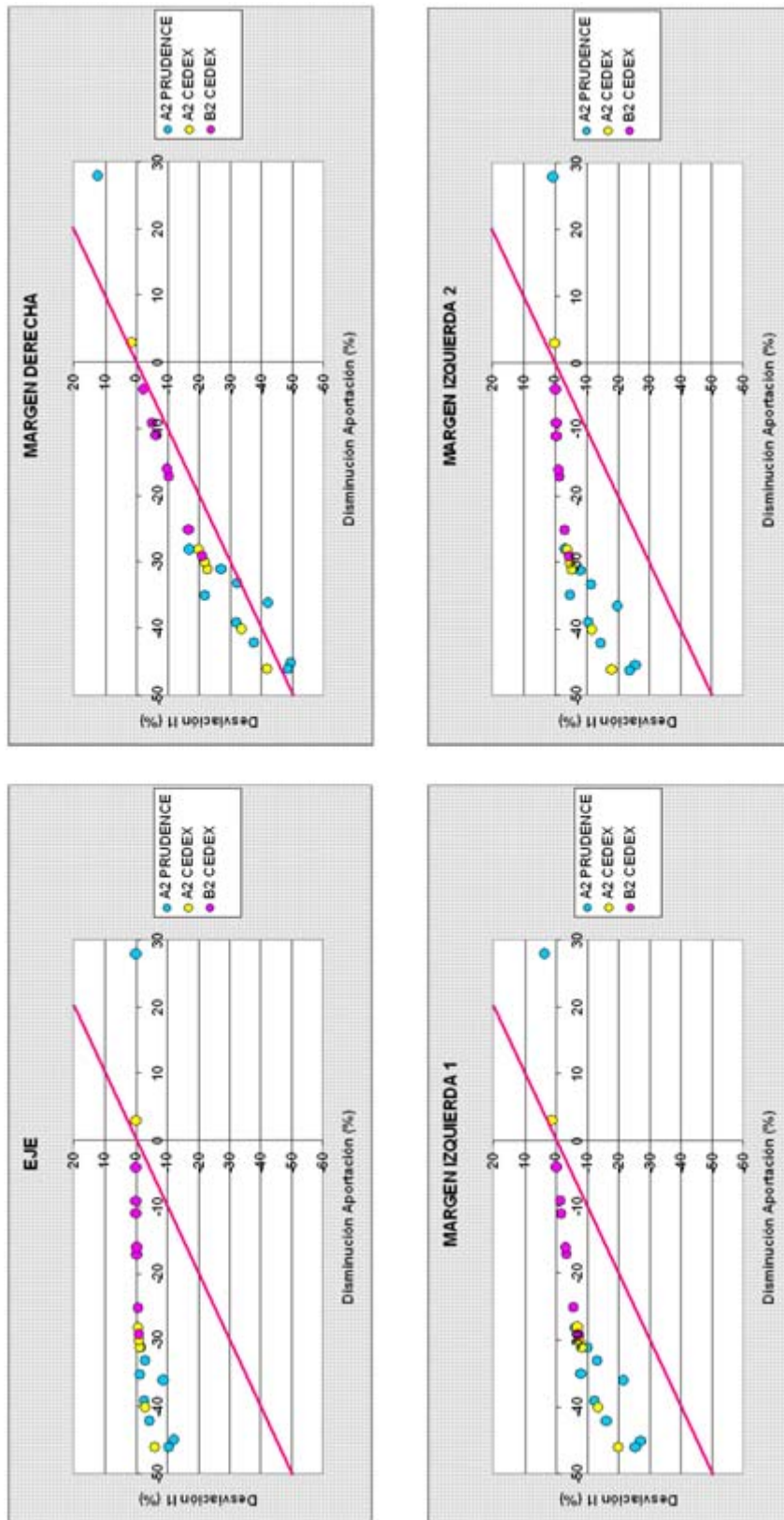


Figura 40. Variación del indicador de satisfacción frente a la variación de las aportaciones

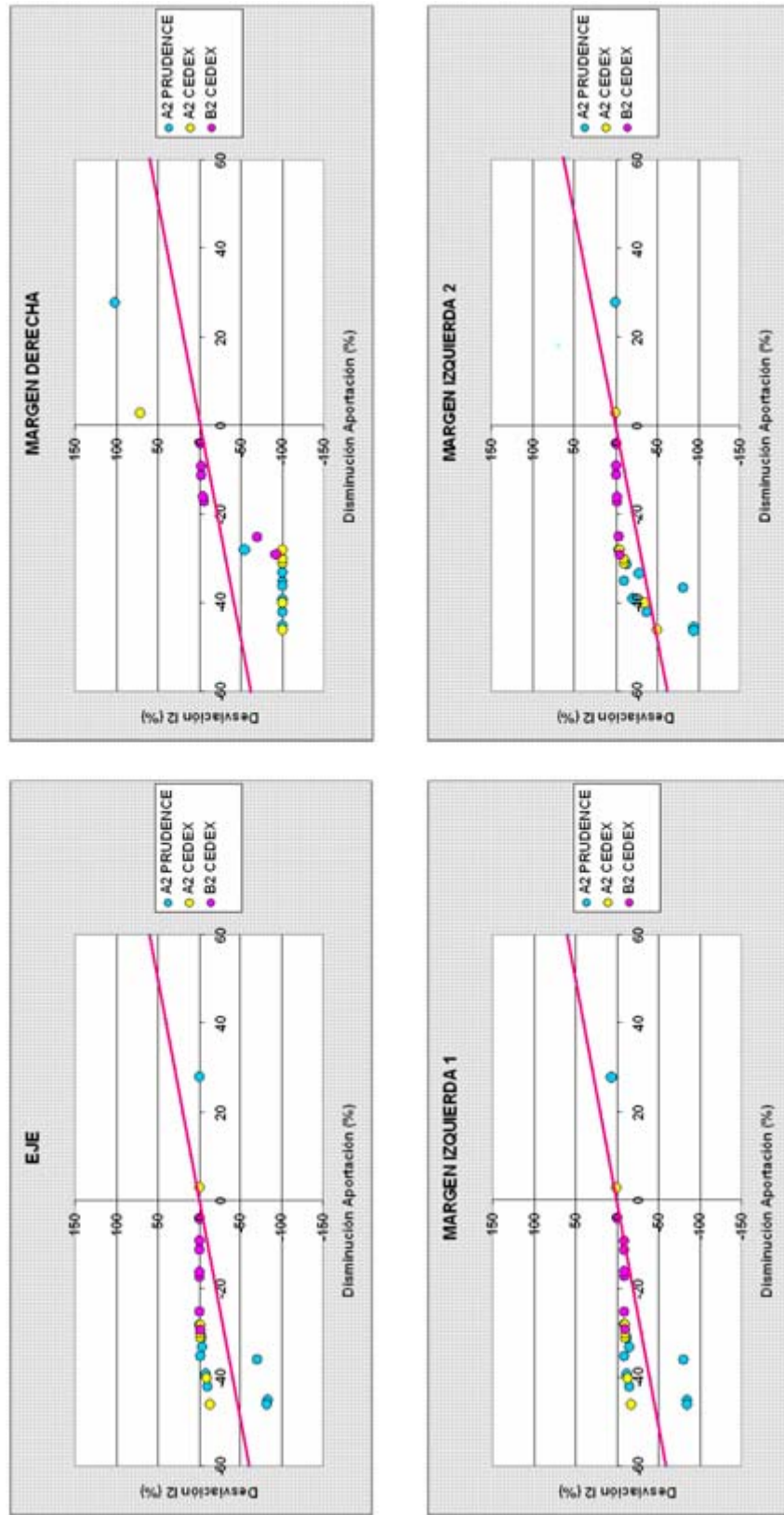


Figura 41. Variación del indicador de calidad de servicio frente a la variación de las aportaciones

5.9.2 Análisis del indicador de calidad de servicio

El indicador de calidad de servicio evalúa la capacidad que tiene el sistema para atender sus demandas con garantía aceptable. Se calcula como la suma del volumen para uso urbano servido con garantía mensual igual o superior al 95%, más el volumen de uso agrario servido con garantía anual igual o superior al 85%, dividido por el volumen total demandado.

En la Figura 41 se muestran las variaciones de las aportaciones frente a las variaciones del indicador de calidad de servicio en las diferentes zonas de la cuenca. Para sistemas con regulación (Eje, Margen Izquierda 1 y Margen Izquierda 2) se aprecia un buen comportamiento del indicador, con descensos muy moderados e inferiores a los de las aportaciones, que solamente se disparan para alguna proyección del grupo A2 PRUDENCE. Para el sistema con menos regulación (Margen Derecha) se observan caídas bruscas con la mayoría de las variaciones las aportaciones hasta el -100%, indicando que el sistema no atiende ninguna de sus demandas con garantía aceptable.

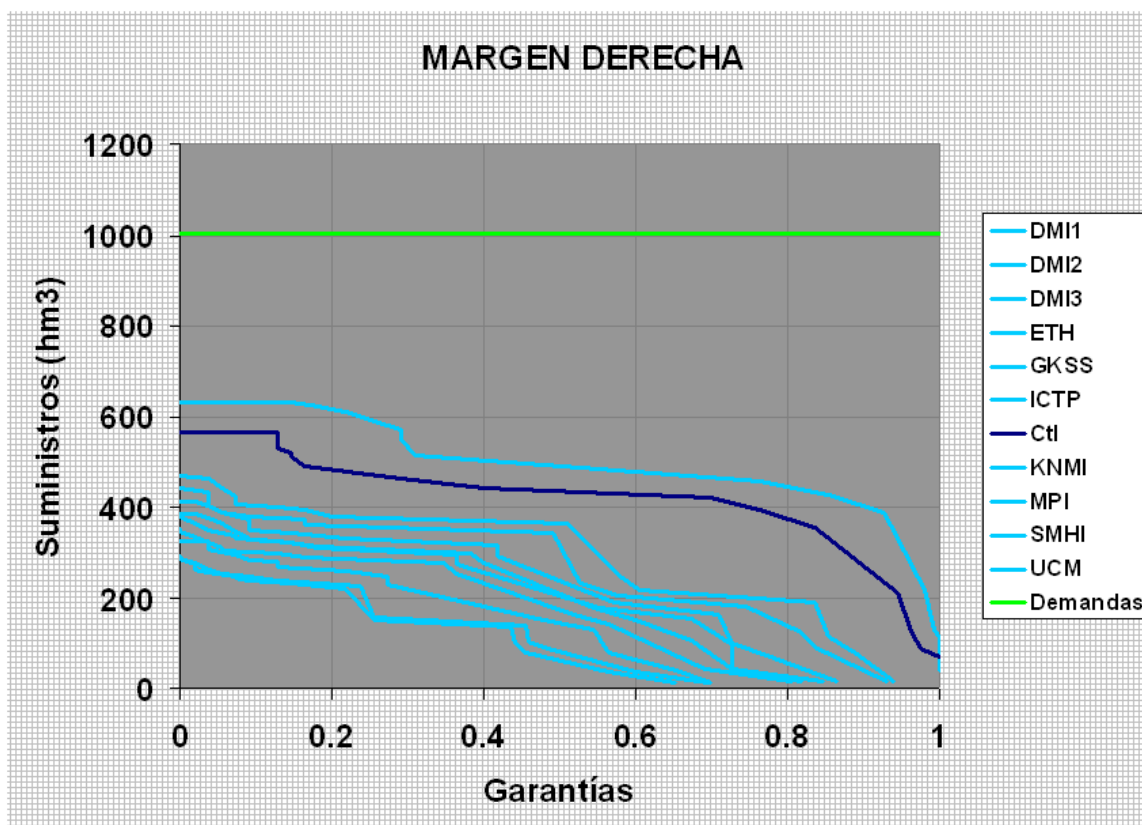


Figura 42. Curvas Garantía vs. Demanda en la Margen Derecha para las proyecciones A2 PRUDENCE y CTL

En la Figura 42 puede observarse que las curvas de Garantía vs. Demanda en la Margen Derecha para las proyecciones A2 PRUDENCE en la mayoría de los casos no presentan suministros con garantía aceptable.

En cualquier sistema, las alteraciones A2 PRUDENCE son más fuertes que las producidas por A2 CEDEX y B2 CEDEX. El factor diferenciado es el cambio del coeficiente de variación de las aportaciones. Las primeras transmiten cambios en media y coeficiente de variación, las segundas sólo cambios en media. La mayor regulación hace que los sistemas sean menos sensibles a este efecto. No obstante, con ciertas proyecciones, cualquiera de los sistemas pierde toda su calidad de servicio.

Con el aumento de la aportación, el Eje y la Margen Izquierda 2, que en la situación de control tenían un valor de este indicador igual a 1, no pueden mejorar; la Margen Izquierda 1, en cuya situación de control el indicador de calidad de servicio valía 0.79 mejora un poco; y la Margen Derecha, cuya calidad de servicio en la situación de control era muy mala, la aumenta significativamente.

5.9.3 Análisis del indicador de sostenibilidad

El indicador de sostenibilidad representa la fracción de los recursos de la cuenca que no son utilizados. Las demandas medioambientales han sido consideradas como restricciones en el modelo.

En la Figura 43 se representan las variaciones del indicador de sostenibilidad en función de las variaciones de la aportación. Salvo en el Eje, se observa una tendencia al descenso de esta indicador con el descenso de la aportación, pero en una proporción inferior.

El Eje se comporta de modo diferente porque aprovecha recursos de otras zonas de la cuenca, sobrantes y retornos. Realmente lo que ocurre es que en la situación de control en esta zona el indicador de sostenibilidad era negativo y con las proyecciones resulta más negativo, de donde se deduce que depende en mayor medida de los recursos de otras zonas.

La variación del indicador de sostenibilidad con la variación de las aportaciones no es brusca, esto se debe a que los suministros obtenidos con la optimización son correctamente representados a la escala de trabajo.

5.9.4 Análisis del indicador de potencial de recuperación

El potencial de recuperación del sistema representa el porcentaje de la demanda que está muy próxima a ser servida con garantía aceptable y, por tanto, las posibilidades del sistema de mejorar su servicio con medidas relativamente sencillas. Se calcula como la suma del volumen para uso urbano servido con garantía mensual entre el 90 y el 95%, más el volumen de uso agrario servido con garantía anual entre el 80 y el 85%, dividido por el volumen total demandado.

En la Figura 44 se representan las variaciones del indicador de recuperación en función de las variaciones de la aportación. En este caso las variaciones del indicador de recuperación no se han normalizado porque en la situación de control para el Eje y la margen Izquierda 2 el indicador era nulo. Se han representado variaciones absolutas del indicador de recuperación.

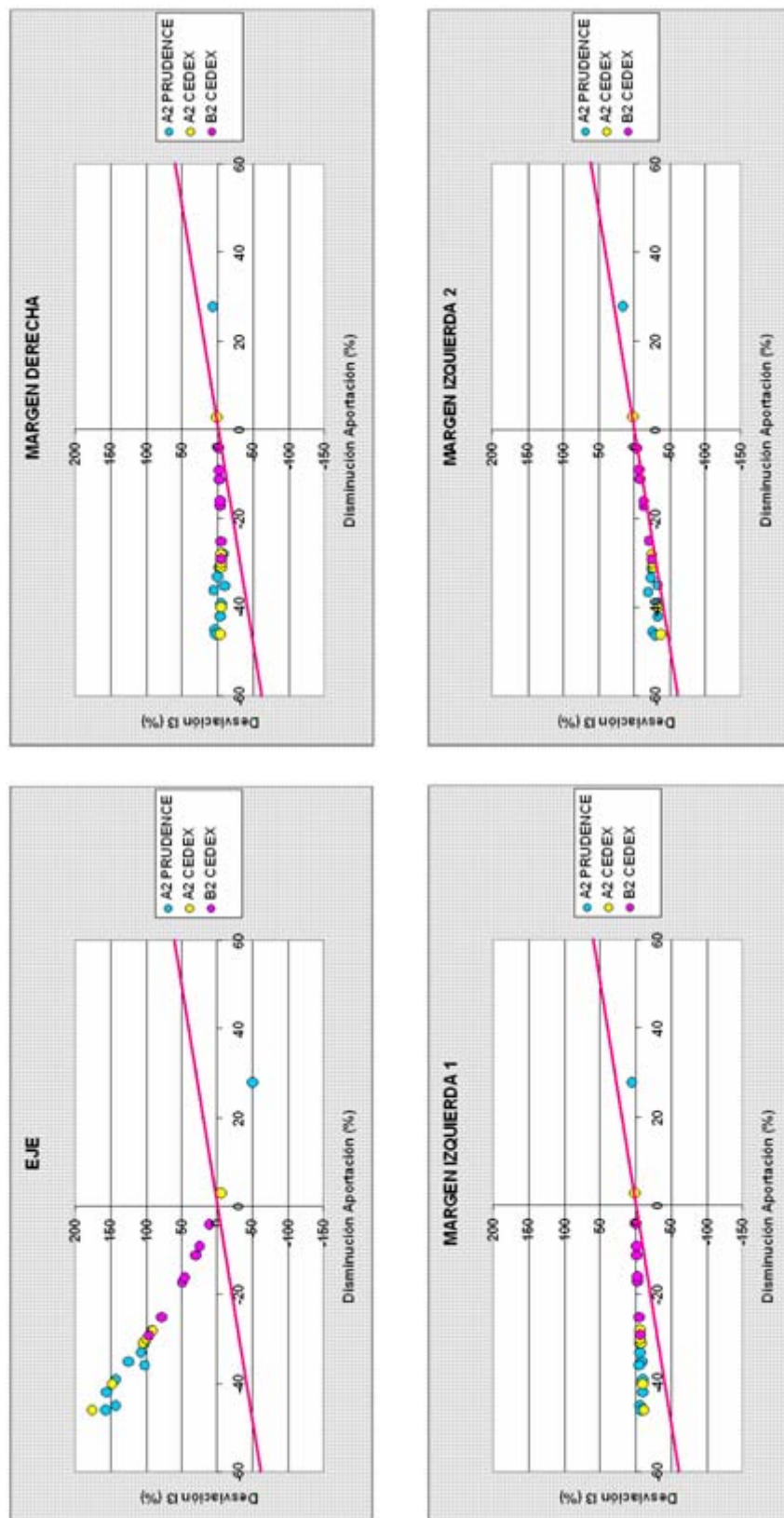


Figura 43. Variación del indicador de sostenibilidad frente a la variación de las aportaciones

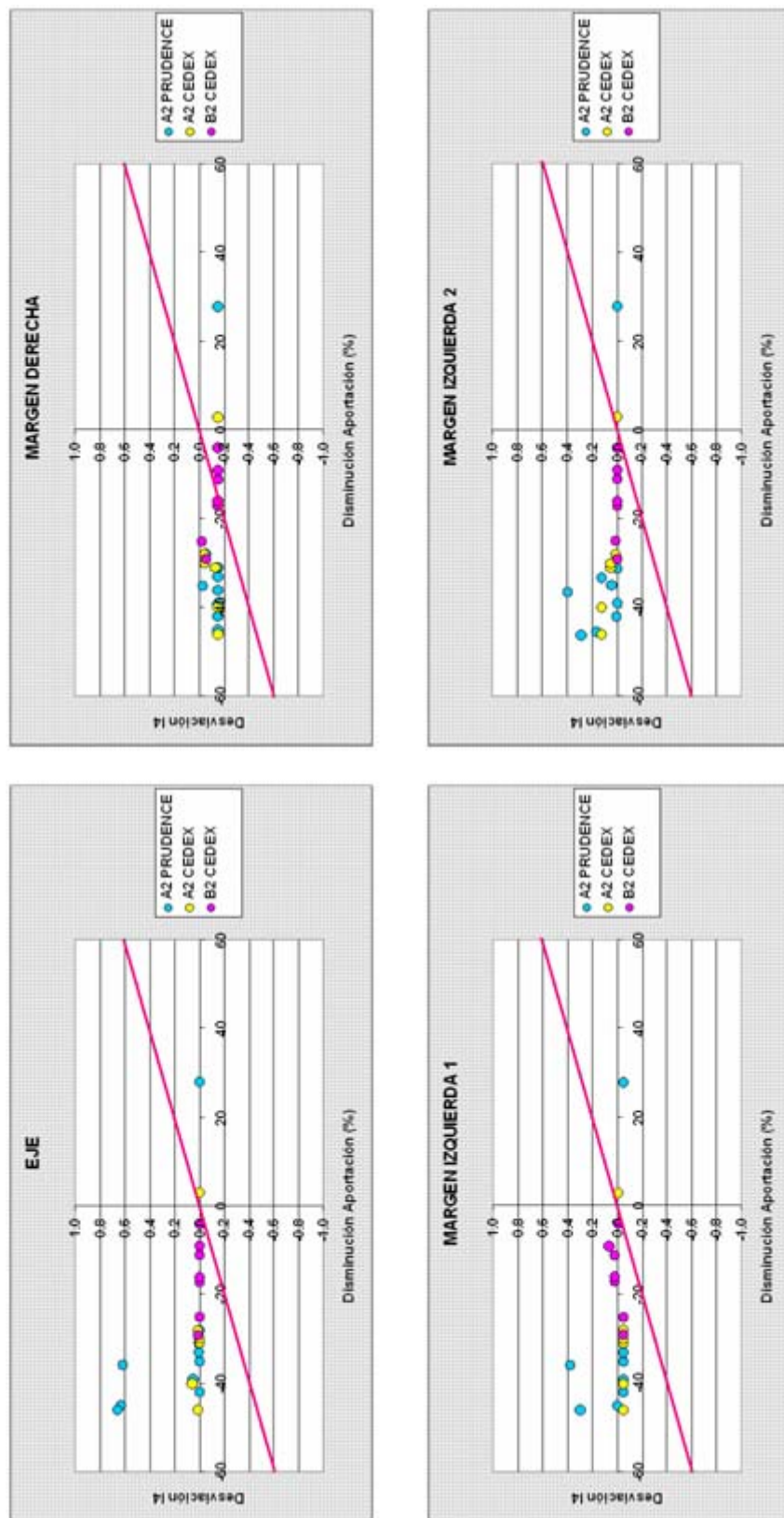


Figura 44. Variación del indicador de recuperación (absoluta) frente a la variación de las aportaciones (normalizada)

Hay que ver la evolución del indicador de recuperación en combinación con el de calidad. Si el indicador de calidad baja y el indicador de recuperación sube, significa que el descenso de la garantía del suministro es suave y corresponde a valores de la garantía menores que la aceptable pero próximos a ella. Si los indicadores de calidad y de recuperación bajan, el descenso de la garantía está producido por fallos con nivel de garantía por debajo del aceptable y alejados de él. Si el indicador de calidad sube, el indicador de recuperación crecerá o decrecerá en función del signo de la variación en el porcentaje de suministros con garantía menor que la aceptable y próxima a ella.

Los sistemas más regulados, Eje y Margen Izquierda 2, presentan un aumento del valor del indicador de recuperación junto con descensos muy moderados del indicador de calidad.

La Margen Derecha pierde todo el potencial de recuperación que tenía en la situación de control y pierde los suministros con garantía aceptable.

En la Margen Izquierda 1, salvo para alteraciones muy fuertes del coeficiente de variación, se pierde el potencial de recuperación existente junto con descensos moderados del indicador de calidad.

5.10 Estudio comparativo de las desviaciones de los indicadores

A continuación se expone el análisis comparado del comportamiento de los indicadores en función de la zona y la proyección. Para el indicador de recuperación, las desviaciones consideradas son absolutas respecto a la situación de control. Para el resto de los indicadores, las desviaciones respecto a la situación de control son porcentuales.

5.10.1 Desviaciones del indicador de satisfacción

Salvo para las proyecciones HA e ICTP, en las que la media anual de las aportaciones aumenta en vez de disminuir, el valor de I_1 desciende.

Puede observarse que las variaciones producidas son más acusadas para las proyecciones relativas al escenario de emisiones A2 (la máxima reducción es del 49%) que B2 (la máxima reducción es del 21%), y menos importantes para las proyecciones CEDEX A2 y CEDEX B2, donde sólo se produce cambio en la cuantía de las aportaciones, que para las A2 PRUDENCE en las que además cambia la variabilidad.

Los resultados más pesimistas (reducciones mayores del 30%) se dan con las proyecciones PA, SA, DMI3, ETH, KNMI, MPI, SMHI y UCM.

Las reducciones del valor del indicador de satisfacción resultantes con cualquier proyección siempre son más importantes en la Margen derecha y más suaves para la zona del Eje.

Tabla 14. Desviaciones del indicador de satisfacción por sistemas con todas las proyecciones

Desviaciones (%) con relación al valor de I1 en la situación de control		CA	EA	HA	PA	SA	UA	MedA				
	EJE	0	-1	0	-6	-3	-1	-1				
	Margen DERECHA	-10	-22	2	-42	-34	-22	-19				
	Margen IZQUIERDA 1	-3	-8	1	-20	-14	-7	-7				
	Margen IZQUIERDA 2	-1	-5	0	-18	-12	-5	-4				
		CB	EB	HB	PB	SB	UB	MedB				
	EJE	0	-1	0	-1	0	0	0				
	Margen DERECHA	-2	-16	-5	-21	-6	-10	-9				
	Margen IZQUIERDA 1	0	-6	-1	-7	-2	-3	-3				
	Margen IZQUIERDA 2	0	-3	0	-4	-1	-1	-1				
		DMI1	DMI2	DMI3	ETH	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM	PRUDEN
	EJE	-1	-1	-3	-12	-2	0	-10	-4	-3	-9	-2
	Margen DERECHA	-17	-22	-32	-49	-27	13	-48	-37	-32	-42	-27
Margen IZQUIERDA 1	-6	-8	-12	-27	-10	3	-26	-16	-13	-22	-10	
Margen IZQUIERDA 2	-3	-5	-11	-26	-8	1	-24	-15	-12	-20	-8	

5.10.2 Desviaciones del indicador de calidad de servicio

Las variaciones del indicador de calidad son más acusadas para las proyecciones relativas al escenario de emisiones A2 que B2, y menos importantes para las proyecciones A2 CEDEX y B2 CEDEX que para las proyecciones A2 PRUDENCE. Nuevamente sólo en el caso de las proyecciones HA e ICTP, el valor de I₂ aumenta correspondiendo a un incremento de los recursos.

Con la mayoría de las proyecciones la Margen Derecha pierde toda la calidad del servicio, igualmente esta zona es la que presenta un ascenso más importante de I₂ con el aumento de los recursos. Las proyecciones que causan más deterioro de las proyecciones en todas las zonas son ETH, KNMI y UCM.

Tabla 15. Desviaciones del indicador de calidad de servicio por sistemas con todas las proyecciones

Desviaciones (%) con relación al valor de I2 en la situación de control		CA	EA	HA	PA	SA	UA	MedA				
	EJE	0	-2	0	-13	-10	-2	-2				
	Margen DERECHA	-5	-100	72	-100	-100	-100	-100				
	Margen IZQUIERDA 1	-9	-10	1	-18	-13	-9	-9				
	Margen IZQUIERDA 2	-1	-11	0	-51	-35	-10	-5				
		CB	EB	HB	PB	SB	UB	MedB				
	EJE	0	-1	0	-2	0	0	0				
	Margen DERECHA	-1	-70	-2	-92	-3	-5	-5				
	Margen IZQUIERDA 1	0	-9	-9	-9	-9	-9	-9				
	Margen IZQUIERDA 2	0	-4	0	-5	-1	-1	-1				
		DMI1	DMI2	DMI3	ETH	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM	PRUDEN
	EJE	-1	-2	-8	-83	-3	0	-83	-11	-4	-71	-2
	Margen DERECHA	-54	-100	-100	-100	-100	103	-100	-100	-100	-100	-100
Margen IZQUIERDA 1	-9	-9	-12	-85	-12	7	-85	-15	-15	-80	-12	
Margen IZQUIERDA 2	-4	-10	-22	-95	-13	1	-95	-37	-29	-82	-13	

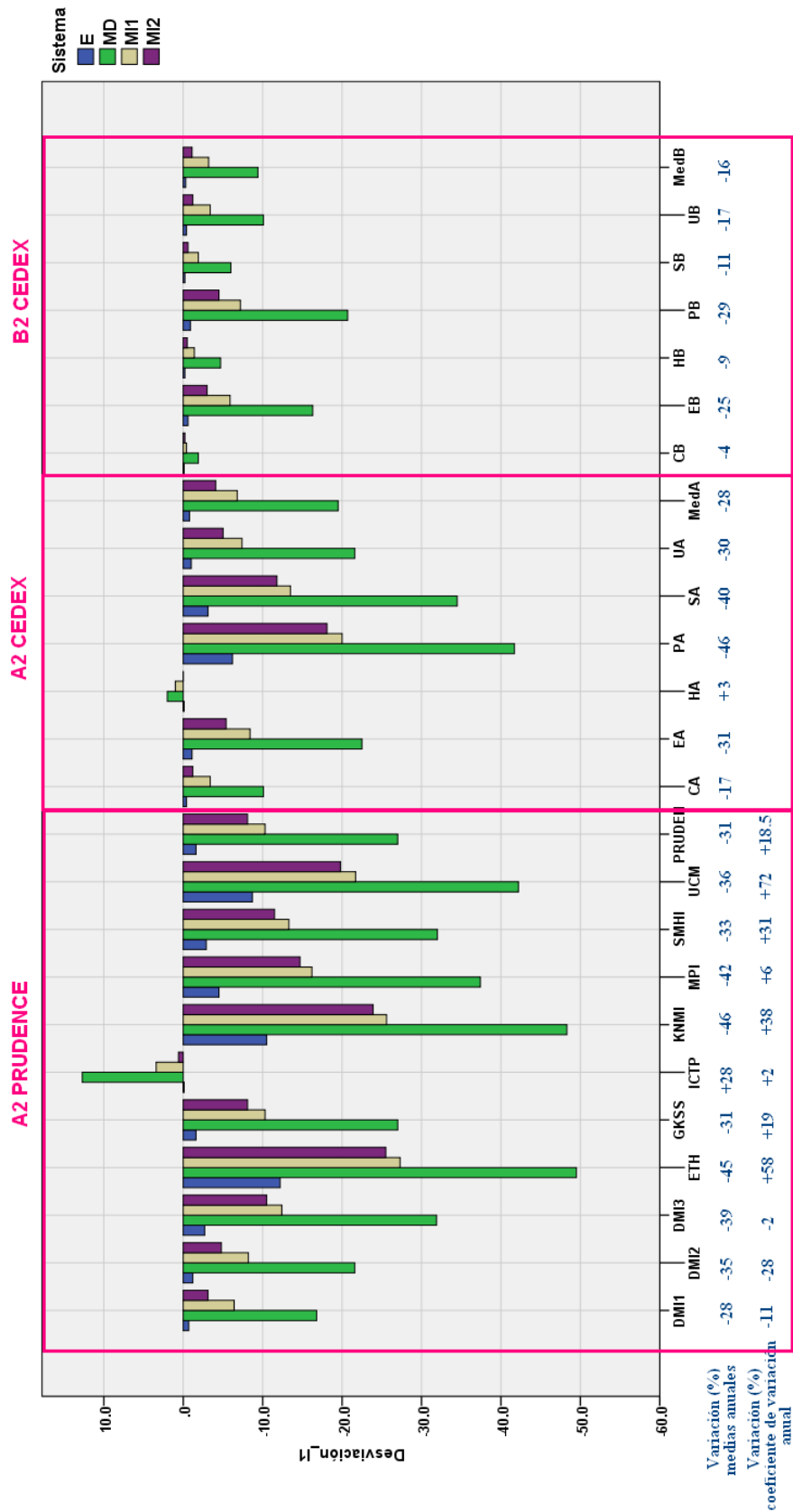


Figura 45. Desviaciones porcentuales del indicador de satisfacción con relación a su valor en la situación actual por sistemas con las diferentes proyecciones

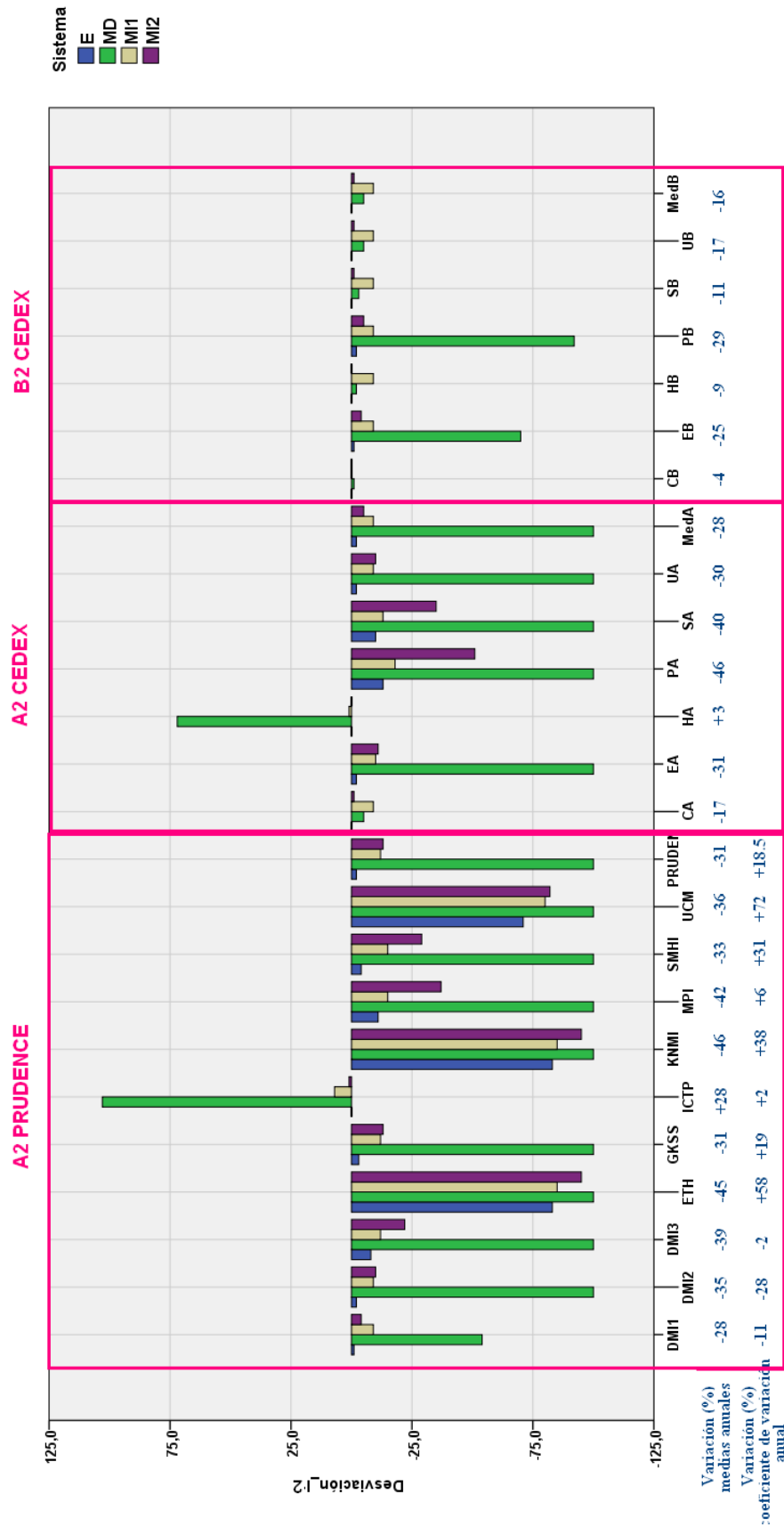


Figura 46. Desviaciones porcentuales del indicador de calidad servicio con relación a su valor en la situación actual por sistemas con las diferentes proyecciones

5.10.3 Desviaciones del indicador de sostenibilidad

Las Tablas siguientes reproducen las desviaciones porcentuales del valor del indicador de sostenibilidad para cada proyección y sistema, y para cada proyección y la cuenca globalmente.

Tabla 16. Desviaciones del indicador de sostenibilidad por sistemas con las diferentes proyecciones

Desviaciones (%) con relación al valor de I3 en la situación de control		CA	EA	HA	PA	SA	UA	MedA				
	EJE	49	104	-6	176	147	100	91				
	Margen DERECHA	-4	-6	0	-4	-5	-6	-6				
	Margen IZQUIERDA 1	-3	-8	1	-12	-10	-7	-7				
	Margen IZQUIERDA 2	-14	-27	2	-38	-34	-26	-24				
		CB	EB	HB	PB	SB	UB	MedB				
	EJE	11	78	24	95	30	49	45				
	Margen DERECHA	-1	-6	-2	-6	-3	-4	-4				
	Margen IZQUIERDA 1	0	-6	-1	-7	-2	-3	-3				
	Margen IZQUIERDA 2	-3	-21	-7	-25	-9	-14	-13				
		DMI1	DMI2	DMI3	ETH	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM	PRUDEN
	EJE	91	125	143	142	102	-51	157	155	108	102	102
	Margen DERECHA	-8	-10	-6	4	-3	6	2	-4	-1	5	-3
Margen IZQUIERDA 1	-7	-9	-10	-7	-7	5	-9	-10	-7	-5	-7	
Margen IZQUIERDA 2	-25	-34	-34	-26	-24	15	-30	-34	-24	-19	-24	

Tabla 17. Desviaciones del indicador de sostenibilidad global de la cuenca con las diferentes proyecciones

Escenario A2											
CA	EA	HA	PA	SA	UA	MedA					
-24	-49	4	-76	-66	-47	-43					
Escenario A2											
DMI1	DMI2	DMI3	ETH	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM	PRUDEN	
-44	-60	-65	-57	-46	27	-64	-68	-47	-41	-46	
Escenario B2											
CB	EB	HB	PB	SB	UB	MedB					
-5	-38	-12	-45	-14	-24	-22					
Desviaciones (%) con relación al valor de I3 en la situación de control											

La zona más perjudicada resulta ser la margen Izquierda 2, que es la zona con regulación de mayor interconexión en su infraestructura. Al cambiar las características de las aportaciones es la que se encuentra en mejor disposición para aprovecharlas. En esta zona podrían comenzar problemas de uso insostenible, el resto de las zonas tienen margen para mayor aprovechamiento.

Globalmente, la sostenibilidad de la cuenca se varía más comprometida con el escenario de emisiones más severo.

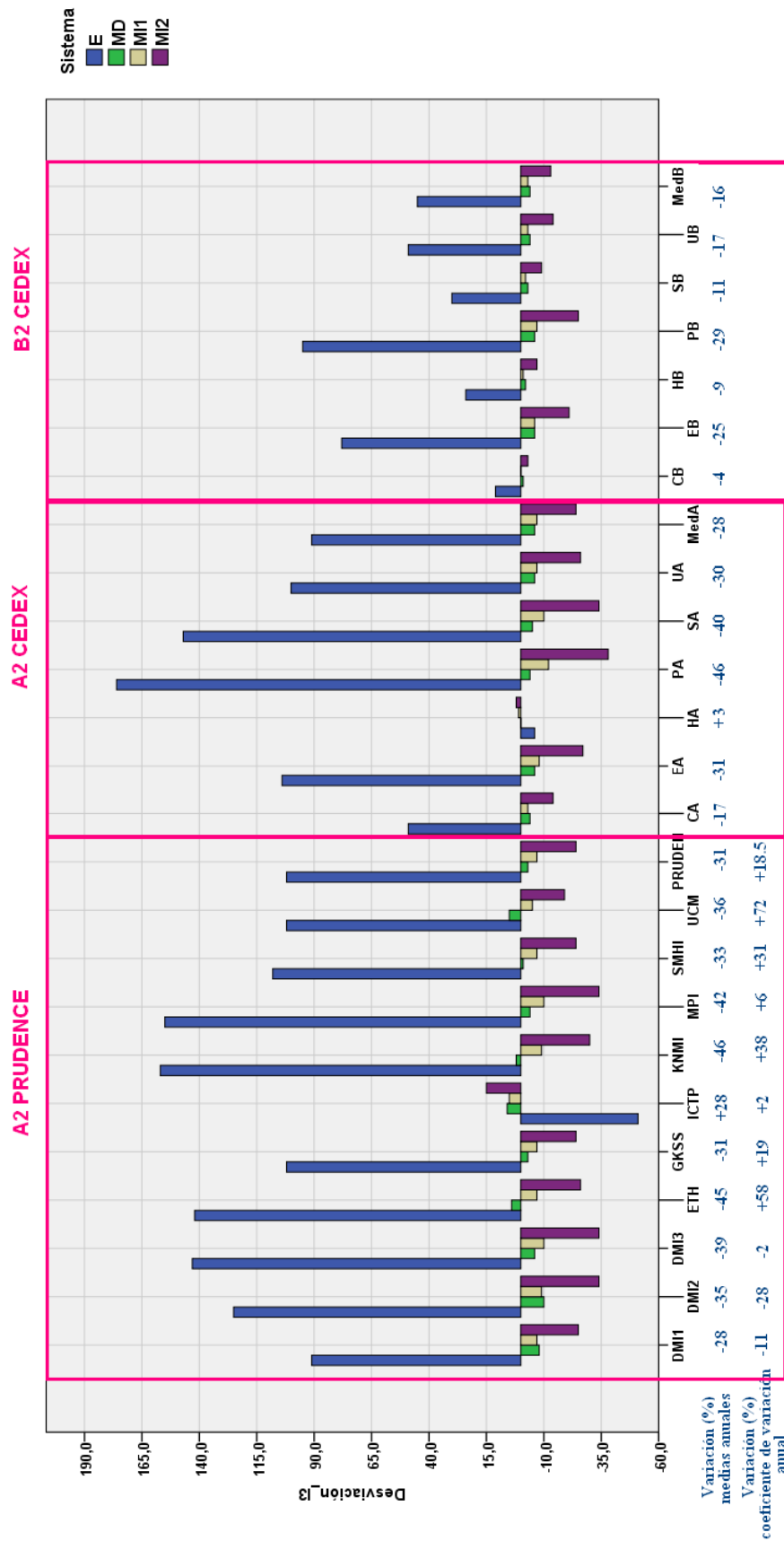


Figura 47. Desviaciones porcentuales del indicador de sostenibilidad con relación a su valor en la situación actual por sistemas con las diferentes proyecciones

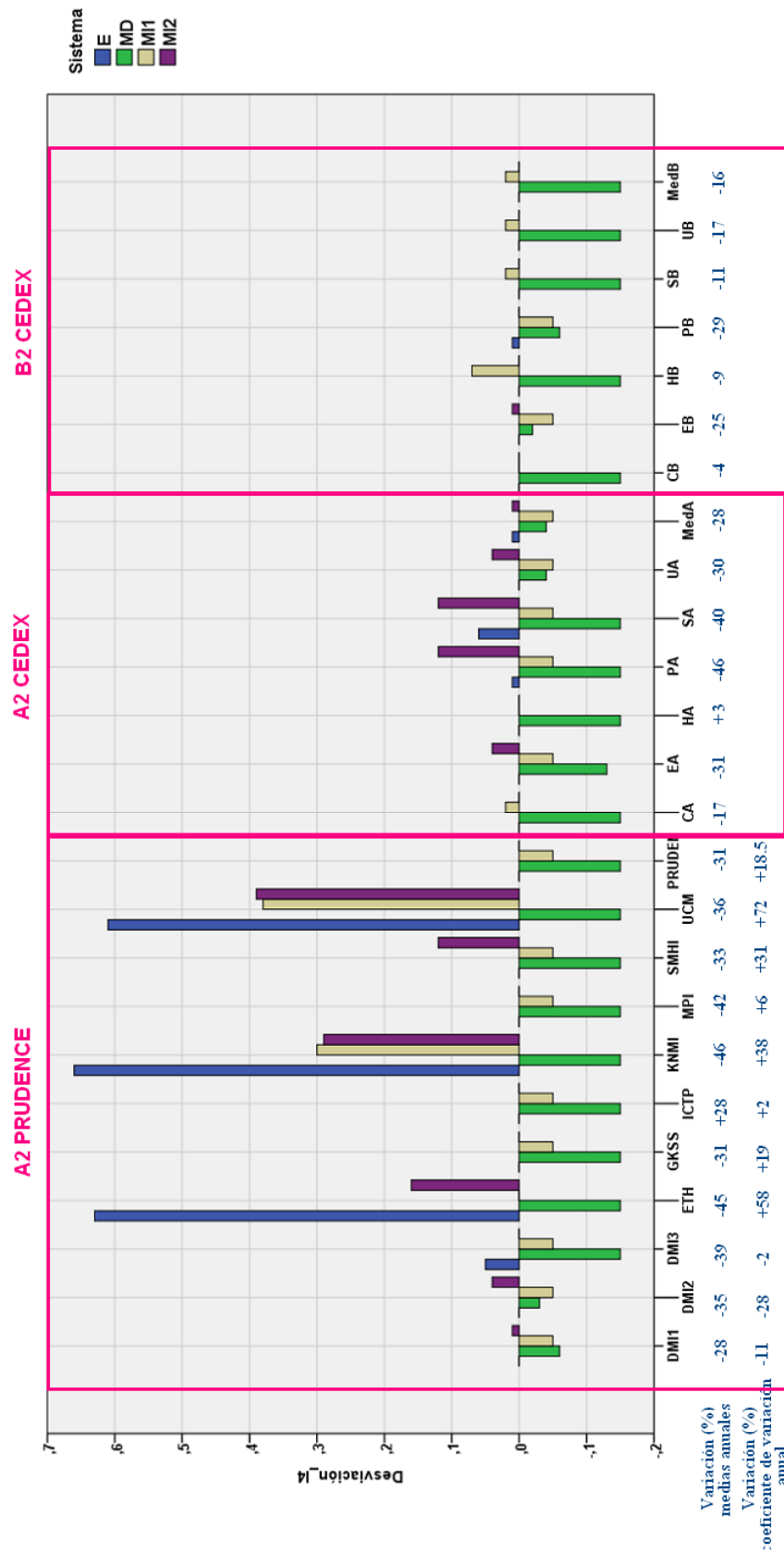


Figura 48. Desviaciones absolutas del indicador de recuperación con relación a su valor en la situación actual por sistemas con las diferentes proyecciones

5.10.4 Desviaciones del indicador de potencial de recuperación

La Tabla siguiente reproduce las desviaciones absolutas del valor del indicador de recuperación para cada proyección y sistema.

Las proyecciones ETH, KNMI y UCM (descensos en media superiores al 35% de las aportaciones y aumentos del coeficiente de variación superiores al 38%), y PA y SA (descensos en media del orden del 40% de las aportaciones) hacen que el potencial de recuperación de las zonas más reguladas crezca. Con estas mismas proyecciones, en las mismas zonas, el indicador de calidad de servicio sufrió grandes descensos. Se puede concluir que descensos de la aportación del 40%, o del 35% si van acompañados de cambios en la variabilidad, pueden deteriorar gravemente las prestaciones del sistema, pero con posibilidades de recuperación de la calidad del servicio en un porcentaje de la demanda que va del 10 al 40%.

Tabla 18. Desviaciones del indicador de recuperación por sistemas con las diferentes proyecciones

Desviaciones (%) con relación al valor de I4 en la situación de control		CA	EA	HA	PA	SA	UA	MedA				
	EJE	0	0	0	1	6	0	0				
	Margen DERECHA	-15	-13	-15	-15	-15	-4	-4				
	Margen IZQUIERDA 1	2	-5	0	-5	-5	-5	-5				
	Margen IZQUIERDA 2	0	4	0	12	12	4	1				
		CB	EB	HB	PB	SB	UB	MedB				
	EJE	0	0	0	1	0	0	0				
	Margen DERECHA	-15	-2	-15	-6	-15	-15	-15				
	Margen IZQUIERDA 1	0	-5	7	-5	2	2	2				
	Margen IZQUIERDA 2	0	1	0	0	0	0	0				
		DMI1	DMI2	DMI3	ETH	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM	PRUDEN
	EJE	0	0	5	63	0	0	66	0	0	61	0
	Margen DERECHA	-6	-3	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15
	Margen IZQUIERDA 1	-5	-5	-5	0	-5	-5	30	-5	-5	38	-5
Margen IZQUIERDA 2	1	4	0	16	0	0	29	0	12	39	0	

5.11 Diagnósis e identificación de alternativas de adaptación

Se exponen los resultados de la diagnóstico del sistema e identificación de alternativas de gestión según las indicaciones que aparecen en la Figura 18 del Capítulo 4, en donde se asigna un código de colores para distinguir la diferente intensidad de las situaciones en las que el suministro presenta problemas. La calificación de los intervalos de los indicadores que definen los criterios de análisis está expuesta en la Tabla 5 del mismo capítulo.

5.11.1 Eje

En la situación de control este sistema no presenta problemas. Para las situaciones futuras, hay que considerar que el funcionamiento del Eje no es independiente de los demás sistemas, es decir, sus demandas se sirven con aguas propias y aguas procedentes del resto de los sistemas. Por esta razón, y por su doble regulación, es el sistema menos afectado de los considerados y, salvo para las proyecciones ETH, KNMI y UCM, no presenta problemas ante la alteración de las aportaciones. El resultado de estas proyecciones debe considerarse viendo conjuntamente su efecto en el resto de las zonas.

5.11.2 Margen Derecha

En este sistema tanto la situación de control, como las resultantes de cualquiera de las proyecciones hidrológicas, no son buenas. Presentan problemas de intensidad muy seria asociados a vulnerabilidad del sistema que, con su baja fiabilidad, puede producir escasez de agua. Las soluciones que perfila el análisis consisten en obras de regulación globales de carácter interanual y la movilización de recursos adicionales internos. Estas elecciones responden a los valores del indicador de sostenibilidad para cualquier situación, que se encuentran en un intervalo entre 0.6 y 0.7, indicando margen para un mayor aprovechamiento de los recursos; y a los bajos valores de los indicadores de satisfacción, calidad y recuperación, cuya mejora obliga a un incremento de la regulación.

5.11.3 Margen Izquierda 1

En la Margen Izquierda 1 la situación de control no presenta problemas.

Con las proyecciones B2 CEDEX los problemas son de intensidad media, salvo para la proyección CB que no presenta problemas. La solución consiste en acciones no estructurales para mitigar los impactos.

Con las proyecciones A2 CEDEX, la proyección HA no presenta problemas y el resto presenta problemas de intensidad media, más graves para las proyecciones PA y SA. Para estas dos proyecciones las soluciones, además de acciones no estructurales, requieren obras de regulación globales de carácter anual.

Las situaciones resultantes con las proyecciones A2 PRUDENCE son más variadas y además de problemas de intensidad media, aparecen problemas de intensidad seria, para las proyecciones KNMI y UCM, y muy seria para la proyección ETH. En estos tres casos, serían precisas obras de regulación globales de carácter anual e interanual y la movilización de recursos adicionales dentro de la cuenca.

	Eje		Margen Derecha		Margen Izquierda 1		Margen Izquierda 2			
	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución		
	Ctl	sin problema	1 - 2	B3 - C1	sin problema	sin problema	sin problema	sin problema		
A2 PRUDENCE	Proyección	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	
	DMI1	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	DMI2	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	DMI3	sin problema		1 - 2	B2	1 - 2	B2	sin problema		
	ETH	2 - 3	A - B1 - D	1 - 2	B3 - C1	1 - 2	B3 - C1	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	
	GKSS	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	ICTP	sin problema		sin problema		sin problema		sin problema		
	KNMI	2 - 3	A - B1 - D	1 - 2	B2 - C1	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	
	MPI	sin problema		1 - 2	B2	1 - 2	B2	1 - 2	A - B2	
	SMHI	sin problema		1 - 2	B2	2	A - D	2	A - D	
UCM	2 - 3	A - B1 - D	1 - 2	B2 - C1	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	1 - 2 - 3	A - B2 - C2		
PRUDEN	sin problema		2	D	2	D	sin problema			
A2 CEDEX	Proyección	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	
	CA	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	EA	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	HA	sin problema		sin problema		sin problema		sin problema		
	PA	sin problema		1 - 2	B2	1 - 2	B2	1 - 2 - 3	A - B2 - C2	
	SA	sin problema		1 - 2	B2	2	A - D	2	A - D	
	UA	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	MedA	sin problema		2	D	2	D	sin problema		
	B2 CEDEX	Proyección	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución	Problema	Solución
		CB	sin problema		sin problema		sin problema		sin problema	
EB		sin problema		2	D	2	D	sin problema		
HB		sin problema		2	D	2	D	sin problema		
PB		sin problema		2	D	2	D	sin problema		
SB		sin problema		2	D	2	D	sin problema		
UB		sin problema		2	D	2	D	sin problema		
MedB	sin problema		2	D	2	D	sin problema			

Problemas muy serios
 Problemas serios
 Problemas medios
 Sin problemas

Figura 49. Cuadro de diagnóstico en las distintas zonas de la cuenca con todas las proyecciones

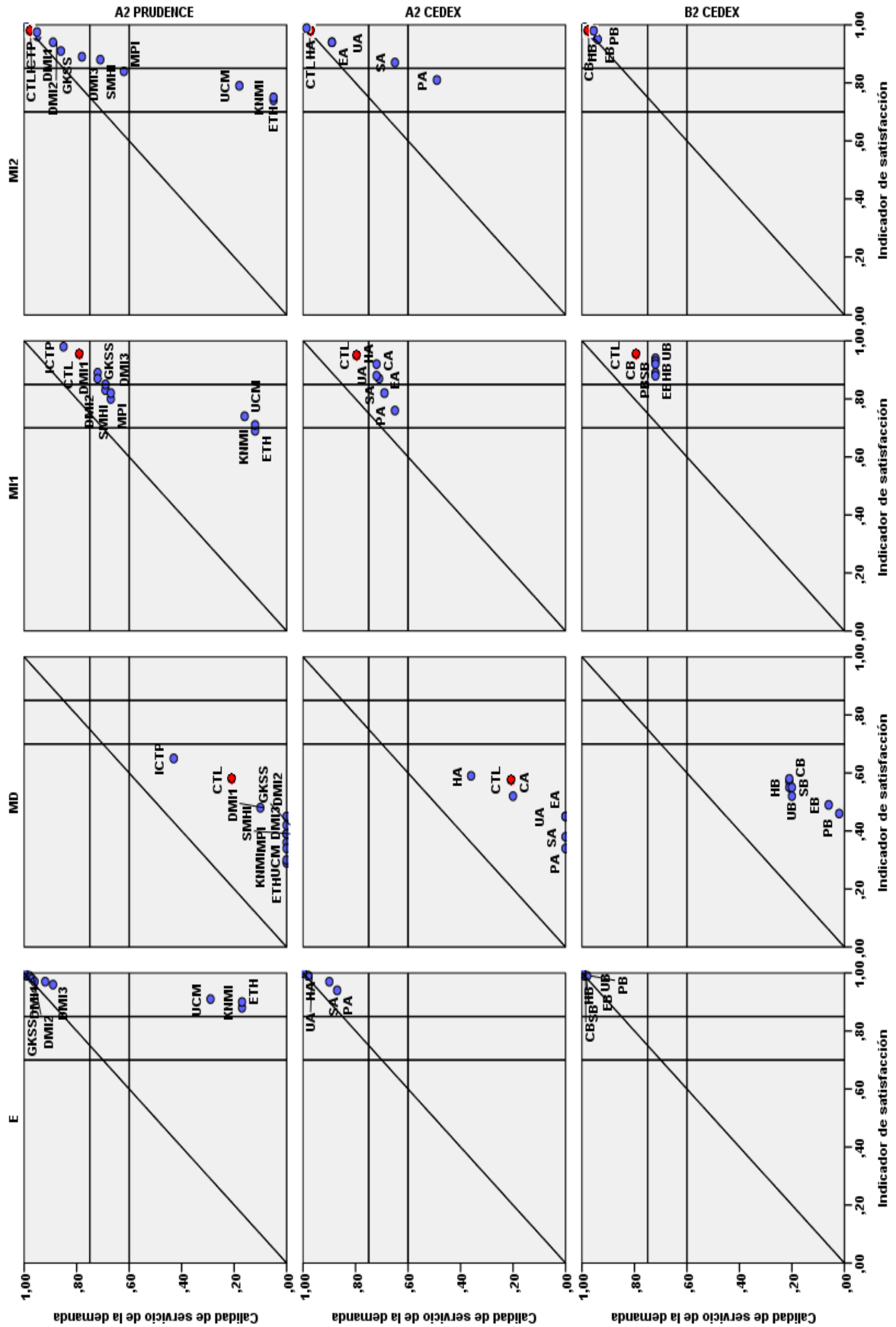


Figura 50. Diagnóstico gráfico en las distintas zonas de la cuenca con todas las proyecciones

5.11.4 Margen Izquierda 2

Tanto para la situación de control, como para las resultantes de las proyecciones B2 CEDEX no aparecen problemas.

Las situaciones resultantes de las proyecciones A2 CEDEX, tienen problemas de intensidad media con la proyección SA y seria con la proyección PA. Con la proyección SA se requieren actuaciones sobre las demandas y acciones no estructurales para mitigar los impactos. Con la proyección PA se necesita, además de acciones no estructurales, obras de regulación globales de carácter anual y recursos adicionales externos.

Las proyecciones A2 PRUDENCE presentan situaciones sin problemas, de intensidad media y seria. Las proyecciones ETH, KNMI y UCM requieren las mismas soluciones que la proyección PA. La proyección SMHI requiere la misma solución que la proyección SA. La solución a la situación planteada por la proyección MPI es la gestión de la demanda junto con acciones no estructurales.

5.12 *Análisis gráfico de la evolución del sistema en riesgo climático*

En la Figura 50, se incluye el resultado de la evolución del sistema con su configuración actual bajo condiciones de cambio climático. Se trata de una imagen que puede resumir el efecto de este fenómeno en el sistema.

5.13 *Limitaciones de la metodología*

En los estudios realizados se ha planteado únicamente el cambio en el valor de la aportación media anual y, en algunos casos, de su coeficiente de variación, y los valores adoptados han sido idénticos para toda la cuenca. Se ha partido de las series de aportaciones correspondientes al periodo actual, aplicando una transformación sencilla que altera los valores anuales, pero deja inalterado el reparto mensual dentro de cada año. En realidad, el cambio climático supondrá la alteración de todos los aspectos de las series de aportaciones, y afectará de manera diferente a las distintas zonas de la cuenca. En la actualidad no se dispone de series mensuales fiables con la necesaria resolución espacial y temporal para poder incluirlas en el modelo, pero en un futuro sería muy apropiado poder tener en cuenta la heterogeneidad espacio-temporal del cambio climático en la cuenca.

Se ha planteado el análisis del funcionamiento de los sistemas en su configuración actual (infraestructura y demandas), bajo las aportaciones correspondientes a escenarios de cambio climático. En realidad, el cambio climático no se materializará como un cambio brusco, sino como una transición suave, a lo largo de muchos años, en los que se irán modificando progresivamente las aportaciones y demandas. Los gestores de los sistemas podrán ir adaptando su configuración al cambio en la situación, modificando demandas, infraestructura y reglas de operación para conseguir el mejor servicio posible. Por tanto, los resultados obtenidos no deben entenderse directamente como una

estimación de impactos, sino como un índice de riesgo o exposición al cambio climático.

Los modelos de optimización permiten encontrar automáticamente la gestión óptima del sistema de acuerdo a un criterio matemático especificado, y calcular los flujos y almacenamientos de agua en tal situación. Se trata de una contabilidad global, cuya finalidad es realizar un primer encaje del funcionamiento del sistema. Si se empleara un modelo de simulación, el gestor podría especificar las reglas que, en su experta opinión, conducen a la mejor explotación del sistema. En general, se suelen conseguir mejores resultados con modelos de simulación adecuadamente calibrados que con modelos de optimización. Por su parte, los modelos de simulación requieren una representación más detallada del sistema de recursos hídricos que los modelos de optimización, y utilizan más tipos de elementos, cuyas características físicas deben describirse con un mayor detalle. También se les deben suministrar las reglas de operación para cada elemento y para el sistema como un todo.

La metodología es sensible a la escala de análisis. El esquema de trabajo se basa en el análisis de los resultados de las optimizaciones realizadas con un modelo del sistema de recursos hídricos. Estos resultados dependen de la escala de análisis. A medida que se va ampliando el tamaño de la cuenca crece la complejidad del modelo. Para simplificarlo se agrupan puntos de entrada de aportaciones, embalses y demandas, con lo que se altera el funcionamiento del sistema, lo que repercute en los resultados obtenidos. En consecuencia, es posible que la curva suministro-garantía pueda ir variando a medida que cambia la escala de análisis. Por este motivo, es conveniente tomar conciencia de las limitaciones que supone este tamaño de escala, y elegir coherentemente el criterio de garantía con el que se estudia la calidad del servicio. Este criterio debe ser razonable con el tipo de demanda y debe permitir una graduación en la respuesta del sistema. Con este análisis se determina la respuesta del sistema por zonas

Los indicadores de calidad de servicio y potencial de recuperación no responden bien a cambios fuertes. La metodología de clasificación de Martín Carrasco fue desarrollada para el análisis en un contexto de planificación hidrológica, con aportaciones estacionarias y ligeros cambios en las demandas e infraestructura. En un contexto de cambio climático, las variaciones de las aportaciones pueden ser muy fuertes y, en algunos casos, el indicador de calidad de servicio y el indicador de potencial de recuperación del sistema presentan una saturación muy rápida. Muchas demandas se alejan significativamente de la situación de garantía aceptable, con lo que la calidad de servicio y el potencial de recuperación caen prácticamente a cero. En estos casos, no puede establecerse una gradación entre los distintos escenarios analizados, porque todos presentan valores similares de los indicadores. Podría ser conveniente analizar nuevos indicadores que permitieran establecer esta gradación.

La metodología no permite concretar y cuantificar las medidas de adaptación. Únicamente se puede indicar una posible línea de acción, a las vista del diagnóstico del sistema a través de los indicadores. La especificación detallada de las acciones de adaptación requeriría poder introducir cambios en la configuración del sistema y volver a aplicar la metodología de diagnóstico para comprobar su efecto. Estas tareas han quedado fuera del alcance de la tesis.

6 CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones del caso de estudio

A continuación se sintetizan los principales resultados obtenidos en el caso de estudio:

1. *Los indicadores empleados son apropiados para caracterizar el funcionamiento del sistema.* Los resultados de este estudio están condicionados por la precisión del modelo de optimización que representa la realidad del sistema. Al obtener en el diagnóstico de la situación de control resultados similares a los recogidos en los estudios técnicos específicos realizados con motivo de la elaboración del PHN, se tiene una garantía de la validez de los indicadores como descriptores del funcionamiento futuro del sistema hidráulico.

2. *Se aprecia gran dispersión en el comportamiento de los sistemas de recursos hídricos.* La selección de proyecciones climáticas e hidrológicas que se ha realizado en el caso de estudio, responde a las últimas investigaciones llevadas a cabo por la AEMET y el CEDEX en esta materia, y a un proyecto europeo de gran envergadura, PRUDENCE, en el que han participado diferentes instituciones europeas. En esta tesis, el cambio de las aportaciones, en media y coeficiente de variación anuales, son las alteraciones hidrológicas que se han considerado más adecuadas para medir el impacto del cambio climático en el ciclo hidrológico y trasladar su efecto a los sistemas de aprovechamiento hídrico. El resultado del análisis ha puesto de manifiesto una gran dispersión en el comportamiento de los sistemas de recursos hídricos, fruto de la gran incertidumbre que acompaña actualmente a las proyecciones hidrológicas.

3. *El grado de impacto del cambio climático es variable, pero puede afirmarse que los todos los sistemas se verán afectados en mayor o menor medida.* Se ha comprobado que el funcionamiento de la infraestructura hidráulica es sensible a la reducción de las aportaciones y al cambio del coeficiente de variación de las mismas. Salvo para dos de las proyecciones hidrológicas consideradas, que contrariamente al resto suponen un aumento de los recursos, el valor del indicador de satisfacción desciende en todos los casos. Este esquema de respuesta se repite en las modificaciones del indicador de calidad de servicio.

4. *La metodología propuesta es sensible al escenario de emisiones considerado y al tipo de alteración producida en las aportaciones.* Los escenarios de emisiones más acusados (emisiones más cuantiosas) producen alteraciones más importantes que tienen, hasta cierto límite, menos incidencia en sistemas más regulados. Los descensos del indicador de satisfacción son más acusados para las proyecciones relativas al escenario de emisiones A2 (severo) que B2 (moderado), y menos importantes para las proyecciones A2 y B2 CEDEX, donde sólo se produce cambio en la cuantía de las aportaciones, que para las proyecciones A2 PRUDENCE en las que además cambia la variabilidad.

5. *La metodología propuesta permite tomar en consideración la influencia del grado de regulación del sistema en los impactos que produce el cambio climático.* Los cuatro tipos de sistemas analizados, correspondientes a las distintas zonas en las que se ha

desagregado la cuenca, tienen respuestas marcadamente distintas a las mismas solicitudes hidrológicas. Por tanto, la metodología propuesta para el estudio es sensible al grado regulación del sistema.

6. *La metodología propuesta permite identificar estrategias de adaptación al cambio climático.* Las políticas de adaptación vienen matizadas por el indicador de sostenibilidad y el indicador de potencial de recuperación del sistema. En aquellos sistemas en los que el indicador de sostenibilidad lo permite, se puede incrementar el aprovechamiento de los recursos propios con medidas estructurales que aumenten la disponibilidad. Donde sea viable la adaptación, el nivel de exigencia de las medidas a tomar será inferior cuanto mayor sea el indicador de recuperación. Desde luego, los resultados obtenidos identifican políticas de adaptación diferentes en función de las características del sistema.

Como conclusión general, puede afirmarse que la aplicación de la metodología en la cuenca del Ebro avala su uso para identificar y evaluar políticas de adaptación de los sistemas de recursos hídricos al cambio climático.

6.2 Conclusiones generales

Aceptado que el cambio climático es un proceso en marcha y que es necesario integrar sus impactos en las decisiones de planificación hidrológica, se deben establecer procesos para estudiar el efecto de los cambios hidroclimáticos en el funcionamiento de los sistemas de recursos hídricos. Con esta finalidad se ha propuesto una metodología general de análisis de sistemas de recursos hídricos, para identificar y evaluar acciones estratégicas de adaptación al cambio climático ante situaciones de déficit estructural. A partir de la reflexión realizada sobre el tema y de los resultados obtenidos en el caso de estudio, se ha llegado a las conclusiones generales que a continuación se enumeran.

La metodología propuesta:

1. *Sirve para caracterizar el funcionamiento del sistema en una gran cantidad de situaciones, ayudando a definir objetivamente políticas de adaptación.* Hay que considerar que la incertidumbre de las proyecciones climáticas condiciona de forma importante el proceso de toma de decisiones de adaptación al cambio climático. La metodología propuesta, basada en el empleo de indicadores de eficiencia, permite caracterizar de manera sencilla el funcionamiento del sistema para una gran variedad de situaciones. Sin el empleo de este tipo de herramientas es difícil alcanzar resultados objetivos, aunque se cuente con datos concretos de las condiciones de suministro, los recursos disponibles y la capacidad del sistema. Los indicadores de eficiencia permiten realizar una síntesis de la información, que lleva a identificar políticas de actuación para atenuar la escasez, consecuencia del cambio climático.

2. *Es flexible.* Se pueden adaptar sus criterios de diagnóstico e identificación de soluciones a los objetivos de la política hidráulica de la cuenca, a las exigencias de los usuarios y a las necesidades ambientales de la zona.

3. *Permite comunicar de forma sencilla resultados y objetivos.* Como se ha indicado anteriormente, los indicadores de eficiencia sintetizan la información necesaria en la

toma de decisiones de adaptación del uso del agua al cambio climático. En el sector del agua hay numerosas partes implicadas, con intereses muchas veces en conflicto, que necesitan sistemas de ayuda que les permitan conocer los problemas para llegar a un compromiso. Los indicadores de eficiencia, cuyo uso se propone, al considerar simultáneamente los recursos naturales disponibles, los aspectos básicos del suministro y los potenciales del sistema, pueden ser de ayuda para alcanzar estos acuerdos.

4. *Puede aplicarse a cualquier hipótesis de evolución hidroclimática.* El efecto hidroclimático del calentamiento global en esta tesis, se ha concretado en alteraciones de la media interanual de las aportaciones o de su coeficiente de variación. En el caso de estudio se ha optado por utilizar resultados de proyecciones climáticas e hidrológicas de estudios anteriores. Si se ofreciera mayor credibilidad a otras hipótesis de evolución hidroclimática, su consideración en la metodología permitiría cuantificar el rendimiento del sistema con otras solicitaciones hidrológicas.

5. *Es sensible a cambios en la variabilidad hidrológica.* La consideración de cambios en la variabilidad hidrológica supone una fuente más de incertidumbre. Sin embargo, la aplicación de los indicadores de eficiencia pone de manifiesto la sensibilidad del sistema hidráulico al cambio del coeficiente de variación anual y, por tanto, las alteraciones de las aportaciones que consideran cambios en este parámetro son más ilustrativas para estudiar los efectos del cambio climático.

6. *Permite adelantarse a posibles situaciones de escasez en la administración y gestión del agua.* El análisis de tendencias climáticas y la consideración de proyecciones climáticas en la diagnosis de los sistemas de recursos hidráulicos, sirve para llamar la atención sobre la necesidad, o no, de tomar iniciativas dirigidas a reducir posibles déficits en el suministro futuro.

7. *Permite estimar la sensibilidad de cada sistema al cambio climático y establecer prioridades para actuar preferentemente en los sistemas más sensibles.* Desde el punto de vista de la configuración de los sistemas, se ha verificado que los distintos sistemas responden de manera diferente a las alteraciones climáticas, en función de la capacidad de regulación y la distribución de demandas.

8. *Tiene criterios de análisis que permiten discernir cuando son necesarios los diferentes tipos de medidas que pueden adoptarse.* Algunas de las estrategias de adaptación son más intensivas en el uso de recursos hídricos que otras. Inicialmente, el primer esfuerzo de adaptación debe estar dirigido a reducir la demanda de agua; sin embargo, en función de la gravedad del problema, de las características del sistema y de los recursos disponibles, pueden ser necesarias, y aceptables, medidas del lado de la oferta.

6.3 Aportaciones originales de la tesis

Las aportaciones originales de la tesis son las siguientes:

1. *Proponer y validar una metodología original para el análisis de sistemas de recursos hídricos en riesgo climático.* Esta metodología constituye una novedad en España, donde han sido escasos los estudios realizados para conocer los posibles efectos del

cambio climático en los recursos hídricos y muy pocos los que planteen una metodología de análisis del fenómeno.

2. *Integrar los resultados de diferentes estudios existentes en gestión de recursos hídricos y cambio climático para obtener resultados sobre comportamiento de los sistemas a muy largo plazo, contabilizando el efecto del cambio climático en la disponibilidad de recursos.* La evaluación integrada y la cuantificación detallada de los impactos producidos por el cambio climático requiere la utilización secuencial de diversos modelos, climáticos, hidrológicos y de gestión, que hayan sido validados en los últimos años por su uso habitual en las labores de planificación hidrológica. En esta tesis, se ha conseguido integrar toda esta diversidad de estudios en un marco unificado.

3. *Diagnosticar el funcionamiento futuro de cuatro sistemas hidráulicos de la cuenca del Ebro bajo 25 proyecciones hidrológicas diferentes y realizar propuestas de estrategias de adaptación.* La aplicación realizada de la metodología ha permitido obtener una gran riqueza de resultados que ayuda a mejorar el conocimiento del comportamiento de este sistema en riesgo climático

6.4 Futuras líneas de investigación

Para continuar el caso de estudio, se puede volver a aplicar la metodología considerando las modificaciones que sugieren las alternativas de adaptación. La traducción de las políticas de adaptación identificadas en este trabajo, a medidas concretas que modifiquen la configuración de los sistemas de explotación es una línea de trabajo potencialmente muy provechosa. En una primera fase se puede plantear el objetivo de cuantificar las acciones necesarias para alcanzar un objetivo determinado en un sector concreto, independientemente del coste económico. Por ejemplo, reducir la demanda de riego para alcanzar un valor determinado del índice de satisfacción de las demandas. Para ello se pueden plantear metodologías de búsqueda automática, como los métodos de gradiente. En una segunda fase se podrían incluir aspectos económicos, valorando el coste de la adaptación frente al coste de pérdida de rendimiento del sistema. Ante el déficit estructural de agua es necesario determinar qué usos del agua se quieren garantizar y cuáles pueden ser tolerantes a la falta de agua. Un modelo de utilidad, complementario al modelo de optimización, permitiría caracterizar en términos de utilidad (o económicos) las opciones de adaptación.

Dada la vigencia e importancia del tema tratado, procedería extender el uso de esta metodología al estudio del impacto del cambio climático en otras cuencas, nacionales o internacionales. Los resultados podrían facilitar estudios comparativos, para resaltar las zonas más sensibles al cambio climático como áreas de especial interés en la adaptación. Desde el punto de vista comparativo, puede ser interesante adaptar esta metodología a regiones más grandes, en las que no resulte viable realizar modelos detallados de simulación del comportamiento del sistema, bien porque no se disponga del conocimiento de la infraestructura y las demandas de la cuenca, o porque el tamaño de la cuenca lo haga inabordable. En estos casos deberían plantearse modelos simplificados, para lo cual debe adaptarse la definición de los indicadores a emplear.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMET. (2008). Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España. VV.AA. Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Alcamo, J. et al. (2000). *World Water in 2025*. World Water Series Report nº 2. Kassel, Centro de Investigación de Sistemas Ambientales, Universidad de Kassel.
- Amarasinghe, U. A., L. Mutuwatta, and R. Sakthivadivel. (1999). Water scarcity variations within a country: A case study of Sri Lanka. Research Report 32. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Andreu, J., editor (1992a). Conceptos y métodos para la planificación hidrológica. Universidad Politécnica de Valencia.
- Andreu, J., (1992b). Manual de Usuario de Optiges. Universidad Politécnica de Valencia.
- Arama, G., M. Dechesna. (2008). *New solutions for water supply management in a climate change context*.
- 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. *Tecnoambiente*, N°64: 43-48.
- Balairón Pérez, L. (2000). Gestión de recursos hídricos (1st ed.). Barcelona: UPC.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds. (2008). *El Cambio Climático y el Agua*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 pp.
- Brekke, L.D. et al. 2009. Climate change and water resources management - A federal perspective: U.S. Geological Survey Circular 1331, 65 p. Texto completo: <http://pubs.usgs.gov/circ/1331/>
- Carter, T.R., Parry, M.L., Harasawa, H. and Nishioka, S. (1994). *IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations*. Department of Geography, University College London, UK.
- CCE. (2007). Comisión de las Comunidades Europeas. *Libro Verde. Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE*. 29-06-2007 (COM (2007) 354 final) Texto completo: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0354:FIN:ES:PDF>
- CCE. (2007). Comisión de las Comunidades Europeas. *Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea*. 18-07-2007 (COM (2007) 414 final) Texto completo: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0414:FIN:ES:PDF>
- CCE. (2009). Comisión de las Comunidades Europeas. *Libro Blanco. Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación*. 01-04-2009 (COM (2009) 147 Final) Texto completo: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ES:PDF>
- CE. (2000). Directiva 2000/60/CE del Parlamento y Consejo Europeo de 23 de octubre de 2000 estableciendo un Marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Texto completo: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:ES:HTML>
- CEDEX. (1997). *Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y las demandas de riego en determinadas regiones de España*. Informe técnico para el Ministerio de Medio Ambiente de España. Madrid.
- CEDEX. (2009). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural en España*. VVAA. Informe técnico para el Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

CMCC. 2004. Carpeta de Información sobre Cambio Climático. PNUMA y UNFCCC [en línea]. Texinfo. [ref. de 22 febrero 2007]. Texto completo:

http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2004_sp.pdf

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo & Brundtland, G. H. (1989). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza Editorial.

Cosgrove, W. J., Rijsberman, F. R., & World Water Council. (2000). *World water vision: Making water everybody's business*. London: Earthscan.

Criado Herrero, R. et al. (2008). *El cambio climático en España y sus consecuencias en el sector del agua*. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos; Aqualia Gestión Integral del Agua, S.A., 2008. 339 pp.

Dessai, S. and M. Hulme. (2004). *Does climate adaptation policy need probabilities?* *Climate Policy* 4: 107-128.

Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. (2000). *El Libro Blanco del agua en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.

DÖLL, P. 2002. Impact of Climate Change and Variability on Irrigation Requirements: A Global Perspective. *Climatic Change* 54(3): 269 – 292.

EEA. (2005). Technical report No 7/2005. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. 79 pp.

EEA. (2007). Technical report No 2/2007. *Climate change and water adaptation issues*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007. 110 pp.

Estrada Lorenzo, F. (1998). *Garantía en los sistemas de explotación de los recursos hidráulicos*. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del MOPT.

Estrela, T. (1993). *Modelos matemáticos para la evaluación de recursos hídricos*. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del MOPT.

Estrela, T. (1993). *Metodologías y recomendaciones para la evaluación de recursos hídricos*. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del MOPT.

Estrela, T, Marcuello y M. Dima. (2000). *Las aguas continentales en los países mediterráneos de la Unión Europea*. MF y MMA, Madrid.

Falkenmark, M. et al. (1989). *Macro-scale Scarcity Requires Micro-scale Approaches: Aspects of Vulnerability in Semi-arid Development*. *Natural Resources Forum*. Vol. 13, nº 3.

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.

Fernández Latorre. (2005). *Indicadores de sostenibilidad y medio ambiente: métodos y escalas*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Ferrer, J. 1991. *Curso sobre modelos de gestión de sistemas hídricos*. CEDEX, Madrid.

Fowler, H. J., Kilsby, C. G. and O'Connell, P. E. 2003. Modeling the impacts of climatic change and variability on the reliability, resilience, and vulnerability of a water resource system. *Water resources research*. Vol 39, No. 8, 1222.

Gallopin, G.C. and Rijsberman, F. (2000). *Three global water scenarios*. *International Journal of Water* 1. 16 – 40

Garen, D. C. 1993. Revised Surface Water Supply Index (SWSI) for Western United States. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 119 (4), 437-454.

Garrote L., Rodríguez I. y Estrada F. (1999). *Una evaluación de la capacidad de regulación de las cuencas de la España Peninsular*. VI Jornadas Españolas de Presas. Vol. 2, 645 - 656.

Gleick, P. H. (2000). *Tendencias del Agua: Una Revisión de las Proyecciones Globales de los Recursos Hidráulicos*. The World's Water 2000 - 2001. The Biennial Report on Fresh Water Resources. Island Press. Washington, D. C. Pp. 39 - 61.

González Zeas, D.P. (2010). *Análisis Hidrológico de los Escenarios de Cambio Climático en España*. Tesina fin de Master. Universidad Politécnica de Madrid

Hernández Barrios, L. (2007). *Efectos del cambio climático en los sistemas complejos de recursos hídricos. Aplicación a la cuenca del Júcar*. Tesis Doctoral. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.

IPCC. (1997). *Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, D.J. Griggs y K. Maskell (Eds.).

IPCC. 2000. Special report on emissions scenarios, Nakicenovic, N., and Swart, R., eds. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. Texto completo:
<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/>

IPCC. (2000). *Resumen para responsables de políticas del Informe especial de escenarios de emisiones*. Nakicenovic, N., and Swart, R., eds. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.

IPCC. (2001). *Cambio climático 2001: La Base Científica*. Parte de la contribución del Grupo de trabajo I al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. J. T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden y D. Xiaosu (Eds.).

IPCC. 2005. Guidance notes for lead authors of the IPCC fourth assessment report on addressing uncertainties: Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, Texto completo:
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-uncertaintyguidancenote.pdf>.

IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.

IPCC. (2007a). *Climate change 2007: The physical science basis*. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., and Miller, H.L., eds., Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. Texto completo:
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>

IPCC. (2007a). *Summary for Policymakers. Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. (2007a). *Resumen técnico. Cambio Climático 2007: Base Física de la Ciencia*. Aportes del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos.

IPCC. (2007b). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., and Hanson, C.E., eds., Contribution of Working Group II to the

Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. Texto completo: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>

IPCC. (2007b). *Resumen para responsables de políticas. Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

IUCN. 2003. *Adaptación de la Gestión de los Recursos Hídricos al Cambio Climático*. Water & Nature Initiative. Texto completo: <http://www.waterandnature.org>

Keller, A., Sakthivadivel, R., Seckler, D. (2000). *Water scarcity and the role of storage in development*. (Research report 39). Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), vii, 20pp.

Lama Pedrosa, B. y Garrote, L. (2007). *Análisis de los recursos hídricos en los escenarios de cambio climático en España*. V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Desarrollo y sostenibilidad en el Marco de la ingeniería.

Lorenz, C. M. (1999). *Indicators for sustainable management of rivers*. PhD thesis. Vrije Universiteit, Amsterdam

Loucks, D.P. et al. (1981). *Water resource systems planning and analysis*. Prentice Hall Inc., New Jersey, 559 pp.

MARMA. (2008). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: PNACC*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de Publicaciones, D.L. 2008. 20 pp.

MARMA. (2008). *Primer Informe de seguimiento sobre el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Oficina Española de Cambio Climático. Secretaría de Estado de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MARMA. (2008). ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.

Martín-Carrasco, F.J. y Garrote de Marcos, L. (2004). Apoyo para la asignación y reserva de recursos en la planificación de los sistemas hídricos. II Congreso Internacional de Ingeniería, Territorio y Medio Ambiente.

Martín-Carrasco, F.J., Garrote, L., Mediero, L. (2007). Drought-induced water scarcity in water resources systems, Extreme hydrological events: new concepts for security. NATO Science Series. IV: Earth and Environmental Sciences. Vol. 78, pp. 301-312, Springer-Verlag, Dordrecht, Holland.

MMA. (2000). *Plan Hidrológico Nacional*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

MMA. (2000). *Plan Hidrológico Nacional. Análisis de los Sistemas Hidráulicos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

MMA. (2005). *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por efecto del Cambio Climático. Proyecto ECCE - Informe final*. VVAA. Madrid: Secretaría general Técnica del Ministerio de Medio Ambiente, Centro de Publicaciones 2005. 822 pp.

MMA. (2005). *Principales Conclusiones de la Evaluación Preliminar de los Impactos en España por efecto del Cambio Climático: Proyecto ECCE*. Moreno Rodríguez, J. M. (dir./coord.) Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Centro de Publicaciones, 2005.

MMA. (2007). *El cambio climático en España*. Estado de la situación. Documento resumen.

MMA/INM. (2007). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Primera fase. [en línea]. Texinfo. [ref. de 24 abril 2007]. Texto completo: http://www.inm.es/web/izq/noticias/meteoroti/pdf/Escenarios_20070402.pdf

Molle, F., P. Mollinga. (2003). *Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues*. *Water Policy* 5: 529 – 544.

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Naciones Unidas. (1992). UNCED. *Agenda 21: Program of Action for Sustainable Development*. United Nations Conference on Environment and Development, 3-14 June, Rio de Janeiro, Brazil.

Naciones Unidas. (2000). Resolución aprobada por la asamblea general: Declaración del Milenio 13-09-2000 (A/RES/55/2). New York: ONU.

Naciones Unidas. (2001). Aplicación de la Declaración del Milenio: Los Objetivos de Desarrollo del Milenio y el papel de las Naciones Unidas. New York: ONU.

Nadal, E. 1993. Introducción al análisis de la planificación hidrológica. MOPT, Madrid.

National Research Council. (1998). *Decade to century scale climate variability and change: A science strategy*. Washington, D.C., National Academies Press, 160 pp.

National Research Council. (2006). *Surface temperature reconstruction for the last 2,000 years*. Washington, D.C., National Academies Press, 160 pp.

OCDE. (1993). *Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. OCDE Environment Monographs. No.83. Paris 1993.

OCDE. (1998). Recommendation of the Council on Environmental Information (Adopted by the Council at its 922nd Session on 3 April 1998). Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, París.

OCDE.(1998). *Environmental Indicators. Towards Sustainable Development*. Paris. 1998.

OCDE. (2001). *Environmental Indicators. Towards Sustainable Development*. Paris. 2001.

OCDE. (2001). *Key Environmental Indicators*. Paris. 2001.

Ohlsson, L. (1998). *Water and Social Resource Scarcity*. An issue paper commissioned by the FAO AGLW (Rome) (1998). Also one of three papers distributed for discussion on the FAO AGLW second email-conference on managing water scarcity, WATSCAR II, Summer 1998.

Ohlsson, L. (1999). *Environment, Scarcity, and Conflict - A study of Malthusian concerns*. PhD dissertation, Dept. of Peace and Development Research, University of Goteborg.

OMS/UNICEF. (2000). Informe Mundial sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento 2000. Ginebra, Organización Mundial de la Salud/NY, Fondo de Naciones Unidas para la Infancia.

ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). (2003). *1er Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida*. París, Nueva York y Oxford. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y Berghahn Books.

ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). (2009). *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a changing World*. Paris and London. UNESCO (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and Earthscan.

Parry, M. and Carter, T. (1998). *Climate Impact and Adaptation Assessment: A Guide to the IPCC Approach*. Earthscan, London.

Perry, C. 1998. The IWMI water resources paradigm: Definitions and implications. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka.

PNUD. 2008. Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido.

PNUMA. (2004). *Informe anual del PNUMA 2004*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

PRUDENCE. (2001). *Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects*. Project EVK2-CT2001-00132 in the EU 5th Framework program for Energy, environment and sustainable development. Texto completo: <http://prudence.dmi.dk/>

Raskins, P. (1997). *Water Futures: Assessment of long-range patterns and problems. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*, Stockholm Environment Institute (SEI) (1997). With contributions from Peter Gleick, Paul Krishen, Gill Pontius and Kenneth Strzepek

Revenga, C., J. et al. (2000). *Pilot analysis of global ecosystems (PAGE): freshwater systems*. Washington DC: World Resources Institute.

Rijsberman, F.R. (2006). *Water scarcity: Fact or fiction?* Agricultural Water Management. Vol. 80, num 1-3, 5-22 pp.

Robinson, J. (1990). *Futures under glass: a recipe for people who hate to predict*. Futures October 1990.

Rodríguez Medina, I. (2004). *Sensibilidad de los sistemas de explotación de recursos hídricos frente al cambio climático en España*. Tesis Doctoral. ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.

Seckler, D. (1992). *The Sardar Sarovar Project in India: A commentary on the report of the independent review*. Discussion Paper No. 8, July 1992, Center for Economic Policy Studies, Water Resources and Irrigation Policy Program, Winrock International Institute for Agricultural Development. Winrock International. Arlington, Virginia, USA.

Seckler, D. (1996). *The new era of water resources management: From "dry" to "wet" water savings*. IWMI Research Report 1. International Water Management Institute. Colombo, Sri Lanka

Seckler, D., et al. (1998). *World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and issues*. Research Report 19. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

Shiklomanov, I. A., & International Hydrological Programme. (1998). *World water resources: A new appraisal and assessment for the 21st century*. Paris: UNESCO.

Sullivan, C. (2002). *Calculating a Water Poverty Index*. World Development Vol. 30, No. 7, pp. 1195 – 1210.

UNEP. (2008). *Vital Water Graphics - An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. 2nd Edition*. UNEP, Nairobi, Kenya.

UNEP/IVM. (1998). *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*. UNEP to the Parties to the UNFCCC. UNEP Headquarters, Nairobi and Institute for Environmental Studies (IVM), Amsterdam.

UNESCO, Expoagua Zaragoza 2008, S. A., & Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. (2006). *El agua, una responsabilidad compartida: 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Zaragoza: Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza 2008.

Warwick, C., Bakker, K., Downing T. and Lonsdale, K. (2003). *Scenarios as a tool in water management: considerations of scale and application*. Alsarhan, A. S. and Wood, W. W. (eds) Water Resources Perspectives: Evaluation, Management and Policy Amsterdam: Elsevier.

WSM. (2005). *Water Management Methodologies for Water Deficient Regions in Southern Europe*. Water Strategy Man. Project EVK1-CT-2001-00098 in the EU 5th Framework program for Energy, environment and sustainable development. Texto completo:
<http://environ.chemeng.ntua.gr/wsm/>

ANEXO A

ELEMENTOS DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO

ÍNDICE

TABLA A. 1. DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES DE APORTACIONES CON SU APORTACIÓN MEDIA ANUAL, EN LA SITUACIÓN ACTUAL Y LAS PROYECCIONES MEDIAS MEDA, MEDB Y PRUDEN	161
TABLA A. 2. VALORES DE LOS CAUDALES MEDIOAMBIENTALES CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO	162
TABLA A. 3. CAPACIDADES MÍNIMA Y MÁXIMA DE LAS CONDUCCIONES MÁS IMPORTANTES CONSIDERADAS	163
TABLA A. 4. DENOMINACIÓN DE LOS EMBALSES QUE APARECEN EN EL MODELO	163
TABLA A. 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMBALSES CONSIDERADOS EN EL MODELO	164
TABLA A. 6. DEMANDAS AGRARIAS EN LA CUENCA DEL EBRO	166
TABLA A. 7. REPARTO MENSUAL, COEFICIENTE DE RETORNO Y ELEMENTO DE RETORNO DE LA DEMANDA AGRARIA	168
TABLA A. 8. DEMANDAS DE ABASTECIMIENTO E INDUSTRIA EN LA CUENCA DEL EBRO.....	169
TABLA A. 9. REPARTO MENSUAL, COEFICIENTE DE RETORNO Y ELEMENTO DE RETORNO DE LA DEMANDA DE ABASTECIMIENTO E INDUSTRIA	170

Tabla A. 1. Descripción de las series de aportaciones con su aportación media anual, en la situación actual y las proyecciones medias MedA, MedB y PRUDEN

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DEL MODELO	Aport. Actual	Aport. Futura	Aport. Futura	Aport. Futura
		CTL (hm ³ /año)	MedA (hm ³ /año)	MedB (hm ³ /año)	PRUDEN (hm ³ /año)
Aguas Vivas	091 AP.Agv01	27.4	19.7	23.0	19.0
Alcanadre en conf. Flumen	091 AP.Alc02	193.4	139.2	162.5	133.8
Alhama tras E. Cigudosa	091 AP.Alh01	47.3	34.1	39.7	32.7
Alhama medio	091 AP.Alh02	114.3	82.3	96.0	79.1
Ara en Jánovas	091 AP.Ara01	482.5	347.4	405.3	333.9
Aragón en conf. Iratí	091 AP.Arn01	1394.3	1003.9	1171.2	964.9
Aragón en el emb. de Yesa	091 AP.Arn02	568.7	409.5	477.7	393.6
Aragón en conf. Arga	091 AP.Arn03	1349.2	971.4	1133.3	933.7
Arba en cabecera	091 AP.Arb01	114.5	82.4	96.2	79.2
Arga en emb. Eugui	091 AP.Arg01	73.5	52.9	61.7	50.9
Cidacos	091 AP.Cid01	74.0	53.3	62.2	51.2
Cinca en emb. Grado	091 AP.Cin01	943.7	679.5	792.7	653.1
Cinca en conf. Alcanadre	091 AP.Cin03	116.5	83.9	97.9	80.6
Ciurana en el emb. Ciurana	091 AP.Ciu01	3.4	2.4	2.9	2.4
Ebro en el emb. Ebro	091 AP.Ebr01	255.9	184.2	215.0	177.1
Ebro en conf. Nela	091 AP.Ebr02	1090.6	785.2	916.1	754.7
Ebro en conf. Zadorra	091 AP.Ebr03	767.6	552.7	644.8	531.2
Ebro en conf. Gállego	091 AP.Ebr09	337.6	243.1	283.6	233.6
Ebro en emb. Mequinenza	091 AP.Ebr12	62.0	44.6	52.1	42.9
Ebro en Cherta	091 AP.Ebr15	227.8	164.0	191.4	157.6
Ega en cabecera	091 AP.Ega01	592.6	426.7	497.8	410.1
Ésera emb. Joaquín Costa	091 AP.Ese01	820.1	590.5	688.9	567.5
Flumen emb. Montearagón	091 AP.Flu01	30.5	22.0	25.6	21.1
Gállego en emb. Búbal	091 AP.Gal01	447.3	322.1	375.7	309.5
Gállego en Biscarrués	091 AP.Gal02	586.4	422.2	492.6	405.8
Guadalope emb. Calanda	091 AP.Glp01	206.1	148.4	173.1	142.6
Guadalope emb. Caspe	091 AP.Glp02	40.2	28.9	33.8	27.8
Guatizalema emb. Vadiello	091 AP.Gtz01	16.8	12.1	14.1	11.6
Iratí en emb. Itoiz	091 AP.Ira01	495.2	356.5	416.0	342.7
Iregua medio	091 AP.Ire02	7.2	5.2	6.0	5.0
Iregua en E. Glez. Lacasa	091 AP.Ire01	134.5	96.8	113.0	93.1
Jalón alto	091 AP.Jal01	121.7	87.6	102.2	84.2
Jalón bajo	091 AP.Jal03	129.4	93.2	108.7	89.5
Jiloca en cabecera	091 AP.Jil01	102.9	74.1	86.4	71.2
Martín	091 AP.Mar01	65.2	46.9	54.8	45.1
Matarraña	091 AP.Mat01	88.8	63.9	74.6	61.5
Najerilla en emb. Mansilla	091 AP.Naj01	110.4	79.5	92.7	76.4
Najerilla medio	091 AP.Naj02	162.7	117.1	136.7	112.6
N. Pallaresa en Camarasa	091 AP.Nop01	1692.3	1218.5	1421.5	1171.1
N.Ribagorzana en Canelles	091 AP.Nor01	643.5	463.3	540.5	445.3
Piedra emb. La Tranquera	091 AP.Pie01	114.6	82.5	96.3	79.3
Queiles-Val en emb. Val	091 AP.Val01	28.6	20.6	24.0	19.8
Salado en emb. Alloz	091 AP.Sal01	94.1	67.8	79.0	65.1
Segre emb. Rialp y Oliana	091 AP.Seg01	1386.2	998.1	1164.4	959.3
Segre conf. N.Ribagorzana	091 AP.Seg03	258.9	186.4	217.5	179.2
Tirón	091 AP.Tir01	188.3	135.6	158.2	130.3
Trueba en cabecera	091 AP.Tru01	13.2	9.5	11.1	9.1
Zadorra en emb. Ullivarri+Urr	091 AP.Zad01	214.0	154.1	179.8	148.1
TOTAL		16991	12233.5	14272.6	11758.2

Tabla A. 2. Valores de los caudales medioambientales considerados en el estudio

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DEL MODELO	Aportación media mensual (hm ³)											
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Aguas Vivas completo	091 CR.Agv01	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2
Alcanadre completo	091 CR.Alc02	1.9	2.3	1.9	3.2	2.3	2.9	3.0	2.1	1.4	0.7	0.8	1.4
Alcanadre - conf. Flumen	091 CR.Alc01	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Alhama completo	091 CR.Alh02	0.7	1.1	1.7	2.1	2.3	1.8	2.3	1.8	1.2	0.5	0.3	0.4
Alhama tras E. Cigudosa	091 CR.Alh01	0.2	0.3	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1
Ara completo	091 CR.Ara01	3.8	4.5	4.4	3.9	4.0	5.5	5.9	5.8	3.8	2.1	2.1	2.6
Aragón completo	091 CR.Arn03	25.3	38.2	49.3	51.9	50.0	47.9	47.7	35.6	19.8	9.7	9.6	12.4
Aragón conf. Irati	091 CR.Arn01	10.4	14.4	13.8	14.3	15.5	17.5	16.3	13.6	8.8	4.1	4.5	6.2
Aragón tras E. Yesa	091 CR.Arn02	16.5	23.9	27.3	28.9	29.8	30.7	29.0	22.8	13.8	7.0	7.0	9.1
Arba completo	091 CR.Arb01	0.8	1.1	1.0	1.5	1.4	1.6	1.6	1.1	0.6	0.1	0.1	0.5
Arga completo	091 CR.Arg02	1.0	1.5	2.3	2.2	2.1	1.9	2.0	1.5	0.9	0.5	0.5	0.5
Arga tras E. Eugui	091 CR.Arg01	0.5	0.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0.9	0.6	0.2	0.1	0.1	0.2
Cidacos completo	091 CR.Cid01	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	0.9	1.2	1.0	0.5	0.1	0.1	0.1
Cinca completo	091 CR.Cin03	22.5	24.3	21.1	22.0	21.1	27.5	29.1	28.6	20.6	12.5	13.9	17.1
Cinca medio	091 CR.Cin02	19.4	21.2	18.4	17.4	17.7	23.3	24.9	25.4	18.4	11.3	12.5	14.8
Cinca tras E. El Grado	091 CR.Cin01	8.3	8.9	7.4	7.0	7.2	9.7	10.3	10.2	7.8	5.2	5.7	6.6
Ciurana tras E. Ciurana	091 CR.Ciu01	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ebro antes de Cherta	091 CR.Ebr14	116.9	146.1	164.0	175.6	171.3	188.0	198.3	182.6	121.7	65.3	67.2	79.3
Ebro completo	091 CR.Ebr15	119.9	148.3	166.6	177.5	172.7	190.0	200.6	184.5	123.1	66.3	68.2	81.4
Ebro tras Alhama	091 CR.Ebr07	43.3	66.8	92.0	102.4	100.2	95.0	96.7	73.9	43.3	22.6	19.7	21.9
Ebro tras Cidacos	091 CR.Ebr06	17.1	27.3	40.7	48.1	47.5	45.0	46.3	36.2	22.0	12.2	9.6	9.0
Ebro tras E. Ebro	091 CR.Ebr01	1.5	2.5	3.2	3.5	3.4	3.7	3.5	2.4	1.0	0.3	0.3	0.4
Ebro tras E. Mequinenza	091 CR.Ebr12	61.5	87.9	113.3	125.7	122.9	120.7	124.0	99.0	59.5	31.2	28.4	34.6
Ebro tras E. Ribarroja	091 CR.Ebr13	116.8	146.0	163.9	175.6	171.3	188.0	198.2	182.6	121.7	65.3	67.2	79.3
Ebro tras Gállego	091 CR.Ebr09	57.2	84.5	109.8	122.6	120.2	117.5	119.5	94.5	56.3	28.8	26.2	31.5
Ebro tras Guadalupe	091 CR.Ebr11	60.6	87.2	112.9	125.1	122.6	120.2	123.0	98.4	59.2	31.0	28.3	34.0
Ebro tras Iregua	091 CR.Ebr05	13.8	22.4	33.3	40.1	39.4	37.5	37.9	29.2	17.3	9.3	7.4	6.9
Ebro tras Jalón	091 CR.Ebr08	47.4	71.5	96.8	108.8	106.5	101.4	103.5	80.1	47.4	25.0	22.1	25.3
Ebro tras Martín	091 CR.Ebr10	56.0	82.6	107.7	120.2	117.8	114.9	117.1	92.7	55.0	28.2	25.5	30.8
Ebro tras Nela	091 CR.Ebr02	6.5	10.8	15.5	19.0	18.3	17.4	17.0	13.0	7.8	4.3	3.2	3.0
Ebro tras Tirón	091 CR.Ebr04	13.3	21.4	32.2	38.9	37.7	35.3	35.5	27.2	16.2	8.9	7.1	6.6
Ebro tras Zadorra	091 CR.Ebr03	11.8	18.7	27.5	33.1	30.9	28.6	29.1	21.8	13.2	7.7	6.1	5.8
Ega completo	091 CR.Ega01	3.1	4.5	6.7	7.1	7.0	6.5	7.2	6.0	4.1	2.8	2.2	2.0
Ésera tras E. Joaquín Costa	091 CR.Ese01	7.3	7.8	6.6	6.5	6.6	8.1	8.7	9.4	6.8	4.0	4.7	5.6
Flumen tras E. Montearagón	091 CR.Flu01	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2
Gállego completo	091 CR.Gal03	7.7	10.4	10.1	10.7	10.8	12.8	12.5	11.2	6.7	2.7	3.0	7.7
Gállego tras E. Ardisa-Sotón	091 CR.Gal02	7.7	10.4	10.1	10.7	10.8	12.8	12.5	11.2	6.7	2.7	3.0	4.8
Gállego tras E. Búbal	091 CR.Gal01	3.6	4.6	3.7	3.3	3.6	5.4	5.8	5.4	3.5	1.6	1.7	2.4
Guadalupe tras E. Calanda	091 CR.Glp01	2.2	1.7	1.9	1.5	1.5	1.7	2.0	2.1	1.7	1.5	1.3	1.5
Guadalupe tras E. Caspe	091 CR.Glp02	2.6	2.1	2.3	1.8	1.7	2.0	2.4	2.5	2.0	1.7	1.6	1.8
Guatizalema tras E. Vadiello	091 CR.Gtz01	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Irati tras E. Itoiz	091 CR.Ira01	3.0	4.6	6.5	6.8	6.4	6.2	6.1	4.2	2.1	1.3	1.1	1.3
Iregua completo	091 CR.Ire02	0.5	0.9	1.1	1.1	1.7	2.2	2.4	2.0	1.2	0.5	0.3	0.3
Iregua en E. Glez. Lacasa	091 CR.Ire01	0.5	0.9	1.0	1.1	1.6	2.1	2.3	1.9	1.1	0.4	0.3	0.2
Jalón antes del Piedra	091 CR.Jal01	0.8	0.9	1.0	1.6	1.5	1.3	1.4	1.3	0.8	0.5	0.5	0.7
Jalón completo	091 CR.Jal03	3.3	3.6	3.9	4.9	4.9	4.8	5.2	5.1	3.5	2.3	2.3	2.9
Jalón después del Piedra	091 CR.Jal02	2.5	2.6	2.7	3.5	3.4	3.3	3.5	3.7	2.6	2.0	1.9	2.3
Jiloca completo	091 CR.Jil01	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	1.2	0.9	0.7	0.7	0.8
Martín completo	091 CR.Mar01	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	0.6	0.4	0.4	0.5
Matarraña completo	091 CR.Mat01	1.1	0.7	1.2	0.7	0.6	0.9	1.1	1.0	0.5	0.3	0.2	0.5
N. Pallaresa tras E. Camarasa	091 CR.Nop01	14.4	16.0	13.2	11.4	12.2	17.5	17.8	19.6	14.7	8.4	11.4	12.5
N. Ribagorzana tras Canelles	091 CR.Nor01	5.6	6.2	5.4	5.2	5.3	6.1	6.8	7.3	5.2	2.9	3.9	4.5
N. Ribagorzana tras Piñana	091 CR.Nor02	5.6	6.2	5.4	5.2	5.3	6.1	6.8	7.3	5.2	2.9	3.9	4.5
Najerilla completo	091 CR.Naj02	0.9	1.7	2.9	3.4	4.1	4.2	3.5	2.9	1.8	0.8	0.6	0.5
Najerilla en emb. Mansilla	091 CR.Naj01	0.4	0.7	1.3	1.4	1.7	1.8	1.3	1.1	0.7	0.3	0.3	0.2
Nela completo	091 CR.Nel01	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0

Piedra Completo	091 CR.Pie01	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8	0.8	0.8
Queiles completo	091 CR.Que01	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
Queiles y Val tras E. Val	091 CR.Val01	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
Salado tras E. Alloz	091 CR.Sal01	0.5	0.7	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3
Segre antes del Cinca	091 CR.Seg03	31.7	33.2	28.3	27.2	26.8	38.8	44.0	54.0	41.1	21.3	24.7	27.1
Segre después del Cinca	091 CR.Seg04	54.2	57.4	49.4	49.2	47.8	66.4	73.1	82.6	61.7	33.8	38.6	44.2
Segre medio	091 CR.Seg02	23.8	25.3	21.1	19.4	19.5	29.7	33.7	43.4	34.0	17.4	19.7	20.8
Segre tras E. Rialp	091 CR.Seg01	9.4	9.3	7.9	8.0	7.3	12.2	15.9	23.8	19.2	9.1	8.3	8.3
Tirón	091 CR.Tir01	0.6	1.1	1.8	2.4	2.7	2.6	2.8	2.5	1.3	0.4	0.3	0.3
Trueba en cabecera	091 CR.Tru01	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Zadorra emb. Ullivarri+Urr	091 CR.Zad01	1.2	2.0	3.3	3.6	3.0	2.5	2.8	1.7	0.6	0.2	0.2	0.3

Tabla A. 3. Capacidades mínima y máxima de las conducciones más importantes consideradas

CONDUCCIONES	CÓDIGO DEL MODELO	Qmin (hm3/mes)	Qmax (hm3/mes)
Canal Ab. Huesca (Montearagón)	091 CC.Ab.Huesca (Montearagón) 0	0	26
Canal Ab. Huesca (Vadiello)	091 CC.Ab.Huesca (Vadiello) 0	0	36
Canal de Aragón y Cataluña	091 CC.Aragon y Cataluña 01 091 CC.Aragon y Cataluña 02	0	84
Canal del Cinca	091 CC.Cinca01 091 CC.Cinca02	0	184
Canal de Enlace	091 CC.Enlace	0	68
Canal del Gállego	091 CC.Gallego	0	236
Canal Imperial	091 CC.Imperial	0	10000
Canal de Monegros	091 CC.Monegros	0	236
Desembocadura del Ebro	091 CF.Ebr99	263	10000

Tabla A. 4. Denominación de los embalses que aparecen en el modelo

EMBALSES	CÓDIGO DEL MODELO	EMBALSES	CÓDIGO DEL MODELO
Alloz	091 EE.Alloz	Mansilla	091 EE.Mansilla
Búbal + Lanuza	091 EE.Bubal (+L)	Montearagón	091 EE.Montearagon
Calanda + Santolea	091 EE.Calanda(+S)	Pajares + González Lacasa	091 EE.Pajares (+GL)
Caspe II	091 EE.CaspeII	Rialp + Oliana	091 EE.Rialp+Oliana
Cigudosa	091 EE.Cigudosa	Santa Ana	091 EE.Santa Ana
Ciurana	091 EE.Ciurana	Vadiello	091 EE.Vadiello
Cueva Foradada	091 EE.Cueva Foradada	Val	091 EE.Val
Ebro	091 EE.Ebro	Yesa	091 EE.Yesa
Eugui	091 EE.Eugui	Camarasa + Talarn + Terradets	091 EP.Camarasa (+Ta+T)
Grado I + Mediano	091 EE.Grado I (+M)	Canelles + Escales	091 EP.Canelles (+E)
Itoiz	091 EE.Itoiz	Mequinzena	091 EP.Mequinzena
Barasona	091 EE.Joaquin Costa	Ribarroja	091 EP.Ribarroja
Sotonera	091 EE.La Sotonera	Ullivarri + Urrúñaga	091 EP.Ullivarri + (U)
Tranquera	091 EE.La Tranquera		

Tabla A. 5. Características de los embalses considerados en el modelo

Embalses	Características	Valores mensuales											
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
091 EE.Alloz	Volumen máximo (hm3)	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
	Volumen mínimo (hm3)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Evaporación (mm)	41	20	13	14	24	51	63	95	123	134	120	77
091 EE.Bubal (+L)	Volumen máximo (hm3)	73	73	89	89	89	89	73	73	73	89	89	81
	Volumen mínimo (hm3)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Evaporación (mm)	44	26	15	13	24	46	58	89	114	125	114	76
091 EE.Calanda(+S)	Volumen máximo (hm3)	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	55	31	18	22	43	68	90	121	156	172	150	101
091 EE.Caspell	Volumen máximo (hm3)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	44	25	16	16	30	56	74	100	131	154	125	83
091 EE.Cigudosa	Volumen máximo (hm3)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	41	24	15	13	24	48	58	89	114	125	108	70
091 EE.Ciurana	Volumen máximo (hm3)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	50	27	18	20	32	52	88	108	129	148	125	83
091 EE.Cueva Foradada	Volumen máximo (hm3)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	Volumen mínimo (hm3)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Evaporación (mm)	54	30	29	21	44	68	88	119	143	170	149	93
091 EE.Ebro	Volumen máximo (hm3)	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
	Volumen mínimo (hm3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Evaporación (mm)	39	25	15	15	26	48	60	82	100	112	97	74
091 EE.Eugui	Volumen máximo (hm3)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Volumen mínimo (hm3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Evaporación (mm)	37	19	14	15	27	47	62	92	110	119	100	69
091 EE.Grado I (+M)	Volumen máximo (hm3)	702	702	781	781	781	781	747	747	802	835	835	702
	Volumen mínimo (hm3)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163
	Evaporación (mm)	40	19	13	11	26	49	68	94	122	140	115	71
091 EE.Itoiz	Volumen máximo (hm3)	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418	418
	Volumen mínimo (hm3)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Evaporación (mm)	37	19	14	15	27	47	62	92	110	119	100	69
091 EE.Joaquin Costa	Volumen máximo (hm3)	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
	Volumen mínimo (hm3)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Evaporación (mm)	53	27	14	13	28	57	91	122	148	171	149	92
091 EE.La Sotonera	Volumen máximo (hm3)	189	189	189	174	174	174	174	174	189	189	189	189
	Volumen mínimo (hm3)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Evaporación (mm)	47	27	16	19	30	56	74	101	132	147	130	80
091 EE.La Tranquera	Volumen máximo (hm3)	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
	Volumen mínimo (hm3)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Evaporación (mm)	41	23	16	20	31	51	67	91	120	134	117	73
091 EE.Mansilla	Volumen máximo (hm3)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Volumen mínimo (hm3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Evaporación (mm)	42	25	17	17	28	49	59	91	117	130	119	78
091 EE.Montearagon	Volumen máximo (hm3)	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	49	28	17	14	27	56	78	98	134	156	136	84
091 EE.Pajares (+GL)	Volumen máximo (hm3)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	41	24	15	13	24	48	58	89	114	125	108	70
091 EE.Rialp+Oliana	Volumen máximo (hm3)	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501
	Volumen mínimo (hm3)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	Evaporación (mm)	45	20	9	11	26	55	79	109	139	158	128	86
091 EE.Santa Ana	Volumen máximo (hm3)	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
	Volumen mínimo (hm3)	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
	Evaporación (mm)	46	22	13	10	31	59	78	106	138	159	129	87
091 EE.Vadiello	Volumen máximo (hm3)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	47	27	19	17	28	48	66	95	128	149	131	80
091 EE.Val	Volumen máximo (hm3)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Volumen mínimo (hm3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaporación (mm)	41	24	15	13	24	48	58	89	114	125	108	70
091 EE.Yesa	Volumen máximo (hm3)	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	

	Volumen mínimo (hm3)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	Evaporación (mm)	41	21	16	18	28	48	68	99	128	140	126	82
091 EP.Camarasa (+Ta+T)	Volumen máximo (hm3)	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454	454
	Volumen mínimo (hm3)	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
	Evaporación (mm)	47	22	10	12	28	57	88	121	152	164	142	90
091 EP.Canelles (+E)	Volumen máximo (hm3)	830	830	830	830	830	830	830	830	830	830	830	830
	Volumen mínimo (hm3)	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
	Evaporación (mm)	46	20	13	11	25	54	77	116	139	160	138	88
091 EP.Mequinenza	Volumen máximo (hm3)	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528	1528
	Volumen mínimo (hm3)	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
	Evaporación (mm)	50	29	17	15	34	63	85	128	154	178	144	96
091 EP.Ribarroja	Volumen máximo (hm3)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
	Volumen mínimo (hm3)	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
	Evaporación (mm)	54	26	19	18	36	59	93	112	149	172	139	100
091 EP.Ullivarri (+U)	Volumen máximo (hm3)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
	Volumen mínimo (hm3)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Evaporación (mm)	32	17	10	11	19	37	51	68	87	89	75	56

Tabla A. 6. Demandas agrarias en la cuenca del Ebro

UNIDADES DE DEMANDA	ZONA DE RIEGO	CÓDIGO DEL MODELO	hm ³ /año
Afl. Aragón - Huerva Afl. Aragón - Huerva	Sistema Huecha Sistema Huerva	091 DR. Afl. Aragón-Huerva	57.1
Aguas Vivas	Sistema Aguas Vivas	091 DR. Aguas Vivas	34.8
Alhama	Sistema Alhama	091 DR. Alhama	92.9
Aragón bajo y Arga	Riegos bajo Aragón desde Arga Reg. Total Arga	091 DR. Aragón bajo y Arga	48
Aragón medio	Reg. Iratí y reg. Entre Iratí y Arga	091 DR. Aragón medio	97
Arba	Sistema Arba	091 DR. Arba	40
C. A. Urgel	Canal Auxiliar Urgel	091 DR. C.A. Urgel	194.8
C. Bardenas	Canal de Bardenas con retorno a los Arbas	091 DR. C. Bardenas	328.2
C. Bardenas y Ara. alto	Canal de Bardenas con retorno al Aragón Cabecera Aragón	091 DR. C. Bardenas y Ara. alto	137.1
C. Delta	Canal margen derecha del Delta Canal margen izquierda del Delta	091 DR. C. Delta	557
C. Delta (reg. Inv.)	Reg. Invierno canal margen derecha del Delta Reg. Invierno canal margen izquierda del Delta	091 DR. C. Delta (reg.inv.)	167
C. Imperial	Regadíos canal Imperial	091 DR. C. Imperial	238.9
C. Lodosa y otros	Canal de Lodosa Reg. Eje Ebro hasta río Oca Reg. Eje Ebro hasta río Leza Sistema Nela Sistema Oca Sistema Omecillo Subsistema Inglares Subsistema Bayas Sistema Leza – Valle de Ocón Subsistema Linares	091 DR. C. Lodosa y otros	289
C. Lodosa - Aragón	Reg. Eje Ebro hasta río Aragón	091 DR. C. Lodosa-Aragón	52.9
C. P. Urgel y Segre alto	Canal Principal Urgel Segre hasta emb. Oliana	091 DR. C. P. Urgel + Segre alto	464.1
C. P. Urgel (reg. Inv.)	Reg. Invierno Canal Principal Urgel	091 DR. C. P. Urgel (reg.inv.)	43
C. Tauste y otros	Canal de Tauste Reg. Eje Ebro hasta río Queiles Reg. Eje Ebro hasta río Huerva	091 DR. C. Tauste y otros	112.9
CAC alto y Ésera	Canal Aragón y Cataluña zona alta Alto Ésera ; Acequia Estada	091 DR. CAC alto y Ésera	324.9
CAC bajo	Canal Aragón y Cataluña zona baja	091 DR. CAC bajo	258.2
Cidacos	Sistema Cidacos	091 DR. Cidacos	30.9
Cinca	Alto Cinca (sin RAA) ; Reg. Bajo Cinca	091 DR. Cinca	94
Ebro (Gállego-Segre)	Ebro entre Gállego y Segre	091 DR. Ebro (Gallego-Segre)	175.1
Ebro (Segre-Cherta)	Ebro entre Segre y Cherta ; Sistema Ciurana	091 DR. Ebro (Segre-Cherta)	84.2
Ega	Sistema Ega	091 DR. Ega	24.9
Flumen y Alcanadre	Isuela Flumen Guatizalema Alcanadre	091 DR. Flumen y Alcanadre	70.9
Gállego	Alto Gállego (sin RAA) ; Bajo Gállego	091 DR. Gallego	201.8
Guadalupe alto y medio	Reg. ag. arr. emb. Caspe	091 DR. Guadalupe alto y medio	90
Guadalupe bajo	Reg. ag. arr. emb. Caspe	091 DR. Guadalupe bajo	41
Iregua	Sistema Iregua	091 DR. Iregua	63.2
Jalón alto	Alto Jalón	091 DR. Jalón alto	21.8
Jalón bajo	Bajo Jalón	091 DR. Jalón bajo	219
Jiloca	Reg. Total Jiloca	091 DR. Jiloca	84.8
Martín	Sistema Martín	091 DR. Martín	52.9
Matarraña	Sistema Matarraña	091 DR. Matarraña	55

Najerilla	Sistema Najerilla	091 DR. Najerilla	70.9
Nog. Pallaresa	Noguera - Pallaresa	091 DR. Nog. Pallaresa	14
Piñana y N. Rib.	Reg. Ribera N. Ribagorzana Canal Piñana	091 DR. Piñana y N. Rib	170
Queiles	Sistema Queiles	091 DR. Queiles	58
RAA-C. Cinca	Riegos del Alto Aragón – Canal del Cinca	091 DR. RAA-C. Cinca	399.1
RAA-C. Monegros	RAA – Canal Monegros	091 DR. RAA-C. Monegros	60.9
RAA-Monegros y Flumen	RAA – resto Canal Monegros y Flumen	091 DR. RAA-Monegros y Flumen	459.1
		091 DR. Resto Ebro alto	13.1
Segre bajo	Bajo Segre	091 DR. Segre bajo	144.8
Tirón	Sistema Tirón	091 DR. Tiron	36
Zadorra	Zadorra ; Alegría	091 DR. Zadorra	46.2
Total Demanda de Regadío (DR)			6319.4

Tabla A. 7. Reparto mensual, coeficiente de retorno y elemento de retorno de la demanda agraria

Demandas agrarias	Porcentaje de la demanda anual (%)												Coef. Eto.		
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Rno.	Rno	Pda
091 DR. Afl. Aragón-Huerva	2	0	0	1	1	4	5	8	14	28	26	11	0	N	2
091 DR. Aguas Vivas	2	0	0	0	1	3	8	14	18	24	21	9	0	N	2
091 DR. Alhama	3	1	0	0	1	4	4	9	16	25	24	13	0	N	2
091 DR. Aragón bajo y Arga	1	0	0	1	2	5	10	13	19	25	18	6	0	N	2
091 DR. Aragón medio	2	0	0	0	1	4	6	11	14	26	25	11	0	N	2
091 DR. Arba	1	0	0	0	0	2	3	7	17	32	27	11	0	N	2
091 DR. C. A. Urgel	3	0	0	0	0	2	6	12	17	28	23	9	0.4	1	2
091 DR. C. Bardenas	1	0	0	0	0	2	3	7	17	32	27	11	0.4	2	2
091 DR. C. Bardenas y Ara.alto	1	0	0	0	0	1	4	8	17	31	29	9	0	N	2
091 DR. C. Delta	0	0	0	0	0	1	10	11	20	25	22	11	0	N	2
091 DR. C. Delta (reg. inv.)	17	16	17	17	16	17	0	0	0	0	0	0	0	N	2
091 DR. C. Imperial	1	0	0	0	1	2	5	10	17	30	25	9	0.4	3	2
091 DR. C. Lodosa y otros	1	0	0	0	0	1	1	5	24	29	29	10	0.4	4	2
091 DR. C. Lodosa-Aragón	3	0	0	0	0	2	1	1	8	34	35	16	0	N	2
091 DR. C. P. Urgel (reg. inv.)	17	16	17	17	16	17	0	0	0	0	0	0	0	N	2
091 DR. C. P. Urgel + Segre alto	2	0	0	0	0	2	4	9	17	33	26	7	0.4	1	2
091 DR. C. Tauste y otros	1	0	0	0	1	3	6	10	18	27	24	10	0.4	3	0
091 DR. CAC alto y Ésera	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0.4	5	2
091 DR. CAC bajo	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0.4	5	2
091 DR. Cidacos	3	1	0	0	0	5	5	7	14	26	25	14	0	N	2
091 DR. Cinca	4	0	1	1	0	4	8	10	17	24	23	8	0	N	2
091 DR. Ebro (Gallego-Segre)	1	0	0	0	1	3	10	15	16	24	21	9	0.4	6	2
091 DR. Ebro (Segre-Cherta)	2	0	0	1	2	4	3	9	14	29	24	12	0	N	2
091 DR. Ega	1	0	0	0	1	3	9	20	19	21	18	8	0	N	2
091 DR. Flumen y Alcanadre	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0	N	2
091 DR. Gallego	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0.4	7	2
091 DR. Guadalope alto y medio	2	0	0	0	0	2	6	11	18	27	24	10	0	N	2
091 DR. Guadalope bajo	2	0	0	0	0	2	6	11	18	27	24	10	0	N	2
091 DR. Iregua	3	0	0	0	2	5	4	10	17	25	22	12	0	N	2
091 DR. Jalon alto	1	0	0	0	0	1	2	9	22	32	26	7	0	N	2
091 DR. Jalon bajo	1	0	0	0	1	2	5	9	17	29	26	10	0.4	3	2
091 DR. Jiloca	1	0	0	0	0	1	3	10	21	30	26	8	0	N	2
091 DR. Martin	2	0	0	0	1	3	8	14	18	24	21	9	0	N	2
091 DR. Matarraña	2	0	0	0	1	4	6	10	15	26	24	12	0	N	2
091 DR. Najerilla	3	0	0	0	0	2	3	9	22	30	22	9	0	N	2
091 DR. Nog.Pallaresa	4	0	0	0	0	2	4	11	17	28	23	11	0	N	2
091 DR. Piñana y N.Rib	3	0	1	2	0	2	6	14	16	22	22	12	0.4	5	2
091 DR. Queiles	2	0	0	0	1	3	5	10	13	27	28	11	0	N	2
091 DR. RAA-C.Cinca	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0.4	8	2
091 DR. RAA-C.Monegros	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0	N	2
091 DR. RAA-Monegros y Flumen	2	0	1	1	0	2	6	14	16	22	22	14	0.4	8	2
091 DR. Resto Ebro alto	2	0	0	0	0	2	2	7	23	28	26	10	0	N	2
091 DR. Segre bajo	3	0	0	0	1	2	6	12	17	27	22	10	0	N	2
091 DR. Tiron	1	0	0	0	0	2	3	14	32	32	11	5	0	N	2
091 DR. Zadorra	1	0	0	0	0	1	1	6	31	27	25	8	0	N	2

Tabla A. 8. Demandas de abastecimiento e industria en la cuenca del Ebro

Unidades de demanda	Descripción	Código del modelo	hm ³ /año
C.P.Urgel	Abast. e ind. desde el C. P. Urgel	091 DA.C.P.Urgel	14
CAC	Abast. e ind. desde el C. A. C.	091 DA.CAC	21.2
Delta y otros	Abast. e ind. Delta	091 DA.Delta+resto	38.8
Huesca	Abast. e ind. Huesca	091 DA.Huesca	7.6
Logroño	Abast. e ind. Logroño	091 DA.Logroño	27.2
Lleida	Abast. e ind. Lleida	091 DA.Lleida	34.8
Pamplona	Abast. e ind. Pamplona	091 DA.Pamplona	48.8
RAA	Abast. e ind. Riegos Alto Aragón	091 DA.RAA	14.8
Resto Aragón	Abast. e ind. resto Aragón+ dem.futura	091 DA.Resto Aragon	52.8
Resto Ebro alto	Abast. e ind. resto Ebro alto + dem.futura	091 DA.Resto Ebro alto	70
Resto Ebro medio	Abast. e ind. resto Ebro medio +dem.futura	091 DA.Resto Ebro medio	50
Resto Eje Ebro	Abast. e ind. resto Eje Ebro + dem.futura	091 DA.Resto Eje Ebro	40
Resto Gallego	Abast. e ind. resto Gallego + dem.futura	091 DA.Resto Gallego	11.2
Resto Segre+Cinca	Abast. e ind. resto Segre-Cinca +dem.futura	091 DA.Resto Segre+Cinca	37.2
Vitoria	Abast. e ind. Vitoria	091 DA.Vitoria	77.6
Zaragoza	Abast. e ind. Zaragoza	091 DA.Zaragoza	181.2
Andorra	C. T. de Andorra	091 DI.Andorra	17.6
Asco	C. N. Ascó	091 DI.Asco	2437.6
Escatron	C. T. Escatrón	091 DI.Escatron	287.2
Riudecañas	Transferencia Ciurana-Riudecañas	091 DT.Riudecañas	7
Tarragona	Transferencia a Tarragona	091 DT.Tarragona	70
Zadorra	Transferencia Gran Bilbao	091 DT.Zadorra	152.8
Ordunte	Transferencia Cerneja-Ordunte	091 DT.Ordunte	4.8
Total Demanda Combinada (DA)			727.2
Total Industrial (DI)			2742.4
Total Transferencia (DT)			234.6

Tabla A. 9. Reparto mensual, coeficiente de retorno y elemento de retorno de la demanda de abastecimiento e industria

Unidades de demanda	Porcentaje de la demanda anual												Coef.	Eto.	Pdad.
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Ret.	Ret.	
C.P.Urgel	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
CAC	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Delta y otros	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Huesca	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Logroño	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Lleida	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Pamplona	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
RAA	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Resto Aragón	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Resto Ebro alto	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0.8	1	1
Resto Ebro medio	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Resto Eje Ebro	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Resto Gallego	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Resto Segre+Cinca	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Vitoria	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Zaragoza	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0.8	3	1
Andorra	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	1
Asco	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0.98	2	1
Escatron	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	1	4	1
Riudecañas	4	4	3	4	6	7	9	10	14	15	14	10	0	N	3
Tarragona	7	7	7	7	7	7	8	8	8	11	12	11	0	N	3
Zadorra	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	3
Ordunte	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	0	N	3

ANEXO B

BALANCES HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DEL EBRO

BALANCE EJE: Proyección CTL												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno T año por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo			
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bisnua I	En 10 años
									T año por uno			
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0.0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0.0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0.0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	1.0	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI.Escatron			287	287	0	1.0	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT.Raudocañas	7			3	4	0.0	3	0	0.39	0.37		0.00
091 DT.Taragona	70			70	0	0.0	70	0	1.00	1.00		1.00
091 DT.Orduña	5			4	1	0.0	4	0	0.73	0.63		0.00
091 DR.Añ.Aragon-Huerta			57	57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Delta			557	557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Delta (reg.inr.)			167	167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Imperial			239	239	0	0.4	143	96	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Lodosa y otros			289	289	0	0.4	173	116	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Lodosa-Aragon			53	53	0	0	53	0	1.00		1.00	1.00
091 DRC.Tarata y otros			113	113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00
091 DR.Ebro (Sagre-Cheta)			84	84	0	0	84	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.Resto Ebro alto			13	13	0	0	13	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.Zadorna			46	46	0	0	46	0	1.00		1.00	1.00
Sistema total	462	1618	2725	4799	6		1666	3133				
Aportaciones: 2766 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE.Ebro	539	20.9										
091 EP.Mequinzenza	1334	26.2										
091 EP.Fb.arroja	136	6.4										
Sistema total	2009	53.5										
										Índices		
										I ₁ = 1.00		
										I ₂ = 1.00		
										I ₃ = -0.73		
										L ₁ = 0		

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección CTL												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA			
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Reborno	Consumo	Reborno	Envo humen	En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tambo por uno	hm ³	hm ³	Vo lumétrica	Mensual	Annual	En 10 años
D91 DA.Legroño	35			29	6	0	29	0	0.83	0.70		0.00
D91 DI.Andorra			18	17	0	0	17	0	0.98	0.98		0.60
D91 DR.Aguas Vivas		35		9	25	0	9	0	0.27		0.13	0.04
D91 DR.Altuna		93		26	67	0	26	0	0.28		0.16	0.00
D91 DR.Cidacos		31		10	21	0	10	0	0.31		0.13	0.00
D91 DR.Guadalupe alto y medio		90		85	5	0	85	0	0.94		0.95	0.93
D91 DR.Guadalupe bajo		41		39	2	0	39	0	0.95		0.96	0.96
D91 DR.Iregua		63		23	40	0	23	0	0.37		0.15	0.00
D91 DR.Jabón alto		22		7	15	0	7	0	0.33		0.15	0.11
D91 DR.Jabón bajo		219		146	73	0.4	88	58	0.67		0.84	0.59
D91 DR.Jiloca		85		27	58	0	27	0	0.31		0.13	0.11
D91 DR.Martin		53		35	18	0	35	0	0.66		0.76	0.67
D91 DR.Matarraña		55		18	37	0	18	0	0.33		0.29	0.15
D91 DR.Najarilla		71		71	0	0	71	0	1.00		1.00	1.00
D91 DR.Queles		58		23	35	0	23	0	0.39		0.40	0.11
D91 DR.Tiron		36		20	16	0	20	0	0.54		0.53	0.33
Sistema total	35	951	18	595	419		526	58				
Aportaciones: 1765 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
D91 EE.Mansilla	65	1.01										
D91 EE.Pajares + Glez Lacasa	68	0.88										
D91 EE.Cigudosa	34	0.13										
D91 EE.Val	24	0.08										
D91 EE.La Tranquera	79	2.15										
D91 EE.Cueva Foradada	22	0.36										
D91 EE.Cabanda + Santolea	107	2.95										
D91 EE.Caspe II	81	1.72										
Sistema total	480	9.28										
										Índices		
										I ₁ = 0.58		
										I ₂ = 0.21		
										I ₃ = 0.67		
										I ₄ = 0		

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección CTL													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volúmetrica	Tanto por uno	Mensual	Annual	Bianual	En 10 años
091 DA.Pamplona	49			46	3	0	46	0	0.95	0.93			0.20
091 DA. Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA. Vitoria	78			75	3	0	75	0	0.96	0.96			0.40
091 DT.Zadorna	153			114	38	0	114	0	0.75	0.72			0.00
DR.Aragon bajo y Aga			48	47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR.Aragon medio			97	97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR.Aba			40	40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR.C.Bardenas			328	327	1	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00
DR.C.Bardenas y Aralbo			137	137	0	0	137	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR.Ega			25	25	0	0	25	0	1.00		1.00	1.00	1.00
Sistema total	332		675	961	46		830	131					
Aportaciones: 4903 hm ³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EP.Ullivari + Urrinaga	190		7.53		I₁ = 0.95								
091 EE.Alloz	82		1.20		I₂ = 0.79								
091 EE.Eugui	21		0.09		I₃ = 0.80								
091 EE.Itoiz	409		1.71		I₄ = 0.05								
091 EE.Yesa	411		8.65										
Sistema total	1113		19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección CTL														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef Retorno	Consumo	Retorno	Envoluemen			En tiempo	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					Volumétrica	Mensual	Anual		Bianual	En 10 años
					hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Huesca	8				8	0	0	8	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Lleida	27				27	0	0	27	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Segre+ Cinca	37				37	0	0	37	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.A.Urgel			195		195	0	0.4	117	78	1.00		1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel (veg irr.)			43		43	0	0	43	0	1.00		1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto			464		464	0	0.4	278	186	1.00		1.00	1.00	
091 DR.CAC alto y Esera			325		295	30	0.4	177	118	0.91		1.00	0.60	
091 DR.CAC bajo			258		258	0	0.4	155	103	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Cinca			94		94	0	0	94	0	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Gallego-S egre)			175		175	0	0.4	105	70	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		71	0	0	71	0	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Gallego			202		200	1	0.4	120	80	0.99		1.00	1.00	
091 DR.Neg.Pallaresa			14		14	0	0	14	0	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Piñata y N.Rb.			170		170	0	0.4	102	68	1.00		1.00	1.00	
091 DR.RAA-C.Cinca			399		398	1	0.4	239	159	1.00		1.00	1.00	
091 DR.RAA-C.Monegros			61		60	0	0	60	0	0.99		1.00	1.00	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen			459		458	1	0.4	275	183	1.00		1.00	1.00	
091 DR.Segre bajo			145		145	0	0	145	0	1.00		1.00	1.00	
Sistema total	133		3075		3174	34		2128	1045					
Aportaciones: 7544 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructuras de regulación			Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices						
	hm ³	hm ³	hm ³			hm ³	hm ³							
091 EE.Babal + Larauza	61	1.60	091 EP.Camelles + Escalles			660	10.73							I ₁ = 0.99
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana			173	3.91							I ₂ = 0.99
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camassar+Talam+Ter			341	7.31							I ₃ = 0.58
091 EE.Montsaragon	51	0.18	091 EE.Rulp + Oliana			478	5.30							I ₄ = 0.00
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.23	091 EE.Cmruana			12	0.07							

BALANCE EJE: Proyección DMII														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Riego		Industrial	Suministro		Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	Abastecimiento	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA Dellar resto	39			39	0	0	0	39	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	0.8	1.4	56	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Resto Ebro medio	50			50	0	0	0	50	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Resto Eje Ebro	40			40	0	0	0	40	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Zaragoza	181			181	0	0.8	0.8	36	145	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DI Asco			2438	2438	0	0.98	0.98	49	2389	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DI Escatron			287	287	0	1	1	0	287	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DT Rindecañas	7			2	5	0	0	2	0	0.29	0.25	0.00	0.00	
091 DT Tarragona	70			70	0	0	0	70	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DT Ondute	5			3	2	0	0	3	0	0.63	0.53	0.00	0.00	
091 DR Af. Aragon-Huerva			57	57	0	0	0	57	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.Delta			557	557	0	0	0	557	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.Delta (seg. inv.)			167	167	0	0	0	167	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.Imperial			239	239	0	0.4	0.4	143	96	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.Lodosa y otros			289	273	16	0.4	0.4	164	109	0.95	0.98	1.00	0.80	
091 DR C.Lodosa-Aragon			53	52	1	0	0	52	0	0.98	0.98	1.00	1.00	
091 DR C.Tauste y otros			113	113	0	0.4	0.4	68	45	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Ebro (Segre-Cherta)			84	84	0	0	0	84	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Resto Ebro alto			13	12	1	0	0	12	0	0.95	0.93	0.93	0.60	
091 DR Zadora			46	38	8	0	0	38	0	0.83	0.85	0.78	0.40	
Sistema total	462	1618	2725	4773	32			1646	3127					
Aportaciones: 1991 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³												
091 EE Ebro	539	20.9												I ₁ = 0.99
091 EP Mequinenza	1334	26.2												I ₂ = 0.99
091 EPR Barroja	136	6.4												I ₃ = -1.40
Sistema total	2009	53.5												I₄ = 0

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección DMII													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida		GARANTÍA			En tiempo		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Volumétrica a		En tiempo		
									Mensual	Anual	Bianual	En 10 años	
									Tanto por uno				
D91 DA Logroño	35			26	9	0	26	0	0.75	0.61			0.00
D91 DI Andorra			18	17	1	0	17	0	0.94	0.94			0.20
D91 DE Águas Vivas		35		8	27	0	8	0	0.22		0.07	0.04	0.00
D91 DR. Alhama		93		18	75	0	18	0	0.19		0.05	0.00	0.00
D91 DE. Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.27		0.00	0.00	0.00
D91 DR. Guadalupe alto y medio		90		76	14	0	76	0	0.85		0.84	0.78	0.40
D91 DR. Guadalupe bajo		41		35	6	0	35	0	0.86		0.85	0.81	0.40
D91 DR. Iregua		63		18	45	0	18	0	0.28		0.04	0.00	0.00
D91 DR. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.28		0.13	0.11	0.00
D91 DR. Jalon bajo		219		117	102	0.4	70	47	0.54		0.51	0.19	0.00
D91 DR. Jiloca		85		19	66	0	19	0	0.22		0.07	0.07	0.00
D91 DR. Martín		53		29	24	0	29	0	0.54		0.58	0.33	0.00
D91 DR. Matarraña		55		15	40	0	15	0	0.27		0.16	0.04	0.00
D91 DR. Najerilla		71		61	9	0	61	0	0.87		0.89	0.89	0.60
D91 DR. Queiles		58		16	42	0	16	0	0.28		0.20	0.00	0.00
D91 DR. Tiron		36		16	20	0	16	0	0.43		0.33	0.11	0.00
Sistema total	35	951	18	484	519		438	47					
Aportaciones: 1270 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³	Índices										
D91 EE. Mansilla	65	1.01											I₁ = 0.48
D91 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											I₂ = 0.10
D91 EE. Cigudosa	34	0.13											I₃ = 0.62
D91 EE. Val	24	0.08											I₄ = 0.09
D91 EE. La Tranquera	79	2.15											
D91 EE. Cueva Foradada	22	0.36											
D91 EE. Calanda + Sartolea	107	2.95											
D91 EE. Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección DMII													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volumétrica	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
091 DA Pamplona	49			42	7	0	42	0	0.86	0.80			0.00
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA Vitoria	78			66	11	0	66	0	0.83	0.84			0.00
091 DT Zadora	153			64	89	0	64	0	0.42	0.39			0.00
DR Aragón bajo y Arga		48		47	1	0	47	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Aragón medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Arba		40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.Bardenas		328		327	2	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.Bardenas y Ara.alto		137		136	1	0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR Ega		25		24	1	0	24	0	0.98		0.98	1.00	1.00
Sistema total	332	675		896	112		765	131					
Aportaciones: 3530 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³		Evaporación anual hm ³										Índices
091 EP.Ullivari + Urrinaga	190		7.53										I₁ = 0.89
091 EE.Alloz	82		1.20										I₂ = 0.72
091 EE.Eugui	21		0.09										I₃ = 0.75
091 EE.Itoiz	409		1.71										I₄ = 0
091 EE.Yesa	411		8.65										
Sistema total	1113		19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección DMII														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Envoluemen		En tiempo			
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bisannual	En 10 años	
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.C.A.C	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00	1.00		0.80	
091 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Lleida	27			25	2	0	25	0	0.92	0.92	0.92		0.40	
091 DA.F.A.A	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Segre+Circa	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DR.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00			1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel (reg.invr.)		43		43	0	0	43	0	1.00			1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel+ Segre alto		464		464	0	0.4	278	186	1.00			1.00	1.00	
091 DR.C.A.C alto y Esera		325		280	65	0.4	156	104	0.80			0.98	0.20	
091 DR.C.A.C bajo		258		240	18	0.4	144	96	0.93			0.89	0.60	
091 DR.C.inca		94		94	0	0	94	0	1.00			1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	70	1.00			1.00	1.00	
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00			1.00	1.00	
091 DR.Gallego		202		195	7	0.4	117	78	0.96			0.98	0.80	
091 DR.Nog.Pallarsa		14		14	0	0	14	0	1.00			1.00	1.00	
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		130	20	0.4	90	60	0.88			0.89	0.81	
091 DR.F.A.A-C.Circa		399		389	10	0.4	234	156	0.98			0.98	1.00	
091 DR.F.A.A-C.Montegros		61		60	1	0	60	0	0.98			0.98	1.00	
091 DR.F.A.A-Montegros y Flumen		459		451	8	0.4	271	181	0.98			0.98	1.00	
091 DR.Segre bajo		145		145	0	0	145	0	1.00			1.00	1.00	
Sistema total	133	3075		3076	132		2068	1007						
Aportaciones: 5438 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
091 EE.Bubal+ Lanza	61	1.60	091 EPCanelles + Escalles	660	10.73						I₁ = 0.96			
091 EE.La Sotomera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						I₂ = 0.95			
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EPCamañas+Talam+Ter	341	7.31						I₃ = 0.43			
091 EE.Montearagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						I₄ = 0.01			
091 EE.Grado I+ Mediano	539	15.25	091 EE.Cirrana	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección DME													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años	
									Volumétrica	Mensual	Anual		
									Tanto por uno			Bianual	
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0.0	39	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	1.4	56	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0.0	50	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0.0	40	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00			1.00
091 DI.Aско			2438	2438	0	1.0	49	2389	1.00	1.00			1.00
091 DI.Escabon			287	287	0	1.0	0	287	1.00	1.00			1.00
091 DT.Kindecañas	7			2	5	0.0	2	0	0.26	0.23			0.00
091 DT.Tarragona	70			70	0	0.0	70	0	1.00	1.00			1.00
091 DT.Orduña	5			3	2	0.0	3	0	0.61	0.51			0.00
091 DR.Af.Aragon-Huerva			57	57	0	0.0	57	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Delta			557	557	0	0.0	557	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Delta (reg.inr.)			167	167	0	0.0	167	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Imperial			239	239	0	0.4	143	96	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Lodosa y otros			289	256	33	0.4	154	102	0.89	0.96			0.40
091 DR.C.Lodosa-Aragon			53	50	3	0.0	50	0	0.95	0.96			1.00
091 DR.C.Tarste y otros			113	113	0	0.4	68	45	1.00	1.00			1.00
091 DR.Ebro (Sage-Cherta)			84	84	0	0.0	84	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.Resto Ebro alto			13	12	2	0.0	12	0	0.88	0.89			0.40
091 DR.Zadora			46	32	14	0.0	32	0	0.70	0.62			0.20
Sistema total	462	1618	2725	4747	58		1627	3120					
Aportaciones: 1797 hm³													
Infraestructura de regulación													
	Capacidad de embalse	Evaporación anual											
	hm ³	hm ³											
091 EE.Ebro	539	20.9											
091 EP.Mequinenza	1334	26.2											
091 EP.Ebro-arroja	136	6.4											
Sistema total	2009	53.5											
										Índices			
										I₁ = 0.99			
										I₂ = 0.98			
										I₃ = -1.64			
										L₁ = 0			

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección DMI2																			
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			Retorno			GARANTÍA								
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen										
									Volúmetrica	Mensual	En tiempo								
									Tanto por uno			Anual		Bianual		En 10 años			
091 DA Logroño	35			25	9	0	25	0	0.73	0.58									0.00
091 DI Andora			18	16	1	0	16	0	0.93	0.93									0.00
091 DR Aguas Vivas		35		8	27	0	8	0	0.22		0.05	0.04							0.00
091 DR Alhama		93		15	78	0	15	0	0.17		0.04	0.00							0.00
091 DR Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.26		0.00	0.00							0.00
091 DR Guadalupe alto y medio		90		74	16	0	74	0	0.82		0.84	0.78							0.40
091 DR Guadalupe bajo		41		34	7	0	34	0	0.83		0.82	0.81							0.20
091 DR Iregua		63		17	47	0	17	0	0.26		0.04	0.00							0.00
091 DR Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.27		0.09	0.07							0.00
091 DR Jalon bajo		219		113	106	0.4	88	45	0.52		0.49	0.15							0.00
091 DR Jiloca		85		15	70	0	15	0	0.18		0.04	0.04							0.00
091 DR Martin		53		28	25	0	28	0	0.52		0.53	0.30							0.00
091 DR Mataraña		55		14	41	0	14	0	0.26		0.16	0.04							0.00
091 DR Najerilla		71		55	16	0	55	0	0.77		0.75	0.70							0.20
091 DR Queiles		58		15	43	0	15	0	0.26		0.16	0.00							0.00
091 DR Tiron		36		14	22	0.0	14	0	0.40		0.25	0.07							0.00
Sistema total	35	951	18	457	547		411	45											
Aportaciones: 1147 hm³																			
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices														
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³															
091 EE Mansilla	65	1.01			$I_1 = 0.45$ $I_2 = 0$ $I_3 = 0.60$ $I_4 = 0.12$														
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88																	
091 EE Cigudosa	34	0.13																	
091 EE Val	24	0.08																	
091 EE La Tranquera	79	2.15																	
091 EE Cueva Foradada	22	0.36																	
091 EE Calanda + Santolea	107	2.95																	
091 EE Caspe II	81	1.72																	
Sistema total	480	9.28																	

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección DMIZ														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					Volumétrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno				
091 DA Pamplona	49				39	10	0	39	0	0.80	0.73			0.00
091 DA Resto Aragón	53				53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA Vitoria	78				63	15	0	63	0	0.81	0.80			0.00
091 DT Zadora	153				53	100	0	53	0	0.34	0.32			0.00
DR Aragón bajo y Arga			48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR Aragón medio			97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Arba			40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.Bardenas			328		327	1	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.Bardenas y Ara.alto			137		136	1	0	136	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Ega			25		24	1	0	24	0	0.95		0.98	1.00	1.00
Sistema total	332		675		879	129		748	131					
Aportaciones: 3186 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³												
091 EP.Ullivari + Urrinaga	190	7.53	1.20											I₁ = 0.87
091 EE.Alcoz	82	0.09	1.71											I₂ = 0.72
091 EE.Eugui	21	8.65	19.2											I₃ = 0.72
091 EE.Itoiz	409													I₄ = 0
091 EE.Yesa	411													
Sistema total	1113													

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: ProyecciónDMIE												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo				
								Coef. Retorno Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
								Tanto por uno				
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00		0.80
091 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Lleida	27			23	4	0	23	0	0.84	0.84		0.00
091 DA.RAA	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00		0.80
091 DA.Resto Segre+Cirra	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00
091 DRC.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00		1.00
091 DRC.P.Urgel (reg.inv.)		43		43	0	0	43	0	1.00	1.00		1.00
091 DRC.P.Urgel+Segre alto		464		464	0	0.4	278	186	1.00	1.00		1.00
091 DRCAC alto y Esora		325		246	79	0.4	147	98	0.78	0.78		0.96
091 DRCAC bajo		258		228	31	0.4	137	91	0.88	0.88		0.93
091 DRC.Cirra		94		94	0	0	94	0	1.00	1.00		1.00
091 DREbro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00		1.00
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Gallego		202		192	10	0.4	115	77	0.95	0.95		0.96
091 DR.Neg.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		135	35	0.4	81	54	0.80	0.80		0.78
091 DRR.A-C.Cirra		399		387	13	0.4	232	155	0.97	0.97		1.00
091 DRR.A-C.Monegros		61		59	2	0	59	0	0.97	0.97		0.96
091 DRR.A-Monegros y Flumen		459		448	11	0.4	289	179	0.98	0.98		0.96
091 DRSegre bajo		145		145	0	0	145	0	1.00	1.00		1.00
Sistema total	133	3075		3024	184		2036	988				
Aportaciones: 4917 hm ³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructura de regulación			Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices				
	hm ³	hm ³				hm ³	hm ³					
091 EE.Bobal+ Lanza	61	1.60	091 EPCanelles + Escalles			660	10.73					I ₁ = 0.94
091 EE.La Sotomera	164	8.29	091 EES. Santa Ana			173	3.91					I ₂ = 0.89
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EPC.amaas+ Talant+Ter			341	7.31					I ₃ = 0.39
091 EE.Montearagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana			478	5.30					I ₄ = 0.04
091 EE.Grado I+ Mediano	539	15.25	091 EE.Cintrana			12	0.07					
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total			2573	55.87					

BALANCE EJE: Proyección DME													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Deficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	E n tiempo				
									Envolumen Volumen/a	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
									Tanto por uno				
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	1	0.8	36	145	1.00	1.00			0.80
091 DI.Aско			2438	2438	12	0.98	49	2377	1.00	0.99			1.00
091 DI.Escatron			287	288	2	1	0	286	0.99	0.99			0.60
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.25	0.21			0.00
091 DT.Tarragona	70			67	3	0	67	0	0.96	0.97			0.60
091 DT.Orduña	5			3	2	0	3	0	0.55	0.47			0.00
091 DR.Añ.Aragon-Huelva			57	56	1	0.4	34	22	0.98		1.00	1.00	1.00
091 DR.C.Delta			557	550	7	0.4	350	220	0.99		1.00	1.00	1.00
091 DR.C.Delta (reg.inv.)			167	165	2	0	165	0	0.99		1.00	1.00	1.00
091 DR.C.Imperial			239	230	9	0.4	138	92	0.96		0.96	0.96	0.80
091 DR.C.Lodosa y otros			289	234	55	0	234	0	0.81		0.84	0.78	0.20
091 DR.C.Lodosa-Aragon			53	45	8	0	45	0	0.84		0.89	0.85	0.60
091 DR.C.Taute y otros			113	113	0	0	113	0	1.00		1.00	1.00	1.00
091 DR.Ebro (Sage-Cherta)			84	82	2	0	82	0	0.97		0.96	0.96	1.00
091 DR.Resto Ebro alto			13	10	3	0	10	0	0.78		0.75	0.63	0.20
091 DR.Zadorra			46	29	17	0	29	0	0.63		0.55	0.48	0.20
Sistema total	462	1618	2725	4675	130		1477	3197					
Aportaciones: 1687 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											
	hm ³	hm ³											
091 EE.Ebro	539	20.9											
091 EP.Mequinzenza	1334	26.2											
091 EP.Fibarroja	136	6.4											
Sistema total	2009	53.5											
													Índices
													I₁ = 0.97
													I₂ = 0.92
													I₃ = 1.77
													I₄ = 0.05

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección DMI3														
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Envolumen		En tiempo		En 10 años	
									Volúmetría	Mensual	Anual	Bismual		Tanto por uno
D91 DA Logroño	35			24	11	0	24	0	0.69	0.55			0.00	
D91 DI Andorra			18	15	3	0	15	0	0.85	0.85			0.00	
D91 DR Aguas Vivas		35		6	28	0	6	0	0.19		0.07	0.04	0.00	
D91 DR Alhama		93		13	80	0	13	0	0.14		0.00	0.00	0.00	
D91 DR Cidacos		31		7	24	0	7	0	0.24		0.00	0.00	0.00	
D91 DR Guadalupe alto y medio		90		61	29	0	61	0	0.68		0.67	0.67	0.00	
D91 DR Guadalupe bajo		41		30	11	0	30	0	0.72		0.73	0.63	0.00	
D91 DR Iregua		63		15	48	0	15	0	0.24		0.02	0.00	0.00	
D91 DR Jalon alto		22		5	17	0	5	0	0.24		0.07	0.04	0.00	
D91 DR Jalon bajo		219		99	120	0.4	99	40	0.45		0.40	0.11	0.00	
D91 DR Jiloca		85		13	72	0	13	0	0.15		0.04	0.04	0.00	
D91 DR Martín		53		23	30	0	23	0	0.44		0.38	0.22	0.00	
D91 DR Matarraña		55		12	43	0	12	0	0.22		0.13	0.04	0.00	
D91 DR Najerilla		71		47	23	0	47	0	0.67		0.60	0.39	0.00	
D91 DR Queiles		58		14	44	0	14	0	0.23		0.18	0.00	0.00	
D91 DR Tiron		36		12	24	0	12	0	0.33		0.22	0.04	0.00	
Sistema total	35	951	18	396	607		357	40						
Aportaciones: 1076 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual		Índices										
	hm ³	hm ³	hm ³											
D91 EE Mansilla	65	1.01		I₁ = 0.39										
D91 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88		I₂ = 0										
D91 EE Cigudosa	34	0.13		I₃ = 0.63										
D91 EE Val	24	0.08		I₄ = 0										
D91 EE La Tranquera	79	2.15												
D91 EE Cueva Foradada	22	0.36												
D91 EE Calanda + Sartolea	107	2.95												
D91 EE Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección DMI3														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTIA				
	Riego		Industrial		Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro						Volumétrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA Pamplona	49			36	13	0	36	0	0	0.74	0.65		0.00	
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA Vitoria	78			58	19	0	58	0	0	0.75	0.74		0.00	
091 DT Zadora	153			48	107	0	48	0	0	0.30	0.27		0.00	
DR Aragón bajo y Arga		48		48	2	0	48	0	0	0.96		1.00	1.00	
DR Aragón medio		97		95	2	0	95	0	0	0.98		1.00	1.00	
DR Arba		40		39	1	0	39	0	0	0.96		0.98	1.00	
DR C.Bardenas		328		314	14	0.4	188	126	0	0.96		0.96	0.96	
DR C.Bardenas y Ara.alto		137		131	7	0	131	0	0	0.95		0.96	0.96	
DR Ega		25		22	3	0	22	0	0	0.87		0.91	0.93	
Sistema total	332	675		838	169		712	126						
Aportaciones: 2991 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190		7.53											I₁ = 0.83
091 EE.Alcoz	82		1.20											I₂ = 0.69
091 EE.Eugui	21		0.09											I₃ = 0.72
091 EE.Loiz	409		1.71											I₄ = 0
091 EE.Yesa	411		8.65											
Sistema total	1113		19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección DMI3													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo				
									En volumen	En 10 años			
								Retorno Volumétrico	Anual	Bianual	En 10 años		
091 DA C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	0.99	0.99		0.80	
091 DA CAC	21			21	0	0	21	0	0.99	0.99		0.60	
091 DA Huesca	8			7	0	0	7	0	0.96	0.95		0.60	
091 DA Lleida	27			21	7	0	21	0	0.76	0.76		0.00	
091 DA RAA	15			15	0	0	15	0	0.99	0.99		0.40	
091 DA Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	0.99	0.99		0.20	
091 DA Resto Segre+Cinra	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00		0.80	
091 DR C. A. Urgel		195		195	4	0.4	115	76	0.98		1.00	1.00	
091 DR C.P.Urgel (reg.inv.)		43		41	2	0	41	0	0.96		0.96	0.93	1.00
091 DR C.P.Urgel+ Segre alto		464		448	18	0.4	288	178	0.96		0.96	1.00	1.00
091 DR CAC alto y Esera		325		225	100	0.4	135	90	0.89		0.87	0.74	0.00
091 DR CAC bajo		258		211	47	0.4	127	84	0.82		0.78	0.74	0.40
091 DR Cinra		94		90	4	0	90	0	0.96		1.00	1.00	1.00
091 DR Ebro (Gallego-Segre)		175		169	6	0.4	102	68	0.97		1.00	1.00	0.80
091 DR Fluvià y Alcanadre		71		68	3	0	68	0	0.96		0.96	1.00	1.00
091 DR Gallego		202		170	32	0.4	102	68	0.84		0.87	0.93	0.40
091 DR Nog. Pallaresa		14		14	0	0	14	0	0.97		0.96	0.96	1.00
091 DR Pñana y N. Rib.		170		120	50	0.4	72	48	0.71		0.71	0.67	0.20
091 DR RAA-C Cinra		399		358	41	0.4	215	143	0.90		0.95	0.93	0.60
091 DR RAA-C Monnegros		61		55	6	0	55	0	0.90		0.95	0.93	0.60
091 DR RAA-Monnegros y Fluvià		459		417	42	0.4	250	167	0.91		0.95	0.96	0.60
091 DR Segre bajo		145		140	4	0	140	0	0.97		0.98	0.96	1.00
Sistema total	133	3075		2842	366		1919	923					
Aportaciones: 4603 hm ³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual	Índices				
	hm ³	hm ³		hm ³	hm ³	hm ³	hm ³		I ₁ = 0.89	I ₂ = 0.78	I ₃ = 0.38	I ₄ = 0	
091 EE Bobal + Lanza	61	1.60	091 EFCanelles + Escalles	660	10.73								
091 EE La Sotomera	164	8.29	091 EESanta Ana	173	3.91								
091 EE Vadiello	15	0.00	091 EFCamaasa+Talam+Ter	341	7.31								
091 EE Montearagon	51	0.18	091 EERialp + Oliana	478	5.30								
091 EE Grado I + Mediano	539	15.25	091 EECinzana	12	0.07								
091 EE Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87								

BALANCE EJE: Proyección ETH															
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida		GARANTÍA				En tiempo				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo				
									Volumétrica	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años	
091 DA Delta+resto	39			36	3		36	0	0.92	0.92			0.40		
091 DA Resto Ebro alto	70			63	7		13	50	0.90	0.89			0.40		
091 DA Resto Ebro medio	50			46	4		46	0	0.91	0.91			0.40		
091 DA Resto Eje Ebro	40			37	3		37	0	0.91	0.91			0.40		
091 DA Zaragoza	181			164	17		33	131	0.91	0.90			0.40		
091 DI Asco			2438	2230	208		45	2185	0.91	0.91			0.40		
091 DI Escabron			287	261	26		1	261	0.91	0.91			0.40		
091 DT Rindecañas	7			2	5		2	0	0.24	0.21			0.00		
091 DT Taragona	70			59	11		59	0	0.84	0.85			0.40		
091 DT Ordunte	5			2	3		2	0	0.45	0.38			0.00		
091 DR AfL Aragón-Huerva		57		49	8		49	0	0.86				0.40		
091 DR C.Delta		557		498	59		498	0	0.89	0.89			0.60		
091 DR C.Delta (reg.inv.)		167		149	18		149	0	0.89	0.91			0.60		
091 DR C.Imperial		239		192	47		115	77	0.80	0.80			0.40		
091 DR C.Lodosa y otros		289		187	102		112	75	0.65	0.67			0.20		
091 DR C.Lodosa-Aragon		53		37	16		37	0	0.69	0.69			0.40		
091 DR C.Tauste y otros		113		108	5		65	43	0.96	0.96			1.00		
091 DR Ebro (Segre-Cherta)		84		71	13		71	0	0.84	0.82			0.40		
091 DR Resto Ebro alto		13		8	5		8	0	0.62	0.55			0.20		
091 DR Zadorra		46		23	23		23	0	0.49	0.42			0.00		
Sistema total	462	1618	2725	4220	584		1397	2823							
Aportaciones: 1524 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³												Índices	
	Evaporación anual	hm ³													
															I ₁ = 0.88
															I ₂ = 0.17
091 EE Ebro	539													I ₃ = 1.77	
091 EP Mequinenza	1334														
091 EP Ribarroja	136														
Sistema total	2009													I₁ = 0.63	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección ETH													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años	
									Volúmetrica	Mensual	Anual		
								Tanto por uno			Bianual		
091 DA. Logroño	35			20	15	0	20	0	0.56	0.44			0.00
091 DL. Andorra			18	12	6	0	12	0	0.66	0.63			0.00
091 DR. Aguas Vivas		35		5	30	0	5	0	0.15		0.07	0.04	0.00
091 DR. Alhama		93		11	82	0	11	0	0.12		0.00	0.00	0.00
091 DR. Cidacos		31		5	25	0	5	0	0.18		0.02	0.00	0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		45	45	0	45	0	0.50	0.45	0.30	0.44	0.00
091 DR. Guadalupe bajo		41		24	17	0	24	0	0.59	0.56	0.44	0.00	0.00
091 DR. Iregua		63		11	52	0	11	0	0.17		0.02	0.00	0.00
091 DR. Jalon alto		22		4	18	0	4	0	0.17		0.07	0.11	0.00
091 DR. Jalon bajo		219		67	152	0.4	40	27	0.30	0.22	0.11	0.00	0.00
091 DR. Filoca		85		9	76	0	9	0	0.11		0.04	0.04	0.00
091 DR. Martín		53		17	36	0	17	0	0.33	0.25	0.19	0.00	0.00
091 DR. Mataraña		55		9	46	0	9	0	0.17		0.09	0.04	0.00
091 DR. Najerilla		71		36	35	0	36	0	0.51	0.44	0.26	0.00	0.00
091 DR. Queiles		58		11	47	0	11	0	0.19	0.15	0.00	0.00	0.00
091 DR. Tiron		36		9	27	0	9	0	0.25	0.22	0.07	0.00	0.00
Sistema total	35	951	18	294	709		267	27					
Aportaciones: 971 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE. Marsilla	65	1.01											I ₁ = 0.29
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											I ₂ = 0
091 EE. Cigudosa	34	0.13											I ₃ = 0.70
091 EE. Val	24	0.08											I ₄ = 0
091 EE. La Tranquera	79	2.15											
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95											
091 EE. Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección ETH														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTIA			
	Riego		Industrial		Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En tiempo				
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³						hm ³	hm ³	Envolúmen	En tiempo	
Abastecimiento	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Volúmetrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años	
091 DA Pamplona	49				31	18	0	31	0	0.63	0.55			0.00
091 DA Resto Aragón	53				48	5	0	48	0	0.91	0.91			0.40
091 DA Vitoria	78				52	26	0	52	0	0.67	0.65			0.00
091 DT Zadora	153				34	119	0	34	0	0.22	0.20			0.00
DR Aragón bajo y Arga		48			39	9	0	39	0	0.82		0.87	0.78	0.40
DR Aragón medio		97			81	16	0	81	0	0.84		0.85	0.78	0.60
DR Arba		40			32	8	0	32	0	0.80		0.78	0.67	0.40
DR C.Bardenas		328			257	72	0.4	154	103	0.78		0.76	0.67	0.40
DR C.Bardenas y Ara.alto		137			106	31	0	106	0	0.78		0.76	0.67	0.40
DR Ega		25			17	8	0	17	0	0.67		0.71	0.52	0.40
Sistema total	332	675			696	311		593	103					
Aportaciones: 2699 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual		Índices										
	hm ³	hm ³												
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190	7.53												
091 EE.Alcoz	82	1.20												
091 EE.Eugui	21	0.09												
091 EE.Itoiz	409	1.71												
091 EE.Yesa	411	8.65												
Sistema total	1113	19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección ETH													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo		En volumen Volumétrica	Tanto por uno	En 10 años	
								Coef. Retorno Tanto por uno	Coef. Retorno Tanto por uno				Annual	Bianual
091 DA C.P.Urgel	14			13	1	0	13	0	0.91	0.91		0.40	
091 DA CAC	21			19	2	0	19	0	0.91	0.91		0.20	
091 DA Huesca	8			6	2	0	6	0	0.73	0.72		0.40	
091 DA Lleida	27			18	9	0	18	0	0.67	0.66		0.00	
091 DA RAA	15			14	1	0	14	0	0.91	0.91		0.20	
091 DA Resto Gallego	11			10	1	0	10	0	0.89	0.88		0.20	
091 DA Resto Segre+Cinca	37			34	3	0	34	0	0.92	0.92		0.40	
091 DR C. A. Urgel		195		167	28	0.4	100	67	0.86		0.85	0.81	
091 DR C.P.Urgel (reg.inv.)		43		34	9	0	34	0	0.80		0.82	0.70	
091 DR C.P.Urgel+ Segre alto		464		367	97	0.4	220	147	0.79		0.78	0.67	
091 DR CAC alto y Esora		325		179	146	0.4	107	71	0.55		0.64	0.37	
091 DR CAC bajo		258		177	81	0.4	106	71	0.69		0.64	0.56	
091 DR Cinca		94		76	18	0	76	0	0.81		0.82	0.81	
091 DR Ebro (Gallego+Segre)		175		144	31	0.4	87	58	0.82		0.80	0.78	
091 DR Fluvià y Alcanadre		71		57	14	0	57	0	0.80		0.81	0.40	
091 DR Gallego		202		134	68	0.4	81	54	0.66		0.62	0.44	
091 DR Nog. Pallaresa		14		12	2	0	12	0	0.83		0.82	0.81	
091 DR Pñana y N. Rib.		170		100	70	0.4	60	40	0.59		0.58	0.48	
091 DR RAA-C Cinca		399		296	103	0.4	178	118	0.74		0.78	0.74	
091 DR RAA-C Monegros		61		45	16	0	45	0	0.74		0.73	0.67	
091 DR RAA-Monegros y Fluvià		459		344	115	0.4	206	138	0.75		0.71	0.67	
091 DR Segre bajo		145		120	25	0	120	0	0.83		0.82	0.74	
Sistema total	133	3075		2366	842		1603	763					
Aportaciones: 4126 hm ³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ = 0.74	I ₂ = 0.05	
091 EE Bobal + Lanza	61	1.80	091 EFC anelles + Escales	680	10.73								
091 EE La Sotomera	164	8.29	091 EE Santa Ana	173	3.91								
091 EE Vadiello	15	0.00	091 EFC amaras+Talam+Ter	341	7.31								
091 EE Montearagon	51	0.18	091 EE Rialp + Oliana	478	5.30								
091 EE Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE Cinra	12	0.07								
091 EE Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87								

BALANCE EJE: Proyección GK.55														
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	E n tiempo			E n 10 años		
									En volumen	Mensual	Anual			
									Tanto por uno					
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	1.4	56	1.00	1.00			1.00	
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00			1.00	
091 DI.Aско			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00			1.00	
091 DI.Es carbon			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00			1.00	
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.29	0.25			0.00	
091 DT.Tarragona	70			68	2	0	68	0	0.98	0.98			0.60	
091 DT.Orduña	5			3	2	0	3	0	0.60	0.51			0.00	
091 DR.Af.Aragon-Huerva				56	1	0	56	0	0.98		0.98	1.00	1.00	
091 DR.C Delta				551	6	0	551	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
091 DR.C Delta (reg.inv.)				167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
091 DR.C Imperial				239	9	0.4	138	92	0.96		0.96	0.96	0.80	
091 DR.C Lodosa y otros				289	34	0.4	153	102	0.88		0.89	0.85	0.60	
091 DR.C Lodosa-Aragon				48	5	0	48	0	0.91		0.93	0.89	0.60	
091 DR.C.Taute y otros				113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Sagne-Cherta)				82	2	0	82	0	0.97		0.96	0.96	1.00	
091 DR.Resto Ebro alto				11	2	0	11	0	0.87		0.84	0.81	0.60	
091 DR.Zadora				35	11	0	35	0	0.76		0.71	0.63	0.20	
Sistema total	462	1618	2725	4727	78		1611	3116						
Aportaciones: 1910 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³												Índices
	Evaporación anual	hm ³												
	091 EE.Ebro	539											I ₁ = 0.98	
	091 EP.Mequinenza	1334											I ₂ = 0.97	
	091 EP.Fib-arroja	136											I ₃ = 1.47	
Sistema total	2009												I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección GK \$\$														
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo		
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años	
									Tanto por uno					
091 DA Logroño	35			25	10	0	25	0	0.71	0.57				0.00
091 DI Andorra			18	15	2	0	15	0	0.87	0.87				0.20
091 DR. Aguas Vivas		33		7	28	0	7	0	0.20		0.09		0.04	0.00
091 DR. Alhama		93		16	77	0	16	0	0.17		0.05		0.00	0.00
091 DR. Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.24		0.02		0.00	0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		64	26	0	64	0	0.71		0.71		0.70	0.20
091 DR. Guadalupe b.ajo		41		31	10	0	31	0	0.75		0.75		0.67	0.40
091 DR. Iregua		63		16	47	0	16	0	0.26		0.04		0.00	0.00
091 DR. Jalon alto		22		5	16	0	5	0	0.24		0.09		0.07	0.00
091 DR. Jalon bajo		219		103	116	0.4	62	41	0.47		0.42		0.22	0.00
091 DR. Jiloca		85		15	70	0	15	0	0.18		0.09		0.11	0.00
091 DR. Martín		53		25	28	0	25	0	0.47		0.42		0.22	0.00
091 DR. Matarraña		55		13	42	0	13	0	0.24		0.15		0.04	0.00
091 DR. Najerilla		71		54	17	0	54	0	0.77		0.78		0.70	0.20
091 DR. Queiles		58		15	43	0	15	0	0.26		0.22		0.04	0.00
091 DR. Tiron		36		13	23	0	13	0	0.37		0.29		0.15	0.00
Sistema total	35	951	18	425	579		383	41						
Aportaciones: 1218 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³	Índices											
			$I_1 = 0.42$	$I_2 = 0.0$	$I_3 = 0.65$	$I_4 = 0$								
091 EE. Mansilla	65	1.01												
091 EE. Pajares + Glez Lacasa	68	0.88												
091 EE. Cigudosa	34	0.13												
091 EE. Val	24	0.08												
091 EE. La Tranquera	79	2.15												
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95												
091 EE. Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.26												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección CK \$S														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA					
	Riego		Industrial	Suministro		Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En 10 años		
	Abastecimiento	Riego	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³		hm ³	hm ³
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Biamual		
091 DA Pamplona	49			39	10	0	39	0	0.80	0.73			0.00	
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA Vitoria	78			63	15	0	63	0	0.81	0.79			0.00	
091 DT Zadora	153			58	95	0	58	0	0.38	0.36			0.00	
DR. Aragón bajo y Arga		48		46	2	0	46	0	0.95		0.96	0.96	1.00	
DR. Aragón medio		97		95	2	0	95	0	0.98		0.96	0.96	1.00	
DR. Arba		40		39	1	0	39	0	0.96		0.96	0.96	0.80	
DR. C. Bardenas		328		313	15	0.4	188	125	0.95		0.96	0.96	0.60	
DR. C. Bardenas y Ara.alto		137		131	6	0	131	0	0.96		0.96	0.96	0.60	
DR. Ega		25		23	2	0	23	0	0.91		0.93	0.89	0.60	
Sistema total	332	675		859	149		733	125						
Aportaciones: 3384 hm ³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual										Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190		7.53										I₁ = 0.85	
091 EE.Alcoz	82		1.20										I₂ = 0.69	
091 EE.Eugui	21		0.09										I₃ = 0.75	
091 EE.Loiz	409		1.71										I₄ = 0	
091 EE.Yesa	411		8.65											
Sistema total	1113		19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección GK'SS													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro		Retorno		En volumen		En tiempo		
	hm ³	emb	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Deficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Reborno hm ³	Volumétrica Mensual	Anual Bismual	En 10 años
091 DA C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	0	0.99	0.99	0.80
091 DA CAC	21				21	0	0	21	0	0	1.00	1.00	0.80
091 DA Huesca	8				7	0	0	7	0	0	0.96	0.95	0.80
091 DA Lleida	27				23	4	0	23	0	0	0.86	0.86	0.40
091 DA RAA	15				15	0	0	15	0	0	0.99	0.99	0.60
091 DA Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	0	0.99	0.99	0.60
091 DA Resto Segre+Circa	37				37	0	0	37	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR C.A.Urgel			195		191	4	0.4	115	76	0	0.98	0.98	1.00
091 DR C.P.Urgel (reg. inv.)			43		41	2	0	41	0	0	0.96	0.96	1.00
091 DR C.P.Urgel+ Segre alto			464		444	20	0.4	267	178	0	0.96	0.96	1.00
091 DR CAC alto y Esora			325		242	83	0.4	145	97	0	0.74	0.89	0.85
091 DR CAC bajo			238		225	33	0.4	135	90	0	0.87	0.85	0.85
091 DR Circa			94		91	3	0	91	0	0	0.97	0.96	0.96
091 DR Ebro (Gallego-Segre)			175		170	5	0.4	102	68	0	0.97	0.96	1.00
091 DR Flumen y Alcanadre			71		69	2	0	69	0	0	0.97	0.96	1.00
091 DR Gallego			202		178	24	0.4	107	71	0	0.88	0.87	0.93
091 DR Nog Pallaresa			14		14	0	0	14	0	0	0.97	0.96	0.96
091 DR Piñana y N.Rib.			170		137	33	0.4	82	55	0	0.80	0.78	0.74
091 DR RAA-C.Circa			399		368	31	0.4	221	147	0	0.92	0.96	0.96
091 DR RAA-C.Monegros			61		56	5	0	56	0	0	0.92	0.93	0.96
091 DR RAA-Monegros y Flumen			439		423	36	0.4	254	169	0	0.92	0.95	0.96
091 DR Segre bajo			145		141	4	0	141	0	0	0.97	0.96	0.96
Sistema total	133		3075		2920	288		1968	951				
Aportaciones: 5196 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices		
	hm ³	emb	hm ³	emb	hm ³	emb	hm ³	emb	hm ³	emb	I ₁	I ₂	
091 EE Bubal + Lamza	61		160		091 EFCanelles + Escalles	660		10.73			I₁ = 0.91		
091 EE La Sotonera	164		829		091 EESanta Ana	173		3.91			I₂ = 0.86		
091 EE Vadiello	15		0.00		091 EPCamansa+Talam+Ter	341		7.31			I₃ = 0.44		
091 EE Mont Aragón	51		0.18		091 EERialp + Oliana	478		5.30			I₄ = 0		
091 EE Grado I + Mediano	539		15.25		091 EECirrana	12		0.07					
091 EE Joaquin Costa	79		3.23		Sistema total	2573		55.87					

BALANCE EJE: Proyección ICTP													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Volúmetría	Mensual	Anual	Bis anual	En 10 años
Tanto por uno													
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00			1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00			1.00
091 DI.Escatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00			1.00
091 DTR.Indecañás	7			3	4	0	3	0	0.47	0.43			0.00
091 DT.Taragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00			1.00
091 DT.Orduña	5			4	1	0	4	0	0.77	0.64			0.00
091 DR.Af.Aragon-Huerva		57		57	0	0	57	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Delta		557		557	0	0	557	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Delta (reg.inv.)		167		167	0	0	167	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Imperial		239		239	0	0.4	143	96	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Lodosa y otros		289		289	0	0.4	173	116	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.C.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00	1.00			1.00
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		84	0	0	84	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.Resto Ebro alto		13		13	0	0	13	0	1.00	1.00			1.00
091 DR.Zadorna		46		46	0	0	46	0	1.00	1.00			1.00
Sistema total	462	1618	2725	4800	5		1667	3133					
Aportaciones: 3541 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³											
091 EE.Ebro	539	20.9											I ₁ = 1.00
091 EP.Mequinza	1334	26.2											I ₂ = 1.00
091 EP.Ribarroja	136	6.4											I ₃ = -0.36
Sistema total	2009	53.5											I₄ = 0

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección ICTP															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA						
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo			
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años		
									Tanto por uno						
091 DA. Logroño	35			31	4	0	31	0	0.88	0.77				0.00	
091 DI. Andorra			18	18	0	0	18	0	1.00	0.99				0.80	
091 DR. Aguas Vivas		35		11	24	0	11	0	0.32		0.18	0.07		0.00	
091 DR. Alhama		93		35	58	0	35	0	0.37		0.29	0.04		0.00	
091 DR. Cidacos		31		11	20	0	11	0	0.34		0.15	0.00		0.00	
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		88	2	0	88	0	0.98		0.98	0.96		1.00	
091 DR. Guadalupe bajo		41		41	0	0	41	0	0.99		1.00	1.00		1.00	
091 DR. Iregua		63		28	35	0	28	0	0.44		0.31	0.07		0.00	
091 DR. Jalon alto		22		10	12	0	10	0	0.45		0.27	0.15		0.00	
091 DR. Jalon bajo		219		170	49	0.4	102	68	0.78		0.93	0.85		0.20	
091 DR. Filoca		85		33	52	0	33	0	0.39		0.22	0.11		0.00	
091 DR. Martín		53		40	13	0	40	0	0.75		0.85	0.70		0.00	
091 DR. Matareña		55		21	34	0	21	0	0.38		0.29	0.19		0.00	
091 DR. Najerilla		71		71	0	0	71	0	1.00		1.00	1.00		1.00	
091 DR. Queiles		58		28	30	0	28	0	0.49		0.53	0.26		0.00	
091 DR. Tiron		36		22	14	0	22	0	0.61		0.65	0.52		0.00	
Sistema total	35	951	18	656	348		588	68							
Aportaciones: 2259 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices										
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³											
091 EE. Marsilla	65	1.01													I₁ = 0.65
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88													I₂ = 0.43
091 EE. Cigudosa	34	0.13													I₃ = 0.71
091 EE. Val	24	0.08													I₄ = 0
091 EE. La Tranquera	79	2.15													
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36													
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95													
091 EE. Caspe II	81	1.72													
Sistema total	480	9.28													

BALANCE MARGEN IZQUIERDA.1: Proyección ICTP													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTIA		
	Riego		Industrial	Suministro		Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En 10 años	
	Abastecimiento	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³		hm ³	Mensual	Anual	Biamual
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno			
091 DA Pamplona	49			48	1	0	48	0	0	0.98	0.97		0.20
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Vitoria	78			77	1	0	77	0	0	0.99	0.98		0.80
091 DT Zadora	153			138	15	0	138	0	0	0.90	0.89		0.40
DR. Aragón bajo y Arga			48	47	1	0	47	0	0	0.98		1.00	1.00
DR. Aragón medio			97	97	0	0	97	0	0	1.00		1.00	1.00
DR. Arba			40	40	0	0	40	0	0	1.00		1.00	1.00
DR. C. Bardenas			328	328	0	0.4	197	131	0	1.00		1.00	1.00
DR. C. Bardenas y Ara.alto			137	137	0	0	137	0	0	1.00		1.00	1.00
DR. Ega			25	25	0	0	25	0	0	1.00		1.00	1.00
Sistema total	332		675	990	18		858	131					
Aportaciones: 6276 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190		7.53										
091 EE.Alcoz	82		1.20										
091 EE.Eugui	21		0.09										
091 EE.Lobiz	409		1.71										
091 EE.Yesa	411		8.65										
Sistema total	1113		19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección ICTP														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En tiempo				
	hm ²	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					Volúmen	Mensual	Anual	Biannual	En 10 años
					hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Anual	Biannual	En 10 años		
091 DA C.P.Urgel		14			14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA CAC		21			21	0	0	21	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Huesca		8			8	0	0	8	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Lleida		27			27	0	0	27	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA RAA		15			15	0	0	15	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Resto Gallego		11			11	0	0	11	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA Resto Segre+ Cinra		37			37	0	0	37	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C. A. Urgel			195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.P.Urgel (reg.invr.)			43		43	0	0	43	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR C.P.Urgel+ Segre alto			464		464	0	0.4	278	186	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR CAC alto y Esora			325		310	14	0.4	186	124	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR CAC bajo			258		258	0	0.4	155	103	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Cinra			94		94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Ebro (Gallego+Segre)			175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Flumen y Alcanadre			71		71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Gallego			202		202	0	0.4	121	81	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Nog. Pallaresa			14		14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Pñana y N. Rib.			170		170	0	0.4	102	68	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR RAA-C Cinra			399		399	0	0.4	239	160	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR RAA-C Monegros			61		61	0	0	61	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR RAA-Monegros y Flumen			459		459	0	0.4	275	184	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR Segre bajo			145		145	0	0	145	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
Sistema total	133	3075	3193	14	2140	1053	2140	1053	2140	1.00	1.00	1.00	1.00	
Aportaciones: 9655 hm ³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ =	I ₂ =	I ₃ =	I ₄ =
091 EE Ebbal + Lanza	61	1.60	091 EPC anelles + Escales	660	10.73						1.00	1.00	0.67	0
091 EE La Sotomera	164	8.29	091 EE Santa Ana	173	3.91									
091 EE Vadiello	15	0.00	091 EPC amarasá+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE Montearagon	51	0.18	091 EE Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE Cinra	12	0.07									
091 EE Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección KNMI													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³		Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años
										Volumétrica	Mensual	Anual		Bianual
										Tanto por uno			
D91 DA.Delta+resto	39			36	2	0	36	0	0.94	0.93			0.40
D91 DA.Resto Ebro alto	70			64	6	0.8	13	51	0.92	0.92			0.40
D91 DA.Resto Ebro medio	50			46	4	0	46	0	0.93	0.93			0.40
D91 DA.Resto Eje Ebro	40			37	3	0	37	0	0.93	0.93			0.40
D91 DA.Zaragoza	181			167	14	0.8	33	133	0.92	0.92			0.40
D91 DI.Asoo			2438	2275	163	0.98	45	2229	0.93	0.93			0.40
D91 DI.Escabon			287	264	23	1	0	264	0.92	0.92			0.40
D91 DT.Findecañas	7			2	5	0	2	0	0.24	0.20			0.00
D91 DT.Tarragona	70			60	10	0	60	0	0.86	0.87			0.40
D91 DT.Odunte	5			2	3	0	2	0	0.45	0.39			0.00
D91 DR.Añ.Aragon-Huerva		57		50	7	0	50	0	0.87		0.87	0.81	0.60
D91 DR.C.Delta		557		510	47	0	510	0	0.91		0.91	0.89	0.60
D91 DR.C.Delta (reg.inv.)		167		152	15	0	152	0	0.91		0.93	0.85	0.60
D91 DR.C.Imperial		239		198	41	0.4	119	79	0.83		0.82	0.78	0.40
D91 DR.C.Lodosa y otros		289		188	101	0.4	113	75	0.65		0.69	0.56	0.20
D91 DR.C.Lodosa-Aragon		53		38	15	0	38	0	0.71		0.71	0.59	0.40
D91 DR.C.Tarata y otros		113		110	3	0.4	66	44	0.98		0.98	0.96	1.00
D91 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		72	12	0	72	0	0.86		0.84	0.85	0.40
D91 DR.Resto Ebro alto		13		8	5	0	8	0	0.63		0.56	0.44	0.20
D91 DR.Zadara		46		22	24	0	22	0	0.48		0.36	0.26	0.00
Sistema total	462	1618	2725	4302	503		1425	2877					
Aportaciones: 1496 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³											Índices
	Evaporación anual	hm ³											I ₁ = 0.90
			539	20.9									I ₂ = 0.17
			1334	26.2									I ₃ = -1.88
			136	6.4									I ₄ = 0.66
Sistema total	2009	53.5											

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección																		
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTIA									
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo						
									Volúmetrica	Mensual	Anual	Bianual	Anual	En 10 años				
									Tanto por uno									
01 DA Logroño	35			20	14	0	20	0	0.59	0.46								
01 DI Andorra			18	12	5	0	12	0	0.70	0.70								
01 DR Aguas Vivas		35		5	30	0	5	0	0.14		0.05	0.04						
01 DR Alhama		93		10	82	0	10	0	0.11		0.00	0.00						
01 DR Cidacos		31		6	25	0	6	0	0.19		0.00	0.00						
01 DR Guadalupe alto y medio		90		46	44	0	46	0	0.51		0.49	0.30						
01 DR Guadalupe bajo		41		24	17	0	24	0	0.59		0.60	0.44						
01 DR Iregua		63		11	52	0	11	0	0.17		0.02	0.00						
01 DR Jalon alto		22		4	18	0	4	0	0.18		0.07	0.07						
01 DR Jalon bajo		219		69	150	0.4	41	28	0.32		0.24	0.11						
01 DR Jiloca		85		9	76	0	9	0	0.11		0.04	0.04						
01 DR Martín		53		18	35	0	18	0	0.33		0.25	0.19						
01 DR Mataraña		55		9	46	0	9	0	0.16		0.09	0.04						
01 DR Najerilla		71		37	34	0	37	0	0.52		0.45	0.26						
01 DR Queiles		58		11	47	0	11	0	0.19		0.13	0.00						
01 DR Tiron		36		9	27	0	9	0	0.23		0.22	0.04						
Sistema total	35	951	18	301	703		273	28										
Aportaciones: 953 hm ³																		
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices				
	hm ³	hm ³												I ₁ = 0.30	I ₂ = 0			
01 EE Marsilla	65	1.01												I ₃ = 0.68	I ₄ = 0			
01 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88																
01 EE Cigudosa	34	0.13																
01 EE Val	24	0.08																
01 EE La Traquera	79	2.15																
01 EE Cueva Foradada	22	0.36																
01 EE Calanda + Santolea	107	2.95																
01 EE C. aspe II	81	1.72																
Sistema total	480	9.28																

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección KNMI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo			
									Evaporación anual hm ³	Capacidad de embalse hm ³	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
D91 DA Pamplona	49			31	18	0	31	0	0.63	0.53			0.00	
D91 DA Resto Aragón	53			49	4	0	49	0	0.92	0.92			0.40	
D91 DA Vitoria	78			51	26	0	51	0	0.66	0.65			0.00	
D91 DT Zadorra	153			33	120	0	33	0	0.21	0.19			0.00	
DR Aragón bajo y Aiga		48		40	8	0	40	0	0.83		0.89	0.81	0.40	
DR Aragón medio		97		83	14	0	83	0	0.85		0.85	0.81	0.60	
DR Aba		40		33	7	0	33	0	0.83		0.84	0.74	0.40	
DR C.Bardenas		328		266	62	0.4	160	106	0.81		0.80	0.74	0.40	
DR C.Bardenas y Araalbo		137		109	28	0	109	0	0.80		0.78	0.70	0.40	
DR Ega		25		17	8	0	17	0	0.68		0.71	0.56	0.40	
Sistema total	332	675		712	296		605	106						
Aportaciones: 2649 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³												Índices
D91 EP.Ullivari + Urrinaga	190	7.53												I₁ = 0.71
D91 EE Alcoz	82	1.20												I₂ = 0.12
D91 EE Eguiz	21	0.09												I₃ = 0.73
D91 EE Itoiz	409	1.71												I₄ = 0.36
D91 EE Yesa	411	8.65												
Sistema total	1113	19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección KNMI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		En 10 años	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual		
Tanto por uno													En 10 años	
091 DA C.P.Urgel	14			13	1	0	13	0	0.92	0.92			0.40	
091 DA CAC	21			20	2	0	20	0	0.92	0.92			0.20	
091 DA Huesca	8			6	2	0	6	0	0.78	0.77			0.40	
091 DA Lleida	27			13	10	0	18	0	0.63	0.64			0.00	
091 DA RAA	15			14	1	0	14	0	0.94	0.94			0.20	
091 DA Resto Gallego	11			10	1	0	10	0	0.91	0.91			0.20	
091 DA Resto Segre+Cinra	37			35	3	0	35	0	0.93	0.93			0.40	
091 DR C.A.Urgel		195		170	25	0.4	102	68	0.87		0.87	0.85	0.40	
091 DR C.P.Urgel (reg.inv.)		43		35	8	0	35	0	0.82		0.84	0.70	0.40	
091 DR C.P.Urgel+Segre alto		464		381	83	0.4	229	152	0.82		0.84	0.81	0.40	
091 DR CAC alto y Esera		325		183	142	0.4	110	73	0.56		0.65	0.37	0.00	
091 DR CAC bajo		258		175	83	0.4	105	70	0.68		0.62	0.59	0.20	
091 DR Cinra		94		78	16	0	78	0	0.82		0.84	0.81	0.40	
091 DR Ebro (Gallego+Segre)		175		148	27	0.4	89	59	0.84		0.84	0.81	0.40	
091 DR Flumen y Alcanadre		71		58	13	0	58	0	0.82		0.81	0.40	0.40	
091 DR Gallego		202		136	66	0.4	82	54	0.67		0.62	0.48	0.20	
091 DR Nog.Pallaresa		14		12	2	0	12	0	0.83		0.84	0.81	0.40	
091 DR Pñana y N.Rib.		170		98	72	0.4	59	39	0.38		0.58	0.41	0.00	
091 DR RAA-C Cinra		399		304	95	0.4	182	122	0.76		0.78	0.74	0.40	
091 DR RAA-C Monegros		61		47	14	0	47	0	0.77		0.78	0.70	0.40	
091 DR RAA-Monegros y Flumen		459		353	106	0.4	212	141	0.77		0.75	0.74	0.40	
091 DR Segre bajo		145		123	22	0	123	0	0.83		0.84	0.78	0.40	
Sistema total	133	3075		2415	793		1636	779						
Aportaciones: 4059 hm ³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices							
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ = 0.75	I ₂ = 0.05	I ₃ = 0.40	I ₄ = 0.29				
091 EE Ebbal + Lanza	61	1.80	091 EFC anelles + Escales	660	10.73									
091 EE La Sotomera	164	8.29	091 EE Santa Ana	173	3.91									
091 EE Vadiello	15	0.00	091 EFC amaras+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE Montearagon	51	0.18	091 EE Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE Cinra	12	0.07									
091 EE Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección MPI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA a servir					GARANTIA			
	Riego		Industrial		Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	Abastecimiento	hm ³	hm ³	hm ³						hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
091 DA.Dellat resto	39				38	0	0	38	0	0.99	0.99			0.60
091 DA.Resto Ebro alto	70				69	1	0.8	14	53	0.99	0.98			0.60
091 DA.Resto Ebro medio	50				49	1	0	49	0	0.99	0.98			0.60
091 DA.Resto Eje Ebro	40				39	1	0	39	0	0.99	0.98			0.60
091 DA.Zaragoza	181				178	3	0.8	36	142	0.98	0.98			0.40
091 DI.Asco			2438		2397	40	0.98	48	2349	0.98	0.98			0.60
091 DI.Escabron			287		282	6	1	0	282	0.98	0.98			0.40
091 DT.Rudecañas	7				2	5	0	2	0	0.24	0.20			0.00
091 DT.Tarragona	70				66	4	0	66	0	0.94	0.95			0.40
091 DT.Ondurte	5				3	2	0	3	0	0.53	0.45			0.00
091 DR.AL Aragón-Huerta		57			54	3	0	54	0	0.95		0.96	0.96	0.80
091 DR.C.Delta		557			541	16	0	541	0	0.97		0.98	0.96	1.00
091 DR.C.Delta (reg.inv.)		167			163	4	0	163	0	0.98		1.00	1.00	1.00
091 DR.C.Imperial		239			220	19	0.4	132	88	0.92		0.95	0.96	0.80
091 DR.C.Lodosa y otros		289			219	70	0.4	131	88	0.76		0.78	0.74	0.20
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53			42	11	0	42	0	0.80		0.76	0.74	0.40
091 DR.C.Taute y otros		113			113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00	1.00
091 DR.Ebro (Sage-C harta)		84			79	5	0	79	0	0.94		0.95	0.96	0.80
091 DR.Resto Ebro alto		13			10	4	0	10	0	0.73		0.65	0.59	0.20
091 DR.Zadara		46			27	19	0	27	0	0.58		0.49	0.41	0.00
Sistema total	462	1618	2725		4590	214		1542	3049					
Aportaciones: 1605 hm³														
Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse	Evaporación anual										Índices	
		hm ³	hm ³											
091 EE.Ebro		539	20.9										I ₁ = 0.96	
091 EF.Mequinezra		1354	26.2										I ₂ = 0.89	
091 EF.F. barroja		136	6.4										I ₃ = 1.86	
Sistema total		2009	53.5										I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección.MP														
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Envolumen		En tiempo		En 10 años	
									Volúmetría	Mensual	Anual	Bismual		Tanto por uno
D91 DA Logroño	35			23	12	0	23	0	0.66	0.52			0.00	
D91 DI Andorra			18	14	3	0	14	0	0.81	0.81			0.00	
D91 DR Aguas Vivas		35		6	29	0	6	0	0.17		0.05	0.04	0.00	
D91 DR Alhama		93		12	81	0	12	0	0.13		0.00	0.00	0.00	
D91 DR Cidacos		31		7	24	0	7	0	0.22		0.00	0.00	0.00	
D91 DR Guadalupe alto y medio		90		56	34	0	56	0	0.62		0.62	0.36	0.00	
D91 DR Guadalupe bajo		41		28	13	0	28	0	0.68		0.69	0.39	0.00	
D91 DR Iregua		63		13	50	0	13	0	0.21		0.02	0.00	0.00	
D91 DR Jalon alto		22		5	17	0	5	0	0.22		0.05	0.04	0.00	
D91 DR Jalon bajo		219		89	130	0.4	54	36	0.41		0.36	0.11	0.00	
D91 DR Jiloca		85		12	73	0	12	0	0.14		0.04	0.04	0.00	
D91 DR Martín		53		21	32	0	21	0	0.40		0.35	0.19	0.00	
D91 DR Matarraña		55		11	44	0	11	0	0.20		0.13	0.04	0.00	
D91 DR Najerilla		71		43	28	0	43	0	0.61		0.56	0.44	0.00	
D91 DR Queiles		58		13	45	0	13	0	0.22		0.16	0.00	0.00	
D91 DR Tiron		36		11	25	0	11	0	0.30		0.22	0.04	0.00	
Sistema total	35	951	18	365	639		329	36						
Aportaciones: 1024 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³	hm ³											
D91 EE Mansilla	65	1.01												I ₁ = 0.36
D91 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88												I ₂ = 0
D91 EE Cigudosa	34	0.13												I ₃ = 0.64
D91 EE Val	24	0.08												I ₄ = 0
D91 EE La Tranquera	79	2.15												
D91 EE Cueva Foradada	22	0.36												
D91 EE Calanda + Sartolea	107	2.95												
D91 EE Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección PRUDEN														
	DEMANDA a servir				Suministro hm ³	DEMANDA servida			Retorno hm ³	GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Evaporación anual hm ³		Capacidad de embalse hm ³	Deficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno		Consumo hm ³	Volumétrica	En tiempo		
												Annual	Bianual	En 10 años
										Tanto por uno				
091 DA.Pamplona	49				39	10	0	39	0	0.80	0.73		0.00	
091 DA. Resto Aragón	53				53	0	0	53	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA. Vitoria	78				63	15	0	63	0	0.81	0.79		0.00	
091 DT.Zadora	153				58	95	0	58	0	0.38	0.36		0.00	
DR. Aragón bajo y Arga			48		46	2	0	46	0	0.95		0.98	0.96	
DR. Aragón medio			97		95	2	0	95	0	0.98		0.98	0.96	
DR. Aba			40		39	1	0	39	0	0.96		0.96	0.96	
DR.C.Bardenas			328		313	15	0.4	188	12.5	0.95		0.96	0.96	
DR.C.Bardenas y Ara.alto			137		131	6	0	131	0	0.96		0.96	0.96	
DR. Ega			25		23	2	0	23	0	0.91		0.93	0.89	
Sistema total	332		675		859	149		733	125					
Aportaciones: 3384 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³		Evaporación anual hm ³											Índices
091 EP.Ullivani + Urainaga	190			7.53										I ₁ = 0.85
091 EE.Alloz	82			1.20										I ₂ = 0.69
091 EE.Eugui	21			0.09										I ₃ = 0.75
091 EE.Itoiz	409			1.71										I ₄ = 0
091 EE.Yesa	411			8.65										
Sistema total	1113			19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección MPI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Consumo	Retorno	Retorno	Revolución	Mensual	En tiempo	En 10 años	En 10 años	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	T año por uno	Annual			Bianual
					hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	T año por uno	T año por uno	T año por uno	T año por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	0.98	0.98			0.60	
091 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	0.99	0.98			0.20	
091 DA.Huesca	8			7	1	0	7	0	0.93	0.92			0.40	
091 DA.Lleida	27			19	8	0	19	0	0.71	0.71			0.00	
091 DA.RAA	15			14	0	0	14	0	0.98	0.98			0.20	
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	0.97	0.97			0.20	
091 DA.Resto Segre+Cinca	37			37	0	0	37	0	0.98	0.98			0.40	
091 DR.C.A.Urgel		195		186	9	0.4	111	74	0.95	0.96	0.96	0.96	0.80	
091 DR.C.P.Urgel (reg. inv.)		43		39	4	0	39	0	0.92		0.91	0.89	0.60	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464		424	40	0.4	254	170	0.91	0.91	0.93	0.93	0.60	
091 DR.CAC alto y Esora		325		211	114	0.4	127	84	0.85	0.85	0.78	0.52	0.00	
091 DR.CAC bajo		258		197	62	0.4	118	79	0.76	0.76	0.71	0.70	0.40	
091 DR.Cinca		94		88	6	0	88	0	0.93		0.93	0.96	0.60	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		163	12	0.4	98	65	0.93	0.93	0.93	0.96	0.80	
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		66	5	0	66	0	0.93	0.93	0.93	0.60	0.60	
091 DR.Gallego		202		139	43	0.4	95	64	0.79	0.79	0.76	0.74	0.40	
091 DR.Nog Pallarsa		14		13	1	0	13	0	0.93		0.95	0.96	0.60	
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		112	58	0.4	67	45	0.66	0.66	0.67	0.63	0.20	
091 DR.RAA-C.Cinca		399		343	56	0.4	206	137	0.86	0.86	0.89	0.93	0.60	
091 DR.RAA-C.Monegros		61		53	8	0	53	0	0.87		0.91	0.93	0.40	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459		398	61	0.4	239	159	0.87	0.87	0.91	0.93	0.60	
091 DR.Segre bajo		145		135	10	0	135	0	0.93		0.95	0.96	0.60	
Sistema total	133	3075		2709	499		1832	877						
Aportaciones: 4373 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices							
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ = 0.84	I ₂ = 0.62	I ₃ = 0.38	I ₄ = 0				
091 EE.Bubal + Larauza	61	1.60	091 EPC.Canales + Escalles	660	10.73									
091 EE.La Sotomera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91									
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EPC.Camasa+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE.Montsaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cuana	12	0.07									
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección SMHI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años		
									Volúmenes	Coef. Retorno	En tiempo			
									Mensual	Anual	Bianual			
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		0.80		
091 DA.Resto Ebro alto	70			69	1	0.8	14	53	0.98	0.98		0.60		
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	0.99	0.99		0.60		
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	0.99	0.99		0.60		
091 DA.Zaragoza	181			179	3	0.8	36	143	0.99	0.98		0.60		
091 DI.Asco			2438	2418	19	0.98	48	2370	0.99	0.99		0.60		
091 DI.Escabron			287	283	4	1	0	283	0.99	0.98		0.40		
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.29	0.25		0.00		
091 DT.Taragona	70			67	3	0	67	0	0.95	0.96		0.60		
091 DT.Ovante	5			3	2	0	3	0	0.55	0.47		0.00		
091 DR.Af.Aragon-Huerta		57		55	2	0	55	0	0.96		0.98	0.96		
091 DR.C.Delta		557		545	12	0	545	0	0.98		0.98	0.96		
091 DR.C.Delta (reg.inv.)		167		165	2	0	165	0	0.99		1.00	1.00		
091 DR.C.Imperial		289		224	15	0.4	134	90	0.94		0.93	0.93		
091 DR.C.Lodosa y otros		289		245	44	0.4	147	98	0.85		0.89	0.81		
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		46	7	0	46	0	0.87		0.89	0.81		
091 DR.C.Taute y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00		
091 DR.Ebro (Sage-Cielta)		84		80	4	0	80	0	0.95		0.95	0.96		
091 DR.Resto Ebro alto		13		11	2	0	11	0	0.84		0.82	0.78		
091 DR.Zadorra		46		33	13	0	33	0	0.71		0.67	0.56		
Sistema total	462	1618	2725	4665	140		1581	3084						
Aportaciones: 1855 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												
	hm ³	hm ³												
	091 EE.Ebro	539	20.9											
	091 EP.Mequinenza	1334	26.2											
	091 EP.Ribarroja	136	6.4											
Sistema total	2009	53.5												
												Índices		
												I₁ = 0.97		
												I₂ = 0.96		
												I₃ = -1.51		
												I₄ = 0		

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección SMHI													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Envolúmen		En tiempo		
									Volúmen Mensual	Volúmen Anual	Bisual	En 10 años	
									Tanto por uno				
D91 DA Logroño	35			24	11	0	24	0	0.69	0.55			0.00
D91 DI Andorra			18	15	3	0	15	0	0.83	0.82			0.00
D91 DR Aguas Vivas		35		6	28	0	6	0	0.18		0.09	0.04	0.00
D91 DR Alhama		93		15	78	0	15	0	0.16		0.05	0.00	0.00
D91 DR Cidacos		31		7	24	0	7	0	0.23		0.02	0.00	0.00
D91 DR Guadalupe alto y medio		90		59	31	0	59	0	0.65		0.67	0.67	0.00
D91 DR Guadalupe bajo		41		30	11	0	30	0	0.73		0.73	0.67	0.40
D91 DR Iregua		63		15	48	0	15	0	0.24		0.04	0.00	0.00
D91 DR Jalon alto		22		5	17	0	5	0	0.22		0.09	0.07	0.00
D91 DR Jalon bajo		219		95	124	0.4	57	38	0.43		0.36	0.15	0.00
D91 DR Jiloca		85		14	71	0	14	0	0.16		0.07	0.07	0.00
D91 DR Martín		53		23	30	0	23	0	0.43		0.36	0.22	0.00
D91 DR Matarraña		55		12	43	0	12	0	0.22		0.15	0.04	0.00
D91 DR Najerilla		71		51	20	0	51	0	0.72		0.73	0.63	0.20
D91 DR Queiles		58		14	44	0	14	0	0.24		0.18	0.00	0.00
D91 DR Tiron		36		12	24	0	12	0	0.34		0.25	0.11	0.00
Sistema total	35	951	18	396	608		358	38					
Aportaciones: 1182 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³	Índices										
D91 EE Mansilla	65	1.01											I₁ = 0.39
D91 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											I₂ = 0
D91 EE Cigudosa	34	0.13											I₃ = 0.67
D91 EE Val	24	0.08											I₄ = 0
D91 EE La Tranquera	79	2.15											
D91 EE Cueva Foradada	22	0.36											
D91 EE Calanda + Sartolea	107	2.95											
D91 EE Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección SMHI															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTIA					
	Riego		Industrial	Suministro		Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo			
	Abastecimiento	Riego		hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	hm ³	Volumétrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años
hm ²	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno					
091 DA Pamplona	49			38	11	0	38	0	0.78	0.71			0.00		
091 DA Resto Aragón	53			52	1	0	52	0	0.99	0.99			0.60		
091 DA Vitoria	78			60	18	0	60	0	0.77	0.76			0.00		
091 DT Zadora	153			53	100	0	53	0	0.35	0.32			0.00		
DR. Aragón bajo y Arga		48		43	3	0	43	0	0.94		0.96	0.96	0.80		
DR. Aragón medio		97		93	4	0	93	0	0.96		0.96	0.96	0.60		
DR. Arba		40		38	2	0	38	0	0.95		0.96	0.96	0.60		
DR. C. Bardenas		328		303	26	0.4	182	121	0.92		0.95	0.93	0.60		
DR. C. Bardenas y Ara.alto		137		127	10	0	127	0	0.92		0.95	0.93	0.60		
DR. Ega		25		22	3	0	22	0	0.87		0.89	0.81	0.60		
Sistema total	332	675		830	178		709	121							
Aportaciones: 3286 hm ³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³											
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190		7.53											I₁ = 0.82	
091 EE.Alcoz	82		1.20											I₂ = 0.67	
091 EE.Eugui	21		0.09											I₃ = 0.75	
091 EE.Loiz	409		1.71											L₁ = 0	
091 EE.Yesa	411		8.65												
Sistema total	1113		19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección SMHI														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef Retorno	Consumo	Retorno	Envolúmen			En tiempo	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					Volumétrica	Mensual	Anual		Bianual	En 10 años
					hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	0.99	0.98		0.60	
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	1.00	1.00		0.60	
091 DA.Huesca	8				7	0	0	7	0	0.94	0.93		0.40	
091 DA.Lleida	27				23	5	0	23	0	0.83	0.83		0.40	
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	0.98	0.98		0.60	
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	0.98	0.97		0.60	
091 DA.Resto Segre+Circa	37				37	0	0	37	0	0.99	0.99		0.60	
091 DR.C.A.Urgel			195		187	8	0.4	112	75	0.96		0.96	0.80	
091 DR.C.P.Urgel (reg. inv.)			43		40	3	0	40	0	0.93		0.93	0.80	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto			464		431	34	0.4	238	172	0.93		0.91	0.96	
091 DR.CAC alto y Esera			325		228	97	0.4	137	91	0.70		0.85	0.74	
091 DR.CAC bajo			258		216	42	0.4	130	86	0.84		0.80	0.40	
091 DR.Circa			94		87	7	0	87	0	0.93		0.93	0.60	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)			175		165	10	0.4	99	66	0.94		0.93	0.80	
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		66	5	0	66	0	0.93		0.96	0.60	
091 DR.Gallego			202		188	34	0.4	101	67	0.83		0.84	0.81	
091 DR.Nog Pallarsa			14		13	1	0	13	0	0.93		0.95	0.96	
091 DR.Piñana y N.Rib.			170		131	39	0.4	79	52	0.77		0.76	0.70	
091 DR.RAA-C.Circa			399		351	48	0.4	210	140	0.88		0.89	0.93	
091 DR.RAA-C.Monegros			61		54	7	0	54	0	0.89		0.91	0.89	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen			459		409	50	0.4	246	164	0.89		0.89	0.60	
091 DR.Segre bajo			145		137	8	0	137	0	0.94		0.93	0.96	
Sistema total	133		3075		2810	398		1895	914					
Aportaciones: 5039 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³				
091 EE.Bubal + Larauza	61	1.60	091 EPC. Canales + Escalles	660	10.73						I₁ = 0.88			
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						I₂ = 0.71			
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EPC. Camasas+Talam+Ter	341	7.31						I₃ = 0.44			
091 EE.Montsaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						I₄ = 0.12			
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cuana	12	0.07									
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección UCM															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA						
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo			
									Volúmenes	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años		
						Tanto por uno			Tanto por uno						
D91 DA.Delta+resto	39			37	2	0	37	0	0.95	0.95				0.40	
D91 DA.Resto Ebro alto	70			64	6	0.8	13	52	0.92	0.92				0.40	
D91 DA.Resto Ebro medio	50			47	3	0	47	0	0.94	0.93				0.40	
D91 DA.Resto Eje Ebro	40			38	2	0	38	0	0.94	0.94				0.40	
D91 DA.Zaragoza	181			168	13	0.8	34	134	0.93	0.93				0.40	
D91 DI.Asoo			2438	2297	140	0.98	46	2251	0.94	0.94				0.40	
D91 DI.Escabon			287	268	20	1	0	268	0.93	0.93				0.40	
D91 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.29	0.26				0.00	
D91 DT.Tarragona	70			62	8	0	62	0	0.89	0.90				0.40	
D91 DT.Ondute	5			2	2	0	2	0	0.50	0.43				0.00	
D91 DR.A1.Aragon-Huerva		57		51	6	0	51	0	0.89				0.91	0.85	0.60
D91 DR.C.Delta		557		515	42	0	515	0	0.92				0.95	0.89	0.60
D91 DR.C.Delta (reg.inv.)		167		154	13	0	154	0	0.92				0.93	0.85	0.80
D91 DR.C.Imperial		239		201	38	0.4	121	81	0.84				0.82	0.74	0.60
D91 DR.C.Lodosa y otros		289		218	71	0.4	131	87	0.75				0.76	0.67	0.40
D91 DR.C.Lodosa-Aragon		53		41	12	0	41	0	0.78				0.78	0.70	0.40
D91 DR.C.Tarata y otros		113		109	4	0.4	66	44	0.97				0.96	0.93	1.00
D91 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		74	10	0	74	0	0.88				0.87	0.85	0.40
D91 DR.Resto Ebro alto		13		10	3	0	10	0	0.75				0.71	0.67	0.40
D91 DR.Zadorna		46		29	17	0	29	0	0.64				0.60	0.52	0.20
Sistema total	462	1618	2725	4388	417		1472	2916							
Aportaciones: 1774 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³													Índices
	Evaporación anual	hm ³													
D91 EE.Ebro	539														I ₁ = 0.91
D91 EP.Mequinenza	1334														I ₂ = 0.29
D91 EP.Fibarroja	136														I ₃ = -1.47
Sistema total	2009														I₄ = 0.61

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección UCM															
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA						
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo			
									Volúmetrica	Mensual	Anual	Bianual	Anual	En 10 años	
									Tanto por uno						
091 DA. Legroño	35			21	14	0	21	0	0.60	0.48					0.00
091 DI. Andona			18	12	5	0	12	0	0.70	0.70					0.00
091 DR. Aguas Vivas		35		6	29	0	6	0	0.17		0.13	0.04			0.00
091 DR. Alharna		93		13	80	0	13	0	0.14		0.04	0.00			0.00
091 DR. Cidacos		31		6	25	0	6	0	0.19		0.04	0.00			0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		49	41	0	49	0	0.55		0.55	0.44			0.00
091 DR. Guadalupe bajo		41		27	14	0	27	0	0.65		0.65	0.56			0.00
091 DR. Iregua		63		13	50	0	13	0	0.21		0.04	0.00			0.00
091 DR. Jalon alto		22		4	18	0	4	0	0.19		0.09	0.11			0.00
091 DR. Jalon bajo		219		77	142	0.4	46	31	0.35		0.27	0.11			0.00
091 DR. Jiloca		85		12	73	0	12	0	0.14		0.07	0.07			0.00
091 DR. Martín		53		19	33	0	19	0	0.37		0.27	0.22			0.00
091 DR. Matareña		55		11	44	0	11	0	0.20		0.13	0.07			0.00
091 DR. Najerilla		71		42	29	0	42	0	0.59		0.56	0.41			0.20
091 DR. Queiles		58		13	45	0	13	0	0.22		0.22	0.00			0.00
091 DR. Tiron		36		11	25	0	11	0	0.30		0.27	0.11			0.00
Sistema total	35	951	18	337	667		306	31							
Aportaciones: 1130 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³	Índices												
091 EE. Marsilla	65	1.01													I₁ = 0.34
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88													I₂ = 0
091 EE. Cigudosa	34	0.13													I₃ = 0.70
091 EE. Val	24	0.08													I₄ = 0
091 EE. La Tranquera	79	2.15													
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36													
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95													
091 EE. Caspe II	81	1.72													
Sistema total	480	9.28													

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección UCM														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Riego		Industrial	Suministro		Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	Abastecimiento	Riego	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	hm ³	Volúmetrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años
hm ²	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno				
091 DA Pamplona	49			34	49	0	34	0	0	0.70	0.65			0.00
091 DA Resto Aragón	53			49	53	0	49	0	0	0.93	0.93			0.40
091 DA Vitoria	78			57	78	0	57	0	0	0.73	0.72			0.00
091 DT Zadora	153			48	153	0	48	0	0	0.30	0.28			0.00
DR. Aragón bajo y Arga				41		0	41	0	0	0.86		0.87	0.81	0.60
DR. Aragón medio				97		0	85	0	0	0.88		0.91	0.81	0.60
DR. Arba				40		0	34	0	0	0.85		0.85	0.78	0.60
DR. C. Bardenas				328		0.4	163	108	0	0.83		0.80	0.74	0.60
DR. C. Bardenas y Ara.alto				137		0	112	0	0	0.82		0.82	0.70	0.40
DR. Ega				25		0	19	0	0	0.76		0.76	0.70	0.40
Sistema total	332			675		332	641	108						
Aportaciones: 3141 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190			7.53										I₁ = 0.74
091 EE.Alcoz	82			1.20										I₂ = 0.16
091 EE.Eugui	21			0.09										I₃ = 0.76
091 EE.Loiz	409			1.71										I₄ = 0.43
091 EE.Yesa	411			8.65										
Sistema total	1113			19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección UCM														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riesgo	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
						Tanto por uno	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				13	1	0	13	0	0.93	0.93		0.40	
091 DA.CAC	21				20	1	0	20	0	0.94	0.94		0.40	
091 DA.Huesca	8				6	2	0	6	0	0.77	0.76		0.40	
091 DA.Lleida	27				21	7	0	21	0	0.76	0.75		0.40	
091 DA.RAA	15				14	1	0	14	0	0.93	0.93		0.20	
091 DA.Resto Gallego	11				10	1	0	10	0	0.89	0.89		0.20	
091 DA.Resto Segre+Cinca	37				35	2	0	35	0	0.94	0.94		0.40	
091 DR.C.A.Urgel			195		174	21	0.4	104	70	0.89		0.91	0.85	
091 DR.C.P.Urgel (reg. inv.)			43		37	6	0	37	0	0.85		0.85	0.78	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto			464		390	74	0.4	234	156	0.84		0.84	0.81	
091 DR.CAC alto y Esora			325		199	126	0.4	119	80	0.61		0.67	0.59	
091 DR.CAC bajo			258		200	59	0.4	120	80	0.77		0.73	0.70	
091 DR.Cinca			94		81	13	0	81	0	0.86		0.87	0.81	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)			175		152	23	0.4	91	61	0.87		0.87	0.81	
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		60	11	0	60	0	0.85		0.81	0.40	
091 DR.Gallego			202		147	55	0.4	88	59	0.73		0.73	0.67	
091 DR.Nog Pallarsa			14		12	2	0	12	0	0.88		0.87	0.85	
091 DR.Piñana y N.Rib.			170		120	50	0.4	72	48	0.70		0.69	0.67	
091 DR.RAA-C.Cinca			399		318	81	0.4	191	127	0.80		0.84	0.78	
091 DR.RAA-C.Monegros			61		48	13	0	48	0	0.79		0.80	0.74	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen			459		367	92	0.4	220	147	0.80		0.82	0.74	
091 DR.Segre bajo			145		127	18	0	127	0	0.88		0.85	0.40	
Sistema total	133		3075		2548	660		1722	826					
Aportaciones: 4794 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructuras de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	
091 EE.Bubal + Larauza	61	1.60	091 EPC. aralles + Escalles	660	10.73						0.79			
091 EE.La Sotomera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						0.18			
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EPC.amarasa+Talam+Ter	341	7.31						0.47			
091 EE.Montsaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						0.39			
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Curana	12	0.07									
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección PRUDEN															
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA						
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo			
									Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años		
091 DA.Dellat+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DI.Escabon			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00	1.00				1.00
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.29	0.25					0.00
091 DT.Taragona	70			68	2	0	68	0	0.98	0.98					0.60
091 DT.Orduña	5			3	2	0	3	0	0.60	0.51					0.00
091 DRAI.Aragon-Huerva		57		56	1	0	56	0	0.98		0.98	1.00	1.00		1.00
091 DRC.Delta		557		551	6	0	551	0	0.99		0.99	1.00	1.00		1.00
091 DRC.Delta (reg. inv.)		167		167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00	1.00		1.00
091 DRC.Imperial		239		230	9	0.4	138	92	0.96		0.96	0.96	0.96		0.80
091 DRC.Lodosa y otros		289		255	34	0.4	153	102	0.88		0.88	0.89	0.85		0.60
091 DRC.Lodosa-Aragon		53		48	5	0	48	0	0.91		0.91	0.93	0.89		0.60
091 DRC.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00	1.00		1.00
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		82	2	0	82	0	0.97		0.97	0.96	0.96		1.00
091 DR.Resto Ebro alto		13		11	2	0	11	0	0.87		0.87	0.84	0.81		0.60
091 DR.Zadorna		46		35	11	0	35	0	0.76		0.76	0.71	0.63		0.20
Sistema total	462	1618	2725	4727	78		1611	3116							
Aportaciones: 1910 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices	
	hm ³	hm ³												I ₁ = 0.98	
														I ₂ = 0.98	
														I ₃ = -1.47	
														I ₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección PRUDEN													
	DEMANDA a servir					Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	GARANTÍA		
	Abastecimiento		Riego hm ³	Industrial hm ³	En volumen						En tiempo		
	hm ³	hm ³									Volumétrica	Mensual	Anual	En 10 años
D91 DA Logroño		35			25	10	0	25	0	0.71	0.57		0.00
D91 DI Andorra				18	15	2	0	15	0	0.87	0.87		0.20
D91 DR Aguas Vivas			33		7	26	0	7	0	0.20		0.09	0.00
D91 DE Alhama			93		16	77	0	16	0	0.17		0.05	0.00
D91 DE Cidacos			31		8	23	0	8	0	0.24		0.02	0.00
D91 DE Guadalupe alto y medio			90		64	26	0	64	0	0.71		0.71	0.70
D91 DR Guadalupe bajo			41		31	10	0	31	0	0.75		0.73	0.67
D91 DR Iregua			63		16	47	0	16	0	0.26		0.04	0.00
D91 DR Jalon alto			22		5	16	0	5	0	0.24		0.09	0.07
D91 DR Jalon bajo			219		103	116	0.4	62	41	0.47		0.42	0.22
D91 DR Jiloca			85		15	70	0	15	0	0.18		0.09	0.11
D91 DR Martin			53		25	28	0	25	0	0.47		0.42	0.22
D91 DR Matarraña			55		13	42	0	13	0	0.24		0.15	0.04
D91 DR Najerilla			71		54	17	0	54	0	0.77		0.78	0.70
D91 DR Queiles			58		15	43	0	15	0	0.26		0.22	0.04
D91 DR Tiron			36		13	23	0	13	0	0.37		0.29	0.15
Sistema total		35	951	18	425	579		383	41				
Aportaciones: 1218 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³	Evaporación anual hm ³	Índices										
			I ₁ = 0.42	I ₂ = 0	I ₃ = 0.65	I ₄ = 0							
D91 EE Mansilla	65	1.01											
D91 EE Pajares + Glez Lacasa	68	0.88											
D91 EE Cigudosa	34	0.13											
D91 EE Val	24	0.08											
D91 EE La Tranquera	79	2.15											
D91 EE Cueva Foradada	22	0.36											
D91 EE Calanda + Sartolea	107	2.95											
D91 EE Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección PRUDEN													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			En volumen			GARANTÍA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef Retorno Tamb por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Volumétrica		En tiempo		
									Mensual	Annual	Bianual	En 10 años	
O91 DA.Pamplona	49			39	10	0	39	0	0.80	0.73			
O91 DA.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			
O91 DA.Vitoria	78			63	15	0	63	0	0.81	0.79			
O91 DT.Zadora	153			58	95	0	58	0	0.38	0.36			
DR.Aragon bajo y Arga		48		46	2	0	46	0	0.95		0.98	0.96	
DR.Aragon medio		97		95	2	0	95	0	0.98		0.96	0.96	
DR.Aba		40		39	1	0	39	0	0.96		0.96	0.96	
DR.C.Bardenas		328		313	15	0.4	188	125	0.95		0.96	0.96	
DR.C.Bardenas y Ara.alto		137		131	6	0	131	0	0.96		0.96	0.96	
DR.Ega		25		23	2	0	23	0	0.91		0.93	0.89	
Sistema total	332	675		859	140		733	125					
Aportaciones: 3384 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual										Índices
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
O91 EP.Ullivarri + Urrinaga	190			7.53									I ₁ = 0.85
O91 EE.Alloz	82			1.20									I ₂ = 0.69
O91 EE.Eugui	21			0.09									I ₃ = 0.75
O91 EE.Itoiz	409			1.71									I ₄ = 0
O91 EE.Yesa	411			8.63									
Sistema total	1113			19.2									

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección PRUDEN													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo				
									Evolumen Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
									Tanto por uno				
091 DA C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	0.99	0.99			0.80
091 DA CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00			0.80
091 DA Huesca	8			7	0	0	7	0	0.96	0.95			0.80
091 DA Lleida	27			23	4	0	23	0	0.86	0.86			0.40
091 DA RAA	15			15	0	0	15	0	0.99	0.99			0.60
091 DA Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	0.99	0.99			0.60
091 DA Resto Segre+Cinra	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00			1.00
091 DR C. A. Urgel		195		191	4	0.4	115	76	0.98		0.98	1.00	1.00
091 DR C.P.Urgel (reg.inv.)		43		41	2	0	41	0	0.96		0.96	0.93	1.00
091 DR C.P.Urgel+ Segre alto		464		444	20	0.4	267	178	0.96		0.96	0.96	1.00
091 DR CAC alto y Esera		325		242	83	0.4	145	97	0.74		0.89	0.85	0.00
091 DR CAC bajo		258		225	33	0.4	135	90	0.87		0.85	0.85	0.40
091 DR Cinra		94		91	3	0	91	0	0.97		0.96	0.96	1.00
091 DR Ebro (Gallego-Segre)		175		170	5	0.4	102	68	0.97		0.96	0.96	1.00
091 DR Flumen y Alcanadre		71		69	2	0	69	0	0.97		0.96	1.00	1.00
091 DR Gallego		202		178	24	0.4	107	71	0.88		0.87	0.93	0.60
091 DR Nog.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	0.97		0.96	0.96	1.00
091 DR Pñana y N.Rib.		170		137	33	0.4	82	55	0.80		0.78	0.74	0.40
091 DR RAA-C Cinra		399		368	31	0.4	221	147	0.92		0.96	0.96	0.60
091 DR RAA-C Monregos		61		56	5	0	56	0	0.92		0.93	0.96	0.60
091 DR RAA-Monregos y Flumen		459		423	36	0.4	254	169	0.92		0.95	0.96	0.60
091 DR Segre bajo		145		141	4	0	141	0	0.97		0.96	0.96	1.00
Sistema total	133	3075		2920	288		1968	951					
Aportaciones: 5196 hm ³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ = 0.91	I ₂ = 0.86	
091 EE Bobal + Lanza	61	1.60	091 EE Canelles + Escalles	660	10.73								
091 EE La Sotomera	164	8.29	091 EE Santa Ana	173	3.91								
091 EE Vadiello	15	0.00	091 EPCamaasa+Talam+Ter	341	7.31								
091 EE Montearagon	51	0.18	091 EE Riabp + Oliana	478	5.30								
091 EE Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE Cinzana	12	0.07								
091 EE Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87								

BALANCE EJE: Proyección CA																
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					Envohumen			GARANTIA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Vol.ométrica	En tiempo		Tanto por uno	Anual	Bianual	En 10 años	
										En tiempo	En tiempo					
091 DA.Della+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DI.Ecatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DT.Rudecañas	7			2	5	0	2	0	0.34	0.31					0.00	
091 DT.Taragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DT.Oxidante	5			3	2	0	3	0	0.69	0.56					0.00	
091 DR.Añ.Aragon-Huerva				57	0	0	57	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DRC.Delta				557	0	0	557	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DRC.Delta (reg. inv.)				167	0	0	167	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DRC.Imperial				239	0	0.4	143	96	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DRC.Lodosa y otros				289	7	0.4	169	113	0.98	0.98	1.00				1.00	
091 DRC.Lodosa-Aragon				53	1	0	52	0	0.99	0.98	1.00				1.00	
091 DRC.Tanste y otros				113	0	0.4	68	45	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)				84	0	0	84	0	1.00	1.00	1.00				1.00	
091 DR.Resto Ebro alto				13	0	0	13	0	0.98	0.98	1.00				1.00	
091 DR.Zadora				46	3	0	43	0	0.94	0.91	0.93				0.60	
Sistema total	462	1618	2725	4788	17		1657	3130								
Aportaciones: 2296 hm³																
Infraestructura de regulación														Índices		
Capacidad de embalse hm ³														I ₁ = 1.00		
Evaporación anual hm ³														I ₂ = 1.00		
091 EE.Ebro 539 20.9														I ₃ = -1.09		
091 EP.Mequenza 1334 26.2														I ₄ = 0		
091 EP.Rib.oroja 136 6.4																
Sistema total 2009 53.5																

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección CA												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA			
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Consumo	Retorno	En volumen	En tiempo			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Coef. Retorno	hm ³	Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
					hm ³	Tanto por uno	hm ³	Tanto por uno				
091 DA Logroño	35			27	8	0	27	0	0.78	0.65		0.00
091 DI Andorra			18	17	1	0	17	0	0.96	0.95		0.60
091 DR Águas Vivas		35		8	26	0	8	0	0.24		0.11	0.04
091 DR Alhama		93		21	72	0	21	0	0.22		0.07	0.00
091 DR Cidacos		31		9	22	0	9	0	0.28		0.04	0.00
091 DR. Guadalope alto y medio		90		79	11	0	79	0	0.88		0.89	0.81
091 DR. Guadalope bajo		41		36	5	0	36	0	0.89		0.89	0.81
091 DR. Iregua		63		20	43	0	20	0	0.32		0.05	0.00
091 DR. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.28		0.11	0.07
091 DR. Jalon bajo		219		128	91	0.4	77	51	0.59		0.65	0.37
091 DR. Jiloca		85		21	63	0	21	0	0.25		0.13	0.11
091 DR. Martín		53		31	22	0	31	0	0.59		0.69	0.48
091 DR. Matarrifa		55		16	39	0	16	0	0.29		0.18	0.11
091 DR. Najarilla		71		67	4	0	67	0	0.95		0.98	1.00
091 DR. Queiles		58		19	39	0	19	0	0.32		0.27	0.04
091 DR. Tiron		36		17	19	0	17	0	0.48		0.42	0.28
Sistema total	35	951	18	524	480		472	51				
Aportaciones: 1465 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE. Mansilla	65	1.01										
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	88	0.88										
091 EE. Cigudosa	34	0.13										
091 EE. Val	24	0.08										
091 EE. La Tranquera	79	2.15										
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36										
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95										
091 EE. Caspe II	81	1.72										
Sistema total	480	9.28										
										Índices		
										I₁ = 0.52		
										I₂ = 0.20		
										I₃ = 0.64		
										I₄ = 0		

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección CA														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años			
								Coef. Retorno Tanto por uno	Mensual	Anual		Bianual		
										Tanto por uno				
091 DA.Pamplona	49			44	5	0	44	0	0.90	0.87			0.00	
091 DA.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA.Vitonia	78			71	7	0	71	0	0.91	0.90			0.00	
091 DT.Zadorna	153			85	68	0	85	0	0.56	0.53			0.00	
DR.Aragonbajo y Arga				47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00	
DR.Aragonmedio				97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR.Arba				40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR.C.Bardenas				328	2	0.4	196	131	0.99		1.00	1.00	1.00	
DR.C.Bardenas y Ara.alto				136	1	0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
DR.Ega				25	0	0	25	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
Sistema total	332	675		924	83		794	131						
Aportaciones: 4069 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³		Evaporación anual hm ³											Índices
091 EP.Ullivari + Urrúnaga	190		7.53											I₁ = 0.92
091 EE.Alcoz	82		1.20											I₂ = 0.72
091 EE.Eugui	21		0.09											I₃ = 0.77
091 EE.Noiz	409		1.71											I₄ = 0.07
091 EE.Yessa	411		8.65											
Sistema total	1113		19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección CA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Envolumen			En 10 años		
								Tanto por uno					
								Mensual	Anual	Bianual			
091 DA C.P.Urgel	14			14	0	0	14	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DA CAC	21			21	0	0	21	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DA Husca	8			8	0	0	8	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DA Lleidá	27			27	0	0	27	0.98	0.98	0.98	0.60		
091 DA RAA	15			15	0	0	15	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DA Resto Gallego	11			11	0	0	11	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DA Resto Segre+ Cinca	37			37	0	0	37	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.C.P.Urgel(veg.inv.)		43		43	0	0	43	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464		464	0	0.4	278	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.CAC alto y Esora		325		277	48	0.4	166	0.85	0.98	0.96	0.20		
091 DR.CAC bajo		258		254	4	0.4	152	0.98	0.98	0.96	1.00		
091 DR.Cinca		94		94	0	0	94	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.Gallego		202		198	4	0.4	119	0.98	0.98	0.96	1.00		
091 DR.Neg.Pallaresa		14		14	0	0	14	1.00	1.00	1.00	1.00		
091 DR.Piñana y N.Rb.		170		163	7	0.4	98	0.96	0.96	0.96	0.80		
091 DR.RAA-C.Cinca		399		395	4	0.4	237	0.99	0.98	0.96	1.00		
091 DR.RAA-C.Monegros		61		60	1	0	60	0.99	0.98	0.96	1.00		
091 DR.RAA-Mgros-Flumen		459		455	4	0.4	273	0.99	1.00	1.00	1.00		
091 DR.Segre bajo		145		145	0	0	145	1.00	1.00	1.00	1.00		
Sistema total	133	3075		3137	71		2106						
Aportaciones: 6262 hm ³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse	Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
091 EE.Ebal + Larriza	61	160	091 EP.Canalles + Escalles	660	10.73								I ₁ = 0.98
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91								I ₂ = 0.98
091 EE.Y adollo	15	0.00	091 EP.Camarasa+Talam+Ter	341	7.31								I ₃ = 0.50
091 EE.Montesaagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30								I ₄ = 0
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cinara	12	0.07								
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87								

BALANCE EJE: Proyección EA														
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			GARANTÍA			E n tiempo			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	E n volumen				
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Volumétrico		Mensual	Anual	Bisual	E n 10 años
091 DA Delta+resto	39				39	0	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Ebro alto	70				70	0	0.8	14	56	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Ebro medio	50				50	0	0	50	0	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Eje Ebro	40				40	0	0	40	0	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Zaragoza	181				181	0	0.8	36	145	0	1.00	1.00		1.00
091 DI Asco				2438	2438	0	0.98	49	2389	0	1.00	1.00		1.00
091 DI Escabron				287	287	0	1	0	287	0	1.00	1.00		1.00
091 DT Rindecañas	7				2	5	0	2	0	0	0.28	0.25		0.00
091 DT Taragona	70				69	1	0	69	0	0	0.99	0.99		0.60
091 DT Ordunte	5				3	2	0	3	0	0	0.62	0.51		0.00
091 DR AfI. Aragon-Huerva					57	0	0	57	0	0	1.00		1.00	1.00
091 DR C.Delta					557	0	0	557	0	0	1.00		1.00	1.00
091 DR C.Delta (reg.invr.)					167	0	0	167	0	0	1.00		1.00	1.00
091 DR C.Imperial					239	4	0.4	141	94	0	0.98		1.00	1.00
091 DR C.Lodosa y otros					262	27	0.4	157	105	0	0.91		0.93	0.96
091 DR C.Lodosa-Aragon					50	3	0	50	0	0	0.95		0.96	0.60
091 DR C.Tauste y otros					113	0	0.4	68	45	0	1.00		1.00	1.00
091 DR Ebro (Segre-Cherta)					84	1	0	84	0	0	0.99		1.00	1.00
091 DR Resto Ebro alto					12	1	0	12	0	0	0.89		0.87	0.85
091 DR.Zadorra					35	11	0	35	0	0	0.76		0.67	0.63
Sistema total	462	1618	2725	4751	54	3121	1629	3121						
Aportaciones: 1909 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse													
	Evaporación anual													
	091 EE Ebro	539												
	091 EP Meguerza	1334												
091 EP Ribancoja	136													
Sistema total	2009													
Índices														
	I₁ = 0.99													
	I₂ = 0.98													
	I₃ = 1.49													
	I₄ = 0													

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección EA												
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			GARANTÍA			En 10 años	
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			
									Volumétrica	Mensual		Annual
									Tanto por uno			
091 DA Logroño	33			25	9	0	25	0	0.73	0.58		0.00
091 DI Andona			18	16	2	0	16	0	0.90	0.90		0.20
091 DR Aguas Vivas		33		7	27	0	7	0	0.21		0.07	0.04
091 DR Alhama		93		16	76	0	16	0	0.18		0.05	0.00
091 DR Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.26		0.00	0.00
091 DR Guadalupe alto y medio		90		69	21	0	69	0	0.77		0.78	0.74
091 DR Guadalupe bajo		41		32	9	0	32	0	0.79		0.78	0.74
091 DR Iregua		63		17	46	0	17	0	0.27		0.04	0.00
091 DR Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.27		0.11	0.11
091 DR Jalon bajo		219		110	109	0.4	66	44	0.50		0.47	0.19
091 DR Jiloca		85		16	68	0	16	0	0.19		0.07	0.04
091 DR Martin		53		27	26	0	27	0	0.50		0.49	0.30
091 DR Mataraña		55		14	41	0	14	0	0.25		0.16	0.04
091 DR Najerilla		71		57	14	0	57	0	0.81		0.80	0.81
091 DR Queiles		58		15	43	0	15	0	0.27		0.20	0.00
091 DR Tiron		36		14	22	0	14	0	0.40		0.27	0.11
Sistema total	35	915	18	437	531		393	44				
Aportaciones: 1218 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices							
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³								
091 EE Mansilla	65	1.01										I₁ = 0.45
091 EE Pajares + Glez Lacasa	68	0.88										I₂ = 0
091 EE Cigudosa	34	0.13										I₃ = 0.63
091 EE Val	24	0.08										I₄ = 0.02
091 EE La Tanquera	79	2.15										
091 EE Cueva Foradada	22	0.36										
091 EE Calanda + Santolea	107	2.95										
091 EE Caspe II	81	1.72										
Sistema total	480	9.28										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección EA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bimual	En 10 años
									Tanto por uno				
091 DA.Panplona	49			40	9	0	40	0	0.82	0.76			0.00
091 DA.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Vitonia	78			64	14	0	64	0	0.82	0.81			0.00
091 DT.Zadorna	133			59	94	0	59	0	0.39	0.36			0.00
DR. Aragón bajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR. Aragón medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR. Arba		40		40	0	0	40	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR. C.Bardenas		328		324	4	0.4	194	130	0.99		0.98	0.96	1.00
DR. C.Bardenas y Ara.alto		137		135	3	0	135	0	0.98		0.98	0.96	1.00
DR. Ega		25		24	1	0	24	0	0.95		0.96	1.00	0.80
Sistema total	332	675		881	126		752	130					
Aportaciones: 3383 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³											
091 EP.Ullivani + Urrinaga	190	7.53											I₁ = 0.87
091 EE.Alloz	82	1.20											I₂ = 0.71
091 EE.Eugui	21	0.09											I₃ = 0.74
091 EE.Ibaiz	409	1.71											I₄ = 0
091 EE.Yesa	411	8.65											
Sistema total	1113	19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección EA																
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					Envolumen			GARANTÍA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Volumétrica Tanto por uno	Mensual	En tiempo		En 10 años			
											Anual	Bianual				
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00			1.00			
091 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00			0.80			
091 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00			1.00			
091 DA.Lleida	27			24	3	0	24	0	0.88	0.87			0.40			
091 DA.RAA	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00			1.00			
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00			0.80			
091 DA.Resto Segre+Girona	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00			1.00			
091 DR.C.A.Urgel		195		194	1	0.4	117	78	1.00	1.00			1.00			
091 DR.C.P.Urgel.(reg.inv.)		43		42	1	0	42	0	0.98				0.96			
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464		459	5	0.4	275	184	0.99	1.00			1.00			
091 DR.CAC alto y Esora		325		249	76	0.4	149	100	0.77	0.93			0.00			
091 DR.CAC bajo		258		232	26	0.4	139	93	0.90	0.89			0.40			
091 DR.Circa		94		93	1	0	93	0	0.99	1.00			1.00			
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		173	2	0.4	104	69	0.99	1.00			1.00			
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		70	1	0	70	0	0.99	1.00			0.00			
091 DR.Gallego		202		186	15	0.4	112	75	0.92	0.96			0.60			
091 DR.Nog.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	0.99	1.00			1.00			
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		141	29	0.4	85	57	0.83	0.84			0.40			
091 DR.RAA-C.Girona		399		380	19	0.4	228	152	0.95	0.98			0.80			
091 DR.RAA-C.Monegros		61		58	3	0	58	0	0.95	0.96			0.80			
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459		439	20	0.4	263	176	0.96	0.98			0.80			
091 DR.Segre bajo		145		144	1	0	144	0	0.99	1.00			1.00			
Sistema total	133	3075		3005	203		2023	982								
Aportaciones: 5205 hm³																
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Evaporación anual		Índices							
	hm ³	hm ³		hm ³	hm ³		hm ³	hm ³								
091 EE.Ebual+Lanuza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73			I₁ = 0.94								
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91			I₂ = 0.89								
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+Talam- Ter	341	7.31			I₃ = 0.42								
091 EE.Montesaagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30			I₄ = 0.04								
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cinrara	12	0.07											
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87											

BALANCE EJE: Proyección HA															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA						
	Riego		Industrial		Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo			
	Abastecimiento	hm ³	hm ³	hm ³						hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Anual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Mensual	Anual	En 10 años		
091 DA Delta+resto	39				39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA Resto Ebro alto	70				70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00		
091 DA Resto Ebro medio	50				50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA Resto Eje Ebro	40				40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA Zaragoza	181				181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00		
091 DI Asco			2438		2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00		
091 DI Escatron			287		287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00		
091 DT Rindeañás	7				3	4	0	3	0	0.40	0.37		0.00		
091 DT Tarragona	70				70	0	0	70	0	1.00	1.00		1.00		
091 DT Ordme	5				4	1	0	4	0	0.73	0.63		0.00		
091 DR AL Aragon-Huerva				57	57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Delta				557	557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Delta (reg.inv.)				167	167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Imperial				239	239	0	0.4	143	96	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Lodosa y otros				289	289	0	0.4	173	116	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Lodosa-Aragon				53	53	0	0	53	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR C.Taute y otros				113	113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00		
091 DR Ebro (Segre-Cherta)				84	84	0	0	84	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR Resto Ebro alto				13	13	0	0	13	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR Zadorra				46	46	0	0	46	0	1.00		1.00	1.00		
Sistema total	462	1618	2725		4799	5		1666	3133						
Aportaciones: 2849 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³	Evaporación anual	hm ³										Índices	
		539		20.9										I ₁ = 1.00	
		1334		26.2										I ₂ = 1.00	
		136		6.4										I ₃ = -0.68	
Sistema total	2009	53.5												I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección HA												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTIA	
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolumen	En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Volúmetrica	Anual	Bianual	E.n.10 años
091 DA.Logroño	35			29	6	0	29	0	0.83	0.71		0.00
091 DI.Andona			18	17	0	0	17	0	0.98	0.98		0.60
091 DR.Aguas Vivas		35		10	25	0	10	0	0.27		0.15	0.04
091 DR.Alhama		93		27	66	0	27	0	0.29		0.16	0.00
091 DR.Cidacos		31		10	21	0	10	0	0.32		0.13	0.00
091 DR.Guadalupe alto y medio		90		86	4	0	86	0	0.95		0.95	0.93
091 DR.Guadalupe bajo		41		39	2	0	39	0	0.96		0.98	0.96
091 DR.Iregua		63		24	39	0	24	0	0.38		0.20	0.00
091 DR.Jalon alto		22		7	14	0	7	0	0.34		0.15	0.11
091 DR.Jalon bajo		219		149	70	0.4	90	60	0.68		0.87	0.74
091 DR.Hloca		85		27	58	0	27	0	0.32		0.16	0.11
091 DR.Martin		53		36	17	0	36	0	0.67		0.76	0.67
091 DR.Matarraña		55		18	37	0	18	0	0.33		0.29	0.15
091 DR.Najerilla		71		71	0	0	71	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.Queiles		58		23	35	0	23	0	0.40		0.40	0.11
091 DR.Thorn		36		20	16	0	20	0	0.55		0.53	0.37
Sistema total	35	951	18	594	410		534	60				
Aportaciones: 1818 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices							
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³								
091 EE.Mansilla	65	1.01										I₁ = 0.59
091 EE.Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88										I₂ = 0.36
091 EE.Cigudosa	34	0.13										I₃ = 0.67
091 EE.Val	24	0.08										I₄ = 0
091 EE.La Tranquera	79	2.15										
091 EE.Cueva Foradada	22	0.36										
091 EE.Calarida + Santalea	107	2.95										
091 EE.Caspe II	81	1.72										
Sistema total	480	9.28										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección HA															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA						
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
D91 DA.Parrlona	49				46	2	0	46	0	0.95	0.93		0.20		
D91 DA.Resto Aragón	53				53	0	0	53	0	1.00	1.00		1.00		
D91 DA.Vitoria	78				75	3	0	75	0	0.97	0.96		0.40		
D91 DT.Zadorna	153				119	34	0	119	0	0.78	0.76		0.00		
DR.Aragon bajo y Aiga			48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00		
DR.Aragon medio			97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00		
DR.Aba			40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00		
DR.C.Bardena s			328		327	1	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00		
DR.C.Bardena s y Ara.albo			137		137	0	0	137	0	1.00		1.00	1.00		
DR.Ega			25		25	0	0	25	0	1.00		1.00	1.00		
Sistema total	332		675		967	41		836	131						
Aportaciones: 5050 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										I ₁ = 0.96	I ₂ = 0.80
D91 EP.Ullivari + Urrúaga	190		7.53												
D91 EE.Alcoz	82		1.20												
D91 EE.Eugui	21		0.09												
D91 EE.Itoiz	409		1.71												
D91 EE.Yesa	411		8.65												
Sistema total	1113		19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección HA															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA				
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit		Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Voluntaria	Mensual	Anual	Biannual	En 10 años
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Huesca	8				8	0	0	8	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Lleida	27				27	0	0	27	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Segre+Girca	37				37	0	0	37	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRC.A.Urgel			195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRC.P.Urgel (reg.inv.)			43		43	0	0	43	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRC.P.Urgel+Segre alto			464		464	0	0.4	278	186	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRC.AC alto y Esora			325		297	28	0.4	178	119	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80
091 DRC.AC bajo			258		258	0	0.4	155	103	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRC.Circa			94		94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DREbro (Gallego-Segre)			175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Gallego			202		200	1	0.4	120	80	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Nog.Pallaresa			14		14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.			170		170	0	0.4	102	68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRR.AA-C Girca			399		398	1	0.4	239	139	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRR.AA-C Monegros			61		61	0	0	61	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DRR.AA-Monegros y Flumen			459		458	1	0.4	275	183	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Segre bajo			145		145	0	0	145	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sistema total	133		3075		3176	31		2130	1046						
Aportaciones: 7770 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual	Índices						
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁ = 0.99	I ₂ = 0.99					
091 EE.Bibal+Lanzua	61	160	1.60	091 EP.Canellas + Escalles	660	10.73									
091 EE.La Sotonera	164	8.29	8.29	091 EE.Sarta Ana	173	3.91									
091 EE.Vadiello	15	0.00	0.00	091 EP.Camañas+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE.Montaragon	51	0.18	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	15.25	091 EE.Cinana	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección PA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En tiempo			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Mensual	Anual	En 10 años	
091 DA Delta+resto	39				38	1	0	38	0	0.97	0.97	0.60	
091 DA Resto Ebro alto	70				68	2	0.8	14	54	0.97	0.96	0.60	
091 DA Resto Ebro medio	50				49	1	0	49	0	0.97	0.97	0.60	
091 DA Resto Eje Ebro	40				39	1	0	39	0	0.97	0.97	0.40	
091 DA Zaragoza	181				175	6	0.8	35	140	0.97	0.97	0.40	
091 DI Asco			2438		2370	67	0.98	47	2323	0.97	0.97	0.60	
091 DI Escabon			287		278	10	1	0	278	0.97	0.97	0.40	
091 DT Rindecañas	7				2	5	0	2	0	0.22	0.19	0.00	
091 DT Taragona	70				65	5	0	65	0	0.93	0.93	0.40	
091 DT Ordunte	5				2	2	0	2	0	0.49	0.41	0.00	
091 DR Ad. Aragon-Huerva			57		53	4	0	53	0	0.93		0.93	
091 DR C.Delta			557		530	27	0	530	0	0.95		0.96	
091 DR C.Delta (reg.inv.)			167		161	6	0	161	0	0.96		0.96	
091 DR C.Imperial			239		214	25	0.4	128	86	0.89		0.89	
091 DR C.Lodosa y otros			289		203	86	0.4	122	81	0.70		0.73	
091 DR C.Lodosa-Aragon			53		40	13	0	40	0	0.76		0.76	
091 DR C.Faute y otros			113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	
091 DR Ebro (Segre-Cherta)			84		77	7	0	77	0	0.91		0.91	
091 DR Resto Ebro alto			13		9	5	0	9	0	0.65		0.53	
091 DR Zadorra			46		23	23	0	23	0	0.50		0.36	
Sistema total	462	1618	2725	4506	298	1499	3007						
Aportaciones: 1494 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											
	hm ³	hm ³											
091 EE Ebro	539	209											
091 EP Mequinenza	1384	262											
091 EP Ribarroja	136	64											
Sistema total	2009	535											
											Índices		
											I₁ = 0.94		
											I₂ = 0.87		
											I₃ = -2.02		
											I₄ = 0.01		

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección PA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Evolución		Entiempo		
									Volumétrica	Mensual	Annual	Bisual	En 10 años
										Tanto por uno			
091 DA Logroño	33			22	13	0	22	0	0.63	0.30			0.00
091 DI Andora			18	14	4	0	14	0	0.79	0.78			0.00
091 DR Aguas Vivas		35		6	29	0	6	0	0.16		0.04		0.00
091 DR Alhama		93		10	82	0	10	0	0.11		0.00		0.00
091 DR Cidacos		31		7	24	0	7	0	0.21		0.00		0.00
091 DR Guadalupe alto y medio		90		53	37	0	53	0	0.59		0.60		0.00
091 DR Guadalupe bajo		41		27	14	0	27	0	0.65		0.64		0.00
091 DR Iregua		63		12	51	0	12	0	0.19		0.00		0.00
091 DR Jalon alto		22		5	17	0	5	0	0.22		0.05		0.00
091 DR Jalon bajo		219		83	136	0.4	50	33	0.38		0.29		0.00
091 DR Jiloca		85		10	74	0	10	0	0.12		0.04		0.00
091 DR Martin		53		20	33	0	20	0	0.37		0.31		0.00
091 DR Matazaña		55		10	45	0	10	0	0.18		0.11		0.00
091 DR Najilla		71		40	31	0	40	0	0.56		0.45		0.00
091 DR Queiles		58		12	46	0	12	0	0.20		0.15		0.00
091 DR Tiron		36		10	26	0	10	0	0.28		0.16		0.00
Sistema total	35	951	18	340	664		306	33					
Aportaciones: 953 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EE Marsilla	65	1.01											I₁ = 0.34
091 EE Pajares + Glez Lacasa	68	0.88											I₂ = 0
091 EE Cigudosa	34	0.13											I₃ = 0.64
091 EE Val	24	0.08											I₄ = 0
091 EE La Tranquera	79	2.15											
091 EE Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE Calanda + Sartolea	107	2.95											
091 EE Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección PA														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen					
									Volumétrica	Mensual	Annual	En tiempo		
									Tanto por uno		Bianual	En 10 años		
091 DA.Pamplona	49			32	17	0	32	0	0.65	0.54			0.00	
091 DA. Resto Aragón	53			51	2	0	51	0	0.97	0.97			0.60	
091 DA. Vitoria	78			53	25	0	53	0	0.68	0.66			0.00	
091 DT.Zadora	153			33	119	0	33	0	0.22	0.20			0.00	
DR. Aragón bajo y Arga		48		43	5	0	43	0	0.90		0.95	0.89	0.60	
DR. Aragón medio		97		89	8	0	89	0	0.91		0.93	0.93	0.60	
DR. Arba		40		36	4	0	36	0	0.90		0.93	0.89	0.60	
DR. C. Bardenas		328		292	36	0.4	175	117	0.89		0.89	0.89	0.60	
DR. C. Bardenas y Ara.alto		137		121	16	0	121	0	0.88		0.89	0.81	0.60	
DR. Ega		25		19	5	0	19	0	0.78		0.87	0.70	0.40	
Sistema total	332	675		769	238		652	117						
Aportaciones: 2648 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³												
091 EE.Ullivani + Urrinaga	190	7.53												I₁ = 0.76
091 EE.Alloz	82	1.20												I₂ = 0.65
091 EE.Eugui	21	0.09												I₃ = 0.71
091 EE.Itoiz	409	1.71												I₄ = 0
091 EE.Yesa	411	8.65												
Sistema total	1113	19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección PA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA		
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Voluntaria	En tiempo		Índices
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Biannual		En 10 años
										Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	0.97	0.97		0.40
091 DA.CAC	21				21	1	0	21	0	0.97	0.97		0.20
091 DA.Huesca	8				7	1	0	7	0	0.87	0.86		0.40
091 DA.Lleida	27				17	10	0	17	0	0.64	0.64		0.00
091 DA.RAA	15				14	0	0	14	0	0.97	0.97		0.20
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	0.96	0.96		0.20
091 DA.Resto Segre+Girca	37				36	1	0	36	0	0.97	0.97		0.40
091 DRC.A.Urgel			195		181	14	0.4	109	72	0.93		0.93	0.60
091 DRC.P.Urgel (reg.inv.)			43		38	5	0	38	0	0.88		0.87	0.40
091 DRC.P.Urgel+Segre alto			464		414	50	0.4	248	165	0.89		0.89	0.60
091 DRC.AC alto y Esora			325		199	126	0.4	120	80	0.61		0.75	0.48
091 DRC.AC bajo			258		184	74	0.4	110	74	0.71		0.65	0.67
091 DRC.Girca			94		86	8	0	86	0	0.91		0.91	0.60
091 DRC.Ebro (Gallego+Segre)			175		160	15	0.4	96	64	0.91		0.89	0.60
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		64	7	0	64	0	0.90		0.89	0.60
091 DR.Gallego			202		150	51	0.4	90	60	0.75		0.71	0.67
091 DR.Nog.Pallaresa			14		13	1	0	13	0	0.91		0.91	0.89
091 DR.Piñana y N.Rib.			170		100	70	0.4	60	40	0.59		0.60	0.48
091 DRR.AA-C Girca			399		329	70	0.4	197	132	0.82		0.84	0.83
091 DRR.AA-C Monegros			61		50	11	0	50	0	0.82		0.82	0.81
091 DRR.AA-Monegros y Flumen			459		381	78	0.4	229	133	0.83		0.85	0.83
091 DR.Segre bajo			145		132	12	0	132	0	0.91		0.91	0.93
Sistema total	133		3075		2601	607		1761	840				
Aportaciones: 4074 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
091 EE.Eibal+Lanuza	61	160	1.60	091 EP.Canellas + Escalles	660	10.73				0.81			
091 EE.La Sotonera	164	8.29	8.29	091 EE.Sarta Ana	173	3.91				0.49			
091 EE.Vadiello	15	0.00	0.00	091 EP.Camañas+Talam+Ter	341	7.31				0.36			
091 EE.Montaragon	51	0.18	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30				0.12			
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	15.25	091 EE.Cinana	12	0.07							
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	3.23	Sistema total	2573	55.87							

BALANCE EJE: Proyección SA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida		GARANTIA			En tiempo		
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolmen	Tanto por uno		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Volúmetrica	Mensual	Anual	En 10 años
091 DA Delta+resto	39				39	0	0.0	39	0	0.99	0.99		1.00
091 DA Resto Ebro alto	70				69	1	0.8	14	56	0.99	0.99		0.60
091 DA Resto Ebro medio	50				50	0	0.0	50	0	0.99	0.99		1.00
091 DA Resto Eje Ebro	40				40	0	0.0	40	0	0.99	0.99		1.00
091 DA Zaragoza	181				180	1	0.8	36	144	0.99	0.99		0.60
091 DI Asco				2438	2421	16	1.0	48	2373	0.99	0.99		0.80
091 DI Escatron				287	285	2	1.0	0	285	0.99	0.99		0.60
091 DT Rudea añas	7				2	5	0.0	2	0	0.25	0.20		0.00
091 DT Tarragona	70				67	3	0.0	67	0	0.96	0.96		0.60
091 DT Orduña	5				3	2	0.0	3	0	0.55	0.47		0.00
091 DR AL Aragon-Huerva					55	2	0	55	0	0.97		0.98	1.00
091 DR C.Delta					549	8	0	549	0	0.99		1.00	1.00
091 DR C.Delta (reg.inv.)					164	3	0	164	0	0.98		1.00	1.00
091 DR C.Imperial					227	12	0.4	136	91	0.95		0.96	0.96
091 DR C.Lodosa y otros					229	60	0.4	138	92	0.79		0.84	0.78
091 DR C.Lodosa-Aragon					44	9	0	44	0	0.83		0.82	0.78
091 DR C.Taute y otros					113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00
091 DR Ebro (Segre-Cherta)					81	3	0	81	0	0.96		0.96	1.00
091 DR Resto Ebro alto					10	3	0	10	0	0.77		0.75	0.63
091 DR Zadora					29	18	0	29	0	0.62		0.55	0.48
Sistema total	462	1618	2725	4657	148	1572	3085						
Aportaciones: 1660 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	hm ³											Índices
	Evaporación anual	hm ³											
091 EE Ebro	539	20.9											I ₁ = 0.97
091 EP Mequinenza	1334	26.2											I ₂ = 0.90
091 EP Ribarroja	136	6.4											I ₃ = -1.81
Sistema total	2009	53.5											I₄ = 0.06

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección SA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Retorno hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años	
									Coef. Retorno Tanto por uno	Volumétrica	Mensual		Annual	Bisannual
									Tanto por uno				
091 DA Logroño	33			24	11	0	24	0	0.68	0.54			0.00
091 DI Andona			18	15	3	0	15	0	0.84	0.83			0.00
091 DR. Aguas Vivas		33		6	28	0	6	0	0.18		0.05	0.04	0.00
091 DR. Alhama		93		13	80	0	13	0	0.14		0.00	0.00	0.00
091 DR. Cidacos		31		7	24	0	7	0	0.23		0.00	0.00	0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		39	31	0	39	0	0.66		0.67	0.63	0.00
091 DR. Guadalupe bajo		41		29	12	0	29	0	0.71		0.71	0.63	0.00
091 DR. Iregua		63		14	49	0	14	0	0.23		0.02	0.00	0.00
091 DR. Jalon alto		22		5	17	0	5	0	0.23		0.05	0.04	0.00
091 DR. Jalon bajo		219		96	123	0.4	58	38	0.44		0.36	0.11	0.00
091 DR. Jiloca		85		12	72	0	12	0	0.15		0.04	0.04	0.00
091 DR. Martin		53		23	30	0	23	0	0.43		0.36	0.19	0.00
091 DR. Matazaña		55		12	43	0	12	0	0.22		0.13	0.04	0.00
091 DR. Najerilla		71		46	25	0	46	0	0.65		0.60	0.39	0.00
091 DR. Queiles		58		13	45	0	13	0	0.23		0.16	0.00	0.00
091 DR. Tiron		36		12	24	0	12	0	0.32		0.22	0.04	0.00
Sistema total	35	951	18	386	617		348	38					
Aportaciones: 1059 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EE Mansilla	65	1.01											
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											
091 EE Cigudosa	34	0.13											
091 EE Val	24	0.08											
091 EE La Tranquera	79	2.15											
091 EE Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE Calanda + Santolea	107	2.93											
091 EE Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											
					I₁ = 0.38								
					I₂ = 0								
					I₃ = 0.64								
					I₄ = 0								

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección SA													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Deficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Evaporación anual hm ³	Capacidad de embalse hm ³	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
										Tanto por uno			
091 D.A.Pamplona	49			36	13	0	36	0	0.73	0.63			0.00
091 D.A.Esto Aragón	53			52	0	0	52	0	0.99	0.99			1.00
091 D.A.Vitonia	78			58	20	0	58	0	0.74	0.73			0.00
091 DT.Zadorra	153			44	109	0	44	0	0.29	0.26			0.00
DR.Aragonbajo y Aga		48		46	2	0	46	0	0.95		1.00	1.00	1.00
DR.Aragonmedio		97		94	3	0	94	0	0.97		1.00	1.00	1.00
DR.Arba		40		38	2	0	38	0	0.95		0.96	0.96	0.80
DR.C.Bardenas		328		310	18	0.4	186	124	0.94		0.96	0.96	0.60
DR.C.Bardenas y Araalto		137		129	8	0	129	0	0.94		0.96	0.96	0.60
DR.Ega		25		21	4	0	21	0	0.85		0.89	0.85	0.40
Sistema total	332	675		827	180		703	124					
Aportaciones: 2942 hm³													
Infraestructura de regulación													
091 EP.Ullivari + Urrúnaga	190												I₁ = 0.82
091 EE.Alcoz	82												I₂ = 0.69
091 EE.Eugui	21												I₃ = 0.72
091 EE.Itoiz	409												I₄ = 0
091 EE.Yesa	411												
Sistema total	1113												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección S.A														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Voluntaria	Mensual	En tiempo	En 10 años	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Anual		Biannual
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	0.99	0.99			0.80
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	0.99	0.99			0.40
091 DA.Huesca	8				7	0	0	7	0	0.95	0.95			0.60
091 DA.Lleida	27				20	7	0	20	0	0.75	0.75			0.00
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	0.99	0.99			0.20
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	0.98	0.98			0.20
091 DA.Resto Segre+Girna	37				37	0	0	37	0	0.99	0.99			0.60
091 DRC.A.Urgel			195		190	5	0.4	114	76	0.97	0.98	1.00		1.00
091 DRC.P.Urgel (reg.inv.)			43		41	2	0	41	0	0.95	0.96	0.93		1.00
091 DRC.P.Urgel+Segre alto			464		440	24	0.4	264	176	0.95	0.95	0.96		0.80
091 DRC.AC alto y Esora			325		221	104	0.4	133	89	0.68	0.82	0.63		0.00
091 DRC.AC bajo			258		205	54	0.4	123	82	0.79	0.75	0.70		0.40
091 DRC.Girna			94		89	5	0	89	0	0.95	0.95	0.93		1.00
091 DRC.Ebro (Gallego+Segre)			175		168	7	0.4	101	67	0.96	0.96	0.96		0.80
091 DR.Flumen y Alcanadre			71		67	3	0	67	0	0.95	0.96	1.00		1.00
091 DR.Gallego			202		167	35	0.4	100	67	0.83	0.82	0.89		0.40
091 DR.Nog.Pallaresa			14		13	1	0	13	0	0.96	0.96	0.96		1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.			170		118	52	0.4	71	47	0.69	0.69	0.67		0.20
091 DRR.AA-C Girna			399		353	47	0.4	212	141	0.88	0.93	0.93		0.60
091 DRR.AA-C Monegros			61		54	7	0	54	0	0.89	0.95	0.96		0.40
091 DRR.AA-Monegros y Flumen			459		412	47	0.4	247	165	0.90	0.93	0.93		0.60
091 DR.Segre bajo			145		139	6	0	139	0	0.96	0.96	0.96		1.00
Sistema total	133		3075		2802	406		1893	909					
Aportaciones: 4526 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices				
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	
091 EE.Ebbaal+Lanuza	61	160	1.60	091 EP.Canellas + Escalles	660	10.73				0.87				
091 EE.La Sotonera	164	8.29	8.29	091 EE.Sarta Ana	173	3.91				0.65				
091 EE.Vadiello	15	0.00	0.00	091 EP.Camañas+Talam+Ter	341	7.31				0.38				
091 EE.Montaragon	51	0.18	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30				0.12				
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	15.25	091 EE.Cinana	12	0.07								
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	3.23	Sistema total	2573	55.87								

BALANCE EJE: Proyección UA												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			
									En tiempo			
Tanto por uno									Mensual	Anual	Biannual	En 10 años
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI.Escabon			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.29	0.25		0.00
091 DT.Tarazona	70			69	1	0	69	0	0.99	0.99		0.60
091 DT.Ovunque	5			3	2	0	3	0	0.62	0.53		0.00
091 DR.Af.Aragon-Huerta			57	57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta			557	557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta (reg.inv.)			167	167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Imperial			299	297	2	0.4	142	95	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Lodosa y otros			289	285	24	0.4	159	106	0.92		0.95	0.96
091 DR.C.Lodosa-Aragon			53	50	2	0	50	0	0.95		0.96	0.60
091 DR.C.Tauste y otros			113	113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00
091 DR.Ebro (Segre-Charta)			84	84	1	0	84	0	0.99		1.00	1.00
091 DR.Resto Ebro alto			13	12	1	0	12	0	0.92		0.89	0.93
091 DR.Zadorna			46	36	10	0	36	0	0.78		0.75	0.67
Sistema total	462	1618	2725	4757	47		1634	3123				
Aportaciones: 1936 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE.Ebro	539	209										
091 EP.Mequinzenza	1304	262										
091 EP.Ribarroja	136	64										
Sistema total	2009	535										
											Índices	
											I₁ = 0.99	
											I₂ = 0.98	
											I₃ = 1.46	
											I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección UA														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Retorno hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En tiempo		
									Coef. Retorno Tanto por uno	Volumétrica	Mensual	Annual	Bisannual	En 10 años
									Tanto por uno					
091 DA Logroño	33			25	9	25	0	25	0	0.73	0.58			0.00
091 DI Andona			18	16	2	16	0	16	0	0.90	0.90			0.20
091 DR Aguas Vivas		33		7	27	7	0	7	0	0.21		0.07	0.04	0.00
091 DR Alhama		93		17	76	17	0	17	0	0.18		0.05	0.00	0.00
091 DR Cidacos		31		8	23	8	0	8	0	0.26		0.00	0.00	0.00
091 DR Guadalupe alto y medio		90		70	20	70	0	70	0	0.78		0.78	0.74	0.40
091 DR Guadalupe bajo		41		33	8	33	0	33	0	0.79		0.80	0.74	0.40
091 DR Iregua		63		17	46	17	0	17	0	0.27		0.04	0.00	0.00
091 DR Jalon alto		22		6	16	6	0	6	0	0.28		0.15	0.11	0.00
091 DR Jalon bajo		219		112	107	67	45	67	45	0.51		0.47	0.22	0.00
091 DR Jiloca		85		16	69	16	0	16	0	0.19		0.07	0.04	0.00
091 DR Martin		53		27	26	27	0	27	0	0.51		0.49	0.33	0.00
091 DR Mataraña		55		14	41	14	0	14	0	0.25		0.16	0.04	0.00
091 DR Najerilla		71		58	13	58	0	58	0	0.81		0.82	0.78	0.40
091 DR Queiles		58		16	42	16	0	16	0	0.27		0.20	0.04	0.00
091 DR Tiron		36		15	21	15	0	15	0	0.41		0.27	0.11	0.00
Sistema total	35	951	18	456	547	411	45	411	45					
Aportaciones: 1235 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices									
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE Mansilla	65	1.01												I₁ = 0.45
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88												I₂ = 0
091 EE Cigudosa	34	0.13												I₃ = 0.63
091 EE Val	24	0.08												I₄ = 0.11
091 EE La Tranquera	79	2.15												
091 EE Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE Calanda + Santolea	107	2.93												
091 EE Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección UA														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo			
									Volumétrica	Mensual	Anual	En 10 años		
									Tanto por uno					
D91 DA.Pamplona	49			40	8	0	40	0	0.83	0.77			0.00	
D91 DA.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00	
D91 DA.Vitoria	78			65	13	0	65	0	0.83	0.82			0.00	
D91 DT.Zalorra	153			80	92	0	80	0	0.40	0.37			0.00	
DR.Aragon bajo y Aiga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00	
DR.Aragon medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR.Aba		40		40	0	0	40	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
DR.C.Bardenas		328		325	3	0.4	195	130	0.99		1.00	1.00	1.00	
DR.C.Bardenas y Ara.albo		137		135	2	0	135	0	0.99		0.98	0.96	1.00	
DR.Ega		25		24	1	0	24	0	0.95		0.98	1.00	0.80	
Sistema total	332	675		886	121		756	130						
Aportaciones: 3432 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³												
D91 EP.Uliviari + Urniraga	190	7.53												I₁ = 0.88
D91 EE.Alloz	82	1.20												I₂ = 0.72
D91 EE.Eugui	21	0.09												I₃ = 0.74
D91 EE.Itoiz	409	1.71												I₄ = 0
D91 EE.Yesa	411	8.65												
Sistema total	1113	19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección UA														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Biannual	En 10 años
						Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	1.00	1.00	1.00	0.80	
091 DA.Huesca	8				8	0	0	8	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Lleida	27				24	3	0	24	0	0.88	0.88	0.88	0.40	
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Segre+Circa	37				37	0	0	37	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.A.Urgel		195			195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel.(reg.inv.)		43			42	1	0	42	0	0.99	0.99	0.98	0.96	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464			461	3	0.4	276	184	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.CAC alto y Esora		325			251	74	0.4	151	101	0.77	0.95	0.93	0.00	
091 DR.CAC bajo		258			234	24	0.4	140	94	0.91	0.87	0.93	0.40	
091 DR.Circa		94			93	1	0	93	0	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175			173	2	0.4	104	69	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Flumen y Alcanadre		71			70	1	0	70	0	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Gallego		202			188	14	0.4	113	75	0.93	0.98	0.98	0.60	
091 DR.Nog.Pallaresa		14			14	0	0	14	0	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Piñana y N.Rib.		170			142	28	0.4	85	57	0.84	0.84	0.74	0.40	
091 DR.RAA-C.Circa		399			382	17	0.4	229	153	0.96	0.98	0.96	0.80	
091 DR.RAA-C.Monegros		61			58	3	0	58	0	0.95	0.98	0.96	0.80	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459			440	19	0.4	264	176	0.96	0.98	0.98	0.80	
091 DR.Segre bajo		145			144	1	0	144	0	0.99	1.00	1.00	1.00	
Sistema total	133	3075			3018	190		2031	987					
Aportaciones: 5281hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂		
091 EE.Ebbaal+Lanuza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73						I ₁ = 0.94			
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						I ₂ = 0.89			
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+Talam- Ter	341	7.31						I ₃ = 0.43			
091 EE.Montesaagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						I ₄ = 0.04			
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cinara	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección Medía												
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Riego		Industrial		Suministro		Retorno		En volumen		En tiempo	
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Deficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Volumétrico	Mensual	Anual	Bisual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI.Escabon			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.30	0.27		0.00
091 DT.Taragona	70			69	1	0	69	0	0.99	0.99		0.60
091 DT.Orduña	5			3	2	0	3	0	0.62	0.53		0.00
091 DR.Afl.Aragon-Huerva		57		57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta		557		557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta (regintr)		167		167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Imperial		239		238	1	0.4	143	95	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Lodosa y otros		289		269	20	0.4	162	108	0.93		0.96	0.60
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		51	2	0	51	0	0.97		0.98	1.00
091 DR.C.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00
091 DR.Ebro (Segre-Chesta)		84		84	0	0	84	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.Resto Ebro alto		13		12	1	0	12	0	0.93		0.89	0.60
091 DR.Zadorna		46		39	8	0	39	0	0.83		0.84	0.40
Sistema total	462	1618	2725	4767	38		1641	3125				
Aportaciones: 1992 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices									
	hm ³	hm ³										
091 EE.Ebro	539	20.9	I₁ = 0.99									
091 EP.Mequinenza	1334	26.2	I₂ = 0.98									
091 EP.Fabara	136	6.4	I₃ = -1.39									
Sistema total	2009	53.5	I₄ = 0.01									

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección Meda														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno T año por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años		
									Volumétrica	Mensual	Anual			
									T año por uno	T año por uno	T año por uno	T año por uno	T año por uno	
091 DA. Logroño	33			26	9	0	26	0	0.74	0.60			0.00	
091 DI. Andorra			18	16	2	0	16	0	0.91	0.90			0.20	
091 DR. Agua Vivas		33		8	27	0	8	0	0.22		0.07	0.04	0.00	
091 DR. Alhama		93		17	76	0	17	0	0.19		0.05	0.00	0.00	
091 DR. Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.26		0.00	0.00	0.00	
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		72	18	0	72	0	0.80		0.78	0.78	0.40	
091 DR. Guadalupe bajo		41		34	7	0	34	0	0.83		0.84	0.78	0.40	
091 DR. Iregua		63		18	46	0	18	0	0.28		0.04	0.00	0.00	
091 DR. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.27		0.11	0.11	0.00	
091 DR. Jalon bajo		219		115	104	0.4	69	46	0.52		0.51	0.22	0.00	
091 DR. Jiloca		83		17	68	0	17	0	0.20		0.07	0.04	0.00	
091 DR. Martín		53		28	25	0	28	0	0.52		0.49	0.33	0.00	
091 DR. Matarraña		55		14	41	0	14	0	0.26		0.16	0.04	0.00	
091 DR. Najerilla		71		60	11	0	60	0	0.84		0.82	0.85	0.60	
091 DR. Queiles		58		16	42	0	16	0	0.28		0.20	0.04	0.00	
091 DR. Tiron		36		15	21	0	15	0	0.42		0.29	0.11	0.00	
Sistema total	35	951	18	469	535		423	46						
Aportaciones: 1270 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices									
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE. Marsilla	65	1.01											I₁ = 0.47	
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											I₂ = 0	
091 EE. Cigudosa	34	0.13											I₃ = 0.63	
091 EE. Val	24	0.08											I₄ = 0.11	
091 EE. La Tranquera	79	2.15												
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95												
091 EE. Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección Med.A														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo			
									Volumétrica	Mensual		Anual	Bimual	En 10 años
091 DA.Panplona	49			41	8		0	41	0	0.85	0.79			0.00
091 DA.Resto Aragón	53			53	0		0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Vitonia	78			65	12		0	65	0	0.84	0.83			0.00
091 DT.Zadona	153			63	90		0	63	0	0.41	0.39			0.00
DR. Aragón bajo y Arga		48		47	1		0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR. Aragón medio		97		97	0		0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR. Arba		40		40	0		0	40	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR. C.Bardenas		328		325	3	0.4	195	130	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR. C.Bardenas y Ara.alto		137		136	1		0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR. Ega		25		24	1		0	24	0	0.96		0.98	1.00	0.80
Sistema total	332	675		891	116			761	130					
Aportaciones: 3530 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual												Índices
	hm ³	hm ³												
091 EP.Ullivani + Urnínaga	190	7.53												I₁ = 0.89
091 EE.Alloz	82	1.20												I₂ = 0.72
091 EE.Evgui	21	0.09												I₃ = 0.75
091 EE.Iboiz	409	1.71												I₄ = 0
091 EE.Yesa	411	8.65												
Sistema total	1113	19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección Medía												
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Riego		Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolúmen		En tiempo	
	Abastecimiento	Riego	Industrial						Volúmen	Retorno	Mensual	Anual	Biannual	En 10 años
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00		0.80
091 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Lleida	27			25	3	0	25	0	0.90	0.90		0.40
091 DA.RAA	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Segre+Circa	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel.(reg.invr.)		43		43	0	0	43	0	0.99		1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464		463	1	0.4	278	185	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.CAC alto y Esora		325		256	69	0.4	153	102	0.79	0.96	0.96	0.20
091 DR.CAC bajo		258		238	21	0.4	143	95	0.92	0.92	0.89	0.40
091 DR.Circa		94		94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Gallego		202		190	12	0.4	114	76	0.94	0.96	0.96	0.80
091 DR.Nog.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		146	24	0.4	88	58	0.86	0.86	0.83	0.74
091 DR.RAA-C.Circa		399		384	15	0.4	230	153	0.96	0.96	0.98	0.80
091 DR.RAA-C.Monegros		61		59	2	0	59	0	0.97		0.98	0.80
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459		446	13	0.4	268	179	0.97	0.97	0.98	1.00
091 DR.Segre bajo		145		144	1	0	144	0	1.00	1.00	1.00	1.00
Sistema total	133	3075		3047	161		2050	997				
Aportaciones: 5432 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices						
	hm ³	hm ³		hm ³	hm ³							
091 EE.Ebbaal+Lanuza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73	I ₁ = 0.95						
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91	I ₂ = 0.94						
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+Talam+Ter	341	7.31	I ₃ = 0.44						
091 EE.Montesaagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30	I ₄ = 0.01						
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cinara	12	0.07							
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87							

BALANCE EJE: Proyección CB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo			
									Volúmenes	Tanto por uno	Anual	En 10 años		
091 DA.Delta+ resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00		
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00		
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00		
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00		
091 DI.Escatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00		
091 DT.Rindecañas	7			3	4	0	3	0	0.38	0.35		0.00		
091 DT.Tarragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00		1.00		
091 DT.Ondunte	5			4	1	0	4	0	0.73	0.63		0.00		
091 DR.AF.Aragon-Huerva		57		57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Delta		557		557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Delta (reg inv.)		167		167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Imperial		239		239	0	0.4	143	96	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Lodosa y otros		289		288	1	0.4	173	115	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		53	0	0	53	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.C.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00		
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		84	0	0	84	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.Resto Ebro alto		13		13	0	0	13	0	1.00		1.00	1.00		
091 DR.Zadora		46		46	0	0	46	0	0.99		0.98	1.00		
Sistema total	462	1618	2725	4798	7		1665	3133						
Aportaciones: 2656 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual										Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
	539	209	1304	26.2										
	136	6.4												
	2009	53.5												
Sistema total														

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección CB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Reborno hm ³	En volumen			En 10 años		
									Mensual	Anual	Bisual			
									Tanto por uno					
091 DA Logroño	35			26	6	0	28	0	0.82	0.69			0.00	
091 DI Andorra			18	17	0	0	17	0	0.98	0.97			0.60	
091 DR. Aguas Vivas		35		9	26	0	9	0	0.26		0.13	0.04	0.00	
091 DR. Alhama		93		25	68	0	25	0	0.27		0.15	0.00	0.00	
091 DR. Cidacos		31		10	21	0	10	0	0.31		0.13	0.00	0.00	
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		84	6	0	84	0	0.93		0.95	0.95	0.80	
091 DR. Guadalupe bajo		41		38	3	0	38	0	0.94		0.95	0.96	0.80	
091 DR. Iregua		63		22	41	0	22	0	0.35		0.13	0.00	0.00	
091 DR. Jalon alto		22		7	15	0	7	0	0.31		0.15	0.11	0.00	
091 DR. Jalon bajo		219		142	77	0.4	85	57	0.65		0.78	0.52	0.20	
091 DR. Jloca		85		26	59	0	26	0	0.31		0.13	0.11	0.00	
091 DR. Martin		53		34	19	0	34	0	0.64		0.75	0.63	0.00	
091 DR. Matarrña		55		18	37	0	18	0	0.32		0.27	0.15	0.00	
091 DR. Najerilla		71		70	0	0	70	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
091 DR. Queiles		58		22	36	0	22	0	0.38		0.40	0.07	0.00	
091 DR. Tiron		36		19	17	0	19	0	0.53		0.51	0.30	0.00	
Sistema total	35	951	18	571	432		515	57						
Aportaciones: 1694 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices									
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE Mansilla	65	1.01											I₁ = 0.57	
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											I₂ = 0.21	
091 EE Cigudosa	34	0.13											I₃ = 0.66	
091 EE Val	24	0.08											I₄ = 0	
091 EE La Tranquera	79	2.15												
091 EE Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE Calanda + Sartoblea	107	2.95												
091 EE Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección CB													
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volúmen	Tanto por uno	Anual	En 10 años	
091 DA.Pamplona	49			46	3	0	46	0	0.94	0.92		0.20	
091 DA.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Vitoria	78			74	3	0	74	0	0.96	0.95		0.20	
091 DT.Zalorra	153			108	45	0	108	0	0.70	0.68		0.00	
DR.Aragonbajo y Aiga			48	47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	
DR.Aragonmedio			97	97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	
DR.Aba			40	40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	
DR.C.Bardenas			328	327	2	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	
DR.C.Bardenas y Araalbo			137	137	0	0	137	0	1.00		1.00	1.00	
DR.Ega			25	25	0	0	25	0	1.00		1.00	1.00	
Sistema total	332	675		953	54		822	131					
Aportaciones: 4707 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual										Índices
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EP.Ullivari + Urrinaga	190		7.53										I ₁ = 0.95
091 EE.Alloz	82		1.20										I ₂ = 0.79
091 EE.Eviguí	21		0.09										I ₃ = 0.80
091 EE.Itoiz	409		1.71										I ₄ = 0.05
091 EE.Yesa	411		8.65										
Sistema total	1113		19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección CB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento hm³	Riego hm³	Industrial hm³	Suministro hm³	Déficit hm³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm³	Retorno hm³	Envoluven			En 10 años		
									Volumétrica	Mensual	Anual		Bianual	Tanto por uno
091 D.A.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.A.C.A.C	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.A.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.A.Lleida	27			27	0	0	27	0	1.00	1.00		0.80	0.80	
091 D.A.R.A.A	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.A.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.A.Resto Segre+Cinca	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.C.P.Urgel (reg. inv.)		43		43	0	0	43	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.C.P.Urgel+Segre alto		464		464	0	0.4	278	186	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.C.AC alto y Esora		325		292	33	0.4	175	117	0.90	1.00		1.00	0.60	
091 D.R.C.AC bajo		238		238	0	0.4	155	103	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.C.inca		94		94	0	0	94	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Ebro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Gallego		202		200	1	0.4	120	80	0.99	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Hog.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Piñana y N.Rib.		170		169	1	0.4	102	68	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.R.A.A-C.Cinca		399		397	2	0.4	238	159	0.99	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.R.A.A-C.Monegros		61		60	0	0	60	0	0.99	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.R.A.A-Monegros y Flumen		439		438	1	0.4	275	183	1.00	1.00		1.00	1.00	
091 D.R.Segre bajo		145		145	0	0	145	0	1.00	1.00		1.00	1.00	
Sistema total	133	3075		3169	39		2125	1043						
Aportaciones: 7242 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual	Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual	Índices					
	hm³	hm³		hm³	hm³	hm³	hm³		I ₁ = 0.99	I ₂ = 0.99	I ₃ = 0.56	I ₄ = 0		
091 EE.Bubal + Larauza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73									
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91									
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camañas+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE.Montearagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cintrana	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección EB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolúmen		En tiempo	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³						hm ³	hm ³		Mensual	Annual	En 10 años
						Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Annual	En 10 años		
091 DA.Delta+resto	39				39	0	0	39	0	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Ebro alto	70				70	0	0.8	14	56	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Ebro medio	50				50	0	0	50	0	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Resto Eje Ebro	40				40	0	0	40	0	1.00	1.00	1.00	
091 DA.Zaragoza	181				181	0	0.8	36	145	1.00	1.00	1.00	
091 DI.Aско			2438		2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00	1.00	
091 DI.Escabon			287		287	0	1	0	287	1.00	1.00	1.00	
091 DT.Findecañas	7				2	5	0	2	0	0.31	0.28	0.00	
091 DT.Tarragona	70				70	0	0	70	0	1.00	1.00	1.00	
091 DT.Orduña	5				3	2	0	3	0	0.65	0.53	0.00	
091 DR.AEI Aragón-Huerva					57	0	0	57	0	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.Delta					557	0	0	557	0	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.Delta (regintr.)					167	0	0	167	0	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.Imperial					239	0	0.4	143	95	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.Lodosa y otros					276	13	0.4	165	110	0.95	0.98	0.80	
091 DR.C.Lodosa-Aragón					52	1	0	52	0	0.98	0.98	1.00	
091 DR.C.Tarata y otros					113	0	0.4	68	45	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)					84	0	0	84	0	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Resto Ebro alto					12	1	0	12	0	0.95	0.95	0.60	
091 DR.Zadorna					41	6	0	41	0	0.88	0.87	0.81	
Sistema total	462	1618	2725	2725	4777	28		1649	3128				
Aportaciones: 2075 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											
	hm ³	hm ³											
	539	20.9											
	1334	26.2											
091 EE.Ebro												I₁ = 0.99	
091 EP.Mequinenza												I₂ = 0.99	
091 EP.Fórburoja												I₃ = -1.30	
Sistema total	2009	53.5											I₄ = 0

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección EB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Reborno hm ³	En volumen			En 10 años	
									Volumétrica	Mensual	Anual		Bianual
									Tanto por uno				
091 DA Logroño	35			26	9	0	26	0	0.75	0.61			0.00
091 DI Andorra			18	16	1	0	16	0	0.93	0.92			0.60
091 DR. Aguas Vivas		35		8	27	0	8	0	0.22		0.09	0.04	0.00
091 DR. Alhama		93		18	75	0	18	0	0.20		0.07	0.00	0.00
091 DR. Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.27		0.04	0.00	0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		75	15	0	75	0	0.83		0.82	0.78	0.40
091 DR. Guadalupe bajo		41		35	6	0	35	0	0.85		0.84	0.78	0.40
091 DR. Hueva		63		18	45	0	18	0	0.29		0.04	0.00	0.00
091 DR. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.27		0.15	0.11	0.00
091 DR. Jalon bajo		219		119	100	0.4	71	47	0.54		0.56	0.30	0.00
091 DR. Jiloca		85		18	66	0	18	0	0.22		0.11	0.11	0.00
091 DR. Martín		53		29	24	0	29	0	0.54		0.56	0.33	0.00
091 DR. Matarraña		55		15	40	0	15	0	0.27		0.18	0.04	0.00
091 DR. Najerilla		71		63	8	0	63	0	0.89		0.91	0.85	0.60
091 DR. Queiles		58		17	41	0	17	0	0.29		0.25	0.04	0.00
091 DR. Tiron		36		16	20	0	16	0	0.44		0.38	0.19	0.00
Sistema total	35	951	18	487	517		440	47					
Aportaciones: 1324 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EE. Mansilla	65	1.01											
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											
091 EE. Cigudosa	34	0.13											
091 EE. Val	24	0.08											
091 EE. La Tranquera	79	2.15											
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95											
091 EE. Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección EB															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riepo hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen			En 10 años			
									Mensual	Anual	Bianual				
									Tanto por uno						
091 D.A.Pamplona	49			42	7	0	42	0	0.87	0.82			0.00		
091 D.A.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00		
091 D.A.Vitoria	78			67	10	0	67	0	0.87	0.85			0.00		
091 DTZadorra	153			69	84	0	69	0	0.45	0.43			0.00		
DR.Aragonbajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00		
DR.Aragon medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00		
DR.Arba		40		40	0	0	40	0	0.99		1.00	1.00	1.00		
DR.C.Bardenas		328		326	3	0.4	195	130	0.99		1.00	1.00	1.00		
DR.C.Bardenas y Ara.alto		137		136	1	0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00		
DR.Ega		25		24	1	0	24	0	0.98		0.98	1.00	1.00		
Sistema total	332	675		901	107		770	130							
Aportaciones: 3677 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³											
091 EP.Ullivari + Urúnaga	190		7.53											I₁ = 0.89	
091 EE.Alcoz	82		1.20											I₂ = 0.72	
091 EE.Engui	21		0.09											I₃ = 0.76	
091 EE.Iboiz	409		1.71											I₄ = 0	
091 EE.Yesa	411		8.65												
Sistema total	1113		19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección EB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Riego		Industrial	Suministro		Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo		
	Abastecimiento	Riego	Industrial	Suministro	h ^{m3}					h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	Mensual	Bianual	En 10 años
091 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00	1.00		0.80	
091 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Lleida	27			26	2	0	26	0	0.94	0.94	0.94		0.40	
091 DA.RAA	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Segre+Girna	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00	1.00		1.00	
091 DR.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel (reg.invr.)		43		43	0	0	43	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel+ Segre alto		464		464	0	0.4	278	186	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.CAC alto y Esora		325		264	61	0.4	158	106	0.81	0.96	0.96	0.96	0.20	
091 DR.CAC bajo		258		241	17	0.4	145	96	0.93	0.89	0.96	0.96	0.60	
091 DR.Cirna		94		94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		175	0	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Gallego		202		193	9	0.4	116	77	0.96	0.96	0.96	0.96	0.80	
091 DR.Nog.Pallaresa		14		14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Piñana y N.Rib.		170		152	18	0.4	91	61	0.89	0.89	0.81	0.81	0.60	
091 DR.RAA-C Girna		399		388	11	0.4	233	155	0.97	0.96	0.96	0.96	1.00	
091 DR.RAA-C Monegros		61		60	1	0	60	0	0.98	0.98	0.96	0.96	1.00	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459		450	9	0.4	270	180	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	
091 DR.Segre bajo		145		145	0	0	145	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Sistema total	133	3075		3080	128		2071	1009						
Aportaciones: 5658 h^{m3}														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	h ^{m3}	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
091 EE Bobal+ Lamza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73						0.96			
091 EE La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						0.95			
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+ Talant+ Ter	341	7.31						0.46			
091 EE.Montaragón	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						0.01			
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cirana	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección HB												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida		GARANTÍA			En tiempo	
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³		Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
											Tanto por uno	
091 DA Delta+ resto	39				39	0	0	39	0	1.00	1.00	1.00
091 DA Resto Ebro alto	70				70	0	0.8	14	56	1.00	1.00	1.00
091 DA Resto Ebro medio	50				50	0	0	50	0	1.00	1.00	1.00
091 DA Resto Eje Ebro	40				40	0	0	40	0	1.00	1.00	1.00
091 DA Zaragoza	181				181	0	0.8	36	145	1.00	1.00	1.00
091 DI Aiso				2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00	1.00
091 DI Escatron				287	287	0	1	0	287	1.00	1.00	1.00
091 DT Rudecañas	7				3	4	0	3	0	0.36	0.35	0.00
091 DT Tarragona	70				70	0	0	70	0	1.00	1.00	1.00
091 DT Ordunte	5				3	1	0	3	0	0.71	0.61	0.00
091 DR Al. Aragon-Huerva					57	0	0	57	0	1.00	1.00	1.00
091 DR C.Delta					557	0	0	557	0	1.00	1.00	1.00
091 DR C.Delta (reg.inv.)					167	0	0	167	0	1.00	1.00	1.00
091 DR C.Imperial					239	0	0.4	143	96	1.00	1.00	1.00
091 DR C.Lodosa y otros					289	2	0.4	172	115	0.99	1.00	1.00
091 DR C.Lodosa-Aragon					53	0	0	53	0	1.00	1.00	1.00
091 DR C.Tanste y otros					113	0	0.4	68	45	1.00	1.00	1.00
091 DR Resto Ebro (Segre-Cherta)					84	0	0	84	0	1.00	1.00	1.00
091 DR Resto Ebro alto					13	0	0	13	0	0.99	1.00	1.00
091 DR Zadora					46	1	0	46	0	0.98	0.98	1.00
Sistema total	462	1618	2725	4796	9	1664	3132					
Aportaciones: 2517 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse											
	hm ³											
	Evaporación anual											
	hm ³											
091 EE Ebro	539											
091 EP Mequinenza	1334											
091 EP Ribarroja	136											
Sistema total	2009											
												Índices
												I₁ = 1.00
												I₂ = 1.00
												I₃ = -0.91
												I₄ = 0

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección HB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Reborno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	Tanto por uno	E n 10 años
091 DA Logroño	33			28	7	0	28	0	0.81	0.67			0.00
091 DI Andorra			18	17	0	0	17	0	0.97	0.97			0.60
091 DR. Aguas Vivas		33		9	26	0	9	0	0.25		0.13	0.04	0.00
091 DR. Alhama		93		23	69	0	23	0	0.25		0.09	0.00	0.00
091 DR. Cidacos		31		9	22	0	9	0	0.30		0.09	0.00	0.00
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		82	8	0	82	0	0.91		0.93	0.93	0.80
091 DR. Guadalupe bajo		41		38	3	0	38	0	0.92		0.93	0.96	0.80
091 DR. Iregua		63		21	42	0	21	0	0.34		0.09	0.00	0.00
091 DR. Jalon alto		22		6	15	0	6	0	0.29		0.09	0.07	0.00
091 DR. Jalon bajo		219		137	82	0.4	82	55	0.62		0.73	0.48	0.20
091 DR. Jiloca		85		25	60	0	25	0	0.29		0.13	0.11	0.00
091 DR. Martín		53		33	20	0	33	0	0.62		0.71	0.39	0.00
091 DR. Matarraña		55		17	38	0	17	0	0.31		0.24	0.11	0.00
091 DR. Najerilla		71		70	1	0	70	0	0.99		0.98	1.00	1.00
091 DR. Queiles		58		21	37	0	21	0	0.36		0.36	0.07	0.00
091 DR. Tiron		36		19	17	0	19	0	0.51		0.49	0.30	0.00
Sistema total	33	931	18	555	449		500	55					
Aportaciones: 1606 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EE Mansilla	65	1.01											
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88											
091 EE Cigudosa	34	0.13											
091 EE Val	24	0.08											
091 EE La Tranquera	79	2.15											
091 EE Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE Calanda + Santolea	107	2.93											
091 EE Caspe II	81	1.72											
Sistema total	480	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección HB															
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo				
									Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años		
									Tanto por uno						
091 D.A.Pamplona	49			45	4	0	45	0	0.93	0.90			0.20		
091 D.A.Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00		
091 D.A.Vitoria	78			73	5	0	73	0	0.94	0.94			0.20		
091 DTZadorra	153			100	53	0	100	0	0.65	0.62			0.00		
DR.Aragonbajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00		
DR.Aragon medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00		
DR.Arba		40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00		
DR.C.Bardenas		328		327	1	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00		
DR.C.Bardenas y Ara.alto		137		137	1	0	137	0	1.00		1.00	1.00	1.00		
DR.Ega		25		25	0	0	25	0	1.00		1.00	1.00	1.00		
Sistema total	332	675		943	64		812	131							
Aportaciones: 4462 hm³															
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual											Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³											
091 EP.Ullivari + Urúnaga	190		7.53											I₁ = 0.94	
091 EE.Alcoz	82		1.20											I₂ = 0.72	
091 EE.Engui	21		0.09											I₃ = 0.79	
091 EE.Iboiz	409		1.71											I₄ = 0.12	
091 EE.Yesa	411		8.65												
Sistema total	1113		19.2												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección HB												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA	
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Reborno hm ³	Envío hmen		En tiempo		
								Volumétrica	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
								Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DAC.P.Urgel	14				14	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DACAC	21				21	0	21	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Huesca	8				8	0	8	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Lleida	27				27	0	27	0	0.99	0.99	0.99	0.80
091 DA.RAA	15				15	0	15	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	11	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Segre+Cinca	37				37	0	37	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.A.Urgel			195		195	0	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel (reg.inv.)			43		43	0	43	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto			464		464	0	278	186	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.CAC alto y Esera			325		287	38	172	115	0.88	1.00	1.00	0.60
091 DR.CAC bajo			258		257	1	154	103	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Cinca			94		94	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)			175		175	0	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Fluvià y Alcanadre			71		71	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Gallego			202		200	2	120	80	0.99	1.00	1.00	1.00
091 DR.Nog.Pallaresa			14		14	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Piñana y N.Eub.			170		168	2	101	67	0.99	0.98	0.98	1.00
091 DR.RAA-C Cinca			399		396	3	238	159	0.99	1.00	1.00	1.00
091 DR.RAA-C Morenos			61		60	0	60	0	0.99	1.00	1.00	1.00
091 DR.RAA-Morenos y Fluvià			459		457	2	274	183	1.00	1.00	1.00	1.00
091 DR.Segre bajo			145		145	0	145	0	1.00	1.00	1.00	1.00
Sistema total	133		3075		3160	48	2120	1040				
Aportaciones: 6865 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂
091 EE.Bubal+ Larzuza	61	160	091 EP.Camalles + Escalles	660	10.73						0.99	
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91						0.99	
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camadas+Talam+Ter	341	7.31						0.54	
091 EE.Montearagon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30						0	
091 EE.Grado I+ Mediano	539	15.25	091 EE.Cinca	12	0.07							
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87							

BALANCE EJE: Proyección PB												
	DEMANDA a servir				DEMANDA servida			En volumen			GARANTÍA	
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Tanto por uno		En tiempo	
									Mensual	Anual		Bianual	En 10 años
091 DA Delta+ resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI Escatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT Rindecañas	7		2	2	5	0	2	0	0.29	0.28		0.00
091 DT Tarragona	70			69	1	0	69	0	0.99	0.99		0.60
091 DT Ordunte	5			3	2	0	3	0	0.62	0.53		0.00
091 DR Al Aragón-Huerva			57	57	0	0	57	0	1.00			1.00
091 DR C Delta			557	557	0	0	557	0	1.00	1.00		1.00
091 DR C Delta (reg.inv.)			167	167	0	0	167	0	1.00	1.00		1.00
091 DR C Imperial			239	238	1	0.4	143	95	1.00	1.00		1.00
091 DR C Lodosa y otros			289	267	22	0.4	160	107	0.92	0.95		0.96
091 DR C Lodosa-Aragón			53	51	2	0	51	0	0.96	0.98		0.80
091 DR C Tauste y otros			113	113	0	0.4	68	45	1.00	1.00		1.00
091 DR Ebro (Segre-Cherta)			84	84	0	0	84	0	1.00	1.00		1.00
091 DR Resto Ebro alto			13	12	1	0	12	0	0.93			0.89
091 DR Zadora			46	38	8	0	38	0	0.82			0.84
Sistema total	462	1618	2725	4763	42		1638	3124				
Aportaciones: 1964 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE Ebro	539	20.9										
091 EP Mequinenza	1334	26.2										
091 EP Ribarroja	136	6.4										
Sistema total	2009	53.5										
											Índices	
											I₁ = 0.99	
											I₂ = 0.98	
											I₃ = -1.42	
											I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección PB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volumétrica	Tanto por uno	Mensual	Bianual	En 10 años
091 D.A. Legroño	35			26	9	0	26	0	0.74	0.59			0.00
091 D.I. Andoza			18	16	2	0	16	0	0.91	0.90			0.20
091 D.R. Aguas Vivas		35		7	27	0	7	0	0.21		0.07	0.04	0.00
091 D.R. Alhama		93		17	76	0	17	0	0.18		0.05	0.00	0.00
091 D.R. Cidacos		31		8	23	0	8	0	0.26		0.00	0.00	0.00
091 D.R. Guadalupe alto y medio		90		71	19	0	71	0	0.78		0.78	0.74	0.40
091 D.R. Guadalupe bajo		41		33	8	0	33	0	0.81		0.80	0.74	0.40
091 D.R. Iregua		63		17	46	0	17	0	0.27		0.04	0.00	0.00
091 D.R. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.27		0.11	0.11	0.00
091 D.R. Jalon bajo		219		113	106	0.4	68	45	0.52		0.51	0.22	0.00
091 D.R. Jiloca		85		17	68	0	17	0	0.20		0.07	0.04	0.00
091 D.R. Martin		53		27	26	0	27	0	0.51		0.49	0.33	0.00
091 D.R. Matarraña		55		14	41	0	14	0	0.25		0.16	0.04	0.00
091 D.R. Majerilla		71		59	12	0	59	0	0.83		0.82	0.81	0.40
091 D.R. Quesiles		58		16	42	0	16	0	0.27		0.20	0.04	0.00
091 D.R. Thron		36		15	21	0	15	0	0.42		0.29	0.11	0.00
Sistema total	35	951	18	462	542		416	45					
Aportaciones: 1253 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EE. Marsilla	65	1.01			I₁ = 0.46								
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88			I₂ = 0.02								
091 EE. Cigudosa	34	0.13			I₃ = 0.63								
091 EE. Val	24	0.08			I₄ = 0.09								
091 EE. La Tanquera	79	2.15											
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36											
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95											
091 EE. Caspe II	81	1.72											
Sistema total	460	9.28											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección PB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			Retorno			GARANTIA	
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volúmetría	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
091 DA Pamplona	49			41	8	0	41	0	0.84	0.78			0.00
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA Vitoria	78			65	13	0	65	0	0.84	0.82			0.00
091 DT Zadorra	153			62	91	0	62	0	0.40	0.38			0.00
DR Aragón bajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR Aragón medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Arba		40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.B arderas		328		325	3	0.4	195	130	0.99		1.00	1.00	1.00
DR C.B arderas y Ara.albo		137		136	2	0	136	0	0.99		0.98	0.96	1.00
DR Ega		25		24	1	0	24	0	0.96		0.98	1.00	0.80
Sistema total	332	675		888	119		758	130					
Aportaciones: 3481 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices								
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									
091 EP.Ullivari + Urniraga	190		7.53		$I_1 = 0.88$ $I_2 = 0.72$ $I_3 = 0.74$ $I_4 = 0$								
091 EE.Alcoz	82		1.20										
091 EE.Eugui	21		0.09										
091 EE.Itoiz	409		1.71										
091 EE.Yesa	411		8.65										
Sistema total	1113		19.2										

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección PB

	DEMANDA a servir				DEMANDA servida				GARANTÍA			
	Riego		Industrial		Suministro		Retorno		En volumen		En tiempo	
	Abastecimiento hm³	Riego hm³	Industrial hm³	Suministro hm³	Déficit hm³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm³	Retorno hm³	Volumétrica Tanto por uno	Anual	Bianual	En 10 años
91 DA.C.P.Urgel	14			14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
91 DA.CAC	21			21	0	0	21	0	1.00	1.00		0.80
91 DA.Huesca	8			8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00
91 DA.Llaida	27			24	3	0	24	0	0.90	0.89		0.40
91 DA.RAA	15			15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00
91 DA.Resto Gallego	11			11	0	0	11	0	1.00	1.00		1.00
91 DA.Resto Segre+Circa	37			37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00
91 DR.C.A.Urgel		195		195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00
91 DR.C.P.Urgel (reg.inv.)		43		43	0	0	43	0	0.99		0.98	1.00
91 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464		464	2	0.4	277	185	1.00	1.00	1.00	1.00
91 DR.CAC alto y Esora		325		254	71	0.4	152	101	0.78		0.95	0.96
91 DR.CAC bajo		258		236	22	0.4	142	94	0.91		0.89	0.93
91 DR.Circa		94		94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00
91 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175		174	1	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00
91 DR.Flumen y Alcanadre		71		71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00
91 DR.Gallego		202		189	13	0.4	113	76	0.94		0.98	0.96
91 DR.Nog Pallaresa		14		14	0	0	14	0	0.99	1.00	1.00	1.00
91 DR.Piñana y N.Rib.		170		144	26	0.4	87	58	0.85		0.85	0.74
91 DR.RAA-C Circa		399		384	15	0.4	230	154	0.96		0.96	0.96
91 DR.RAA-C Moregos		61		58	3	0	58	0	0.96		0.98	0.96
91 DR.RAA-Moregos y Flumen		459		442	17	0.4	265	177	0.96		0.98	0.96
91 DR.Segre bajo		145		144	1	0	144	0	0.99	1.00	1.00	1.00
Sistema total	133	3075		3034	174		2042	992				
Aportaciones: 5356 hm³												
infraestructura de regulación	Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	Capacidad de embalse hm³	Evaporación anual hm³	Evaporación anual hm³	Capacidad de embalse hm³	Evaporación anual hm³							
91 EE.Bubal + Lauza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73				I₁ = 0.95			
91 EE.La Sotomera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91				I₂ = 0.94			
91 EE.Vadiello	1.5	0.00	091 EP.Camarasa+ Talant+Ter	341	7.31				I₃ = 0.43			
91 EE.Montaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30				I₄ = 0			
91 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cirrana	12	0.07							
91 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87							

BALANCE EJE: Proyección SB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA		
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno T año por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volúmetría	T año por uno	Annual	Biannual	
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00			1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00			1.00
091 DI.Aско			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00			1.00
091 DI.Escabon			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00			1.00
091 DT.Rindecañas	7			3	4	0	3	0	0.36	0.34			0.00
091 DT.Taragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00			1.00
091 DT.Orduite	3			3	1	0	3	0	0.71	0.61			0.00
091 DR.Añ.Aragon-Huerta		57		57	0	0	57	0	1.00				1.00
091 DR.C.Delta		557		557	0	0	557	0	1.00				1.00
091 DR.C.Delta (reginv.)		167		167	0	0	167	0	1.00				1.00
091 DR.C.Imperial		239		239	0	0.4	143	96	1.00				1.00
091 DR.C.Lodosa y otros		289		286	3	0.4	172	114	0.99				0.98
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		53	0	0	53	0	1.00				1.00
091 DR.C.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00				1.00
091 DR.Ebro (Segre-Cheta)		84		84	0	0	84	0	1.00				1.00
091 DR.Resto Ebro alto		13		13	0	0	13	0	0.99				1.00
091 DR.Zadorna		46		45	1	0	45	0	0.97				0.96
Sistema total	462	1618	2725	4795	10		1662	3132					
Aportaciones: 2462 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											
	hm ³	hm ³											
	539	20.9											
	1334	26.2											
091 EE.Ebro													I₁ = 1.00
091 EP.Mequinenza													I₂ = 1.00
091 EP.Ribarroja													I₃ = -0.95
Sistema total	2009	53.5											
Índices													
I₁ = 1.00													
I₂ = 1.00													
I₃ = -0.95													
I₄ = 0													

BALANCE MARGEN DERE CHIA: Proyección SB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida	GARANTÍA							
	DEMANDA a servir		Deficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³		Retorno hm ³	En volumen		En tiempo				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³						Industrial hm ³	Suministro hm ³	Volumétrica	Tanto por uno	Mensual	Anual	Bisnual	En 10 años
091 D.A. Legroño	35			28	7	0	28	0	0.80	0.66				0.00
091 D.I. Andoza			18	17	0	0	17	0	0.97	0.97				0.60
091 D.R. Aguas Vivas		35		9	26	0	9	0	0.25		0.13	0.04		0.00
091 D.R. Alhama		93		23	70	0	23	0	0.25		0.07	0.00		0.00
091 D.R. Cidacos		31		9	22	0	9	0	0.30		0.07	0.00		0.00
091 D.R. Guadalupe alto y medio		90		81	9	0	81	0	0.90		0.91	0.93		0.80
091 D.R. Guadalupe bajo		41		37	4	0	37	0	0.91		0.91	0.93		0.80
091 D.R. Iregua		63		21	42	0	21	0	0.33		0.09	0.00		0.00
091 D.R. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.29		0.09	0.07		0.00
091 D.R. Jalon bajo		219		135	84	0.4	81	54	0.62		0.71	0.48		0.00
091 D.R. Jiloca		85		24	61	0	24	0	0.28		0.13	0.11		0.00
091 D.R. Martin		53		32	20	0	32	0	0.61		0.71	0.39		0.00
091 D.R. Matarraña		55		17	38	0	17	0	0.30		0.22	0.11		0.00
091 D.R. Majerilla		71		70	1	0	70	0	0.98		0.98	1.00		1.00
091 D.R. Quesiles		58		20	38	0	20	0	0.35		0.35	0.04		0.00
091 D.R. Thron		36		18	18	0	18	0	0.50		0.49	0.30		0.00
Sistema total	35	951	18	547	456		493	54						
Aportaciones: 1570 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices									
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE. Marsilla	65	1.01				I₁ = 0.55								
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88				I₂ = 0.20								
091 EE. Cigudosa	34	0.13				I₃ = 0.65								
091 EE. Val	24	0.08				I₄ = 0								
091 EE. La Tranquera	79	2.15												
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95												
091 EE. Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección SB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo		
									Volúmetría	Tanto por uno	Mensual	Bianual	En 10 años
091 DA Pamplona	49			45	4	0	45	0	0.92	0.89			0.00
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00
091 DA Vitoria	78			73	5	0	73	0	0.93	0.92			0.00
091 DT Zadorra	153			97	56	0	97	0	0.63	0.61			0.00
DR Aragón bajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00
DR Aragón medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR Arba		40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.B arderas		328		327	2	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00
DR C.B arderas y Ara.albo		137		136	1	0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00
DR Ega		25		25	0	0	25	0	1.00		1.00	1.00	1.00
Sistema total	332	675		939	68		808	131					
Aportaciones: 4364 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³		Evaporación anual hm ³		Índices								
	091 EP.Ullivari + Urniraga	190	7.33											I_{1} = 0.93
091 EE.Alloz	82	1.20			I₂ = 0.72								
091 EE.Eugui	21	0.09			I₃ = 0.78								
091 EE.Itoiz	409	1.71			I₄ = 0.07								
091 EE.Yesa	411	8.65											
Sistema total	1113	19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección SB												
DEMANDA a servir					DEMANDA servida				GARANTÍA			
Aportaciones: hm³	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		
	hm³	hm³	hm³	hm³						hm³	Tanto por uno	Mensual	Bianual	En 10 años
	14				14	0	14	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DA.C.P.Urgel												
091 DA.CAC	21				21	0	21	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DA.Huesca	8				8	0	8	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DA.Lleida	27				27	0	27	0	0	0.99	0.99	0.80
091 DA.RAA	15				15	0	15	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	11	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DA.Resto Segre+Girona	37				37	0	37	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.A.Urgel		195			195	0	117	78	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel (reg.invr.)		43			43	0	43	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.C.P.Urgel+ Segre alto		464			464	0	278	186	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.CAC alto y Esora		325			285	40	171	114	0	0.88	1.00	0.40
091 DR.CAC bajo		258			257	1	154	103	0	0.99	1.00	1.00
091 DR.Cirra		94			94	0	94	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175			175	0	105	70	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.Flumen y Alcanadre		71			71	0	71	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.Gallego		202			200	2	120	80	0	0.99	1.00	1.00
091 DR.Nog.Pallaresa		14			14	0	14	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.		170			167	3	100	67	0	0.98	0.98	0.96
091 DR.RAA-C Cirra		399			396	3	238	159	0	0.99	1.00	1.00
091 DR.RAA-C Monegros		61			61	0	61	0	0	1.00	1.00	1.00
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459			457	2	274	183	0	0.99	1.00	1.00
091 DR.Segre bajo		145			145	0	145	0	0	1.00	1.00	1.00
Sistema total	133	3075			3156	52	2118	1038				
Aportaciones: hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices	
	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³	hm³		
091 EE Bobal+ Lanza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73							I ₁ = 0.98
091 EE La Sotonera	164	8.29	091 EE.Santa Ana	173	3.91							I ₂ = 0.98
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+ Talant+ Ter	341	7.31							I ₃ = 0.53
091 EE.Montaragón	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30							I ₄ = 0
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cirrana	12	0.07							
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87							

BALANCE EJE: Proyección UB												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo	
									Volúmetrica	Mensual	Anual	Bisual	En 10 años
091 DA.Delta+resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI.Escatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.34	0.31		0.00
091 DT.Tarragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00		1.00
091 DT.Orduña	5			3	2	0	3	0	0.69	0.58		0.00
091 DR.Añ.Aragon-Huelva				57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta				557	0	0	557	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.Delta (reg.inv.)				167	0	0	167	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.Imperial				239	0	0.4	143	96	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.Lodosa y otros				289	7	0.4	189	113	0.98	1.00		1.00
091 DR.C.Lodosa-Aragon				53	1	0	52	0	0.99	0.98		1.00
091 DR.C.Taute y otros				113	0	0.4	68	45	1.00	1.00		1.00
091 DR.Ebro (Sage-Cleria)				84	0	0	84	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Resto Ebro alto				13	0	0	13	0	0.98		0.98	0.96
091 DR.Zadorra				46	3	0	43	0	0.94	0.91		0.93
Sistema total	462	1618	2725	4788	17		1657	3130				
Aportaciones: 2296 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE.Ebro	539	20.9										
091 EP.Mequinenza	1334	26.2										
091 EP.Fibarroja	136	6.4										
Sistema total	2009	53.5										
											Índices	
											I₁ = 1.00	
											I₂ = 1.00	
											I₃ = -1.09	
											I₄ = 0	

BALANCE MARGEN DERE CHIA: Proyección UB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen Volumétrica	En tiempo					
									Tanto por uno	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³		Tanto por uno					
091 DA Logroño	35			27	8	0	27	0	0.78	0.65				0.00
091 DI Andora			18	17	1	0	17	0	0.96	0.95				0.60
091 DE Águas Vivas		35		8	26	0	8	0	0.24		0.11	0.04		0.00
091 DR Alhama		93		21	72	0	21	0	0.22		0.07	0.00		0.00
091 DR Cidacos		31		9	22	0	9	0	0.28		0.04	0.00		0.00
091 DR Guadalupe alto y medio		90		79	11	0	79	0	0.88		0.89	0.81		0.60
091 DR Guadalupe bajo		41		36	5	0	36	0	0.89		0.89	0.81		0.80
091 DR Iregua		63		20	43	0	20	0	0.32		0.05	0.00		0.00
091 DR Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.28		0.11	0.07		0.00
091 DR Jalon bajo		219		128	91	0.4	77	51	0.59		0.65	0.37		0.00
091 DR Jloca		85		21	63	0	21	0	0.25		0.13	0.11		0.00
091 DR Martin		53		31	22	0	31	0	0.59		0.69	0.48		0.00
091 DR Mataraña		55		16	39	0	16	0	0.29		0.18	0.11		0.00
091 DR Najerilla		71		67	4	0	67	0	0.95		0.98	1.00		0.80
091 DR Queiles		58		19	39	0	19	0	0.32		0.27	0.04		0.00
091 DR Thon		36		17	19	0	17	0	0.48		0.42	0.26		0.00
Sistema total	35	951	18	524	480		472	51						
Aportaciones: 1465 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices									
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE Mansilla	65	1.01					I₁ = 0.52							
091 EE Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88					I₂ = 0.20							
091 EE Cigudosa	34	0.13					I₃ = 0.64							
091 EE Val	24	0.08					I₄ = 0							
091 EE La Tanquera	79	2.15												
091 EE Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE Calanda + Santolea	107	2.95												
091 EE Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA I: Proyección UB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA				
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En 10 años	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	Mensual		Anual	Biamual
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno	hm ³	hm ³	hm ³	Tanto por uno			
091 DA Pamplona	49			44	5	0	49		0.90	0.87		0.00	
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53		1.00	1.00		1.00	
091 DA Vitoria	78			71	7	0	78		0.91	0.90		0.00	
091 DT Zadora	153			85	68	0	153		0.56	0.53		0.00	
DR Aragón bajo y Arga			48	47	1	0		48	0.98		1.00	1.00	
DR Aragón medio			97	97	0	0		97	1.00		1.00	1.00	
DR Arba			40	40	0	0		40	1.00		1.00	1.00	
DR C.Bardenas			328	327	2	0.4		328	0.99		1.00	1.00	
DR C.Bardenas y Ara.alto			137	136	1	0		137	0.99		1.00	1.00	
DR Ega			25	25	0	0		25	0.99		1.00	1.00	
Sistema total	332		675	924	83		332	675					
Aportaciones: 4069 hm³													
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual											Índices
	hm ³	hm ³	hm ³										
091 EE.Ullivari + Urrinaga	190	7.53											I₁ = 0.92
091 EE.Alcoz	82	1.20											I₂ = 0.72
091 EE.Eugui	21	0.09											I₃ = 0.77
091 EE.Itoiz	409	1.71											I₄ = 0.07
091 EE.Yesa	411	8.65											
Sistema total	1113	19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección UB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA			
	Abastecimiento		Riego	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	Envolumen		En tiempo		
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	hm ³	Mensual	Anual	Bianual	En 10 años
						Tanto por uno	Tanto por uno	hm ³	hm ³	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	Tanto por uno	
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Huesca	8				8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Lleida	27				27	0	0	27	0	0.98	0.98		0.60	
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	1.00	1.00		1.00	
091 DA.Resto Segre+Circa	37				37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00	
091 DR.C.A.Urgel		195			195	0	0.4	117	78	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel (reg.inv.)		43			43	0	0	43	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.C.P.Urgel+Segre alto		464			464	0	0.4	278	186	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.CAC alto y Esora		325			277	48	0.4	166	111	0.85	0.98	0.98	0.20	
091 DR.CAC bajo		258			254	4	0.4	152	102	0.98	0.98	0.98	1.00	
091 DR.Circa		94			94	0	0	94	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175			175	0	0.4	105	70	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Flumen y Alcanadre		71			71	0	0	71	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Gallego		202			198	4	0.4	119	79	0.98	0.98	0.98	1.00	
091 DR.Nog.Pallaresa		14			14	0	0	14	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Piñana y N.Rib.		170			163	7	0.4	98	65	0.96	0.96	0.96	0.80	
091 DR.RAA-C Circa		399			395	4	0.4	237	138	0.99	0.98	0.98	1.00	
091 DR.RAA-C Monegros		61			60	1	0	60	0	0.99	0.98	0.98	1.00	
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459			455	4	0.4	273	182	0.99	1.00	1.00	1.00	
091 DR.Segre bajo		145			145	0	0	145	0	1.00	1.00	1.00	1.00	
Sistema total	133	3075			3137	71		2106	1031					
Aportaciones: 6262 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual		Infraestructura de regulación		Capacidad de embalse		Evaporación anual		Índices			
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
091 EE.Ebrol+Lanuza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles	660	10.73						0.98	0.98	0.50	0
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Sarta Ana	173	3.91									
091 EE.Yadiello	15	0.00	091 EP.Camañas+Talam+Ter	341	7.31									
091 EE.Montaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana	478	5.30									
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cirrana	12	0.07									
091 EE.Joaquín Costa	79	3.23	Sistema total	2573	55.87									

BALANCE EJE: Proyección.MedB												
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTIA			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En tiempo			
									En volumen	Tanto por uno		
									Volumétrica	Mensual	Anual	En 10 años
091 DA.Dellar resto	39			39	0	0	39	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro alto	70			70	0	0.8	14	56	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Ebro medio	50			50	0	0	50	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Eje Ebro	40			40	0	0	40	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Zaragoza	181			181	0	0.8	36	145	1.00	1.00		1.00
091 DI.Asco			2438	2438	0	0.98	49	2389	1.00	1.00		1.00
091 DI.Escatron			287	287	0	1	0	287	1.00	1.00		1.00
091 DT.Rindecañas	7			2	5	0	2	0	0.34	0.32		0.00
091 DT.Taragona	70			70	0	0	70	0	1.00	1.00		1.00
091 DT.Ondute	5			3	2	0	3	0	0.69	0.56		0.00
091 DR.AF.Aragon-Huerva		57		57	0	0	57	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta		557		557	0	0	557	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Delta (seg.inv.)		167		167	0	0	167	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Imperial		239		239	0	0.4	143	96	1.00		1.00	1.00
091 DR.C.Lodosa y otros		289		283	6	0.4	170	113	0.98		1.00	1.00
091 DR.C.Lodosa-Aragon		53		52	1	0	52	0	0.99		0.98	1.00
091 DR.C.Tauste y otros		113		113	0	0.4	68	45	1.00		1.00	1.00
091 DR.Ebro (Segre-Cherta)		84		84	0	0	84	0	1.00		1.00	1.00
091 DR.Resto Ebro alto		13		13	0	0	13	0	0.98		0.98	1.00
091 DR.Zadara		46		43	3	0	43	0	0.94		0.93	0.60
Sistema total	462	1618	2725	4789	16		1658	3131				
Aportaciones: 2324 hm³												
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual										
	hm ³	hm ³										
091 EE.Ebro	539	20.9										
091 EP.Mequinerza	1384	26.2										
091 EPR.Barroja	136	6.4										
Sistema total	2009	53.5										
												Índices
												I ₁ = 1.00
												I ₂ = 1.00
												I ₃ = -1.06
												I ₄ = 0

BALANCE MARGEN DERECHA: Proyección MedB														
	DEMANDA a servir				DEMANDA a servir				GARANTÍA					
	DEMANDA a servir		DEMANDA a servir		DEMANDA a servir		DEMANDA a servir		E n tiempo		E n tiempo			
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Deficit hm ³	Coef. Retorno T año por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	Volúmetría Mensual	Volúmetría Anual	Bianual	E n 10 años		
091 DA. Legroño	35			27	8	0	27	0	0.78	0.63		0.00		
091 DI. Andorra			18	17	1	0	17	0	0.96	0.93		0.60		
091 DR. Aguas Vivas		33		8	26	0	8	0	0.24		0.11	0.04		
091 DR. Albana		93		21	72	0	21	0	0.23		0.07	0.00		
091 DR. Cidacos		31		9	22	0	9	0	0.29		0.04	0.00		
091 DR. Guadalupe alto y medio		90		79	11	0	79	0	0.88		0.89	0.85		
091 DR. Guadalupe bajo		41		37	4	0	37	0	0.89		0.89	0.81		
091 DR. Iregua		63		20	43	0	20	0	0.32		0.07	0.00		
091 DR. Jalon alto		22		6	16	0	6	0	0.29		0.11	0.07		
091 DR. Jalon bajo		219		129	90	0.4	78	52	0.59		0.65	0.37		
091 DR. Jiloca		83		22	63	0	22	0	0.26		0.13	0.11		
091 DR. Martín		53		31	22	0	31	0	0.59		0.69	0.52		
091 DR. Matarraña		55		16	39	0	16	0	0.29		0.18	0.11		
091 DR. Najerilla		71		68	3	0	68	0	0.95		0.98	1.00		
091 DR. Queiles		58		19	39	0	19	0	0.33		0.27	0.04		
091 DR. Tiron		36		17	19	0	17	0	0.48		0.44	0.26		
Sistema total	35	951	18	527	476		476	52						
Aportaciones: 1482 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse		Evaporación anual										Índices	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³									I ₁ = 0.53	I ₂ = 0.20	I_{3} = 0.64	I_{4} = 0
091 EE. Marsilla	65	1.01												
091 EE. Pajares + Glez. Lacasa	68	0.88												
091 EE. Cigudosa	34	0.13												
091 EE. Val	24	0.08												
091 EE. La Tanquera	79	2.15												
091 EE. Cueva Foradada	22	0.36												
091 EE. Calanda + Santolea	107	2.95												
091 EE. Caspe II	81	1.72												
Sistema total	480	9.28												

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 1: Proyección MedB														
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida			GARANTÍA					
	Abastecimiento hm ³	Riego hm ³	Industrial hm ³	Suministro hm ³	Déficit hm ³	Coef. Retorno Tanto por uno	Consumo hm ³	Retorno hm ³	En volumen		En tiempo			
									Volumétrica	Mensual	Anual	Biamual	En 10 años	
091 DA Pamplona	49			44	5	0	44	0	0.91	0.87			0.00	
091 DA Resto Aragón	53			53	0	0	53	0	1.00	1.00			1.00	
091 DA Vitoria	78			71	6	0	71	0	0.92	0.91			0.00	
091 DT Zadora	153			87	66	0	87	0	0.57	0.54			0.00	
DR Aragón bajo y Arga		48		47	1	0	47	0	0.98		1.00	1.00	1.00	
DR Aragón medio		97		97	0	0	97	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR Arba		40		40	0	0	40	0	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR C.Bardenas		328		327	2	0.4	196	131	1.00		1.00	1.00	1.00	
DR C.Bardenas y Ara.alto		137		136	1	0	136	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
DR Ega		25		25	0	0	25	0	0.99		1.00	1.00	1.00	
Sistema total	332	675		927	81		796	131						
Aportaciones: 4118 hm³														
Infraestructura de regulación	Capacidad de embalse hm ³		Evaporación anual hm ³										Índices	
													I₁ = 0.92	I₂ = 0.72
091 EE.Ullivari + Urrinaga	190		7.53											
091 EE.Alcoz	82		1.20											
091 EE.Eugui	21		0.09											
091 EE.Itoiz	409		1.71											
091 EE.Yesa	411		8.65											
Sistema total	1113		19.2											

BALANCE MARGEN IZQUIERDA 2: Proyección MedB													
	DEMANDA a servir					DEMANDA servida					GARANTÍA		
	Abastecimiento		Riesgo	Industrial	Suministro	Déficit	Coef. Retorno	Consumo	Retorno	En volumen		En tiempo	
	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³	hm ³					hm ³	hm ³	hm ³	Mensual	Bianual	En 10 años
091 DA.C.P.Urgel	14				14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.CAC	21				21	0	0	21	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Huesca	8				8	0	0	8	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Lleida	27				27	0	0	27	0	0.99	0.98		0.60
091 DA.RAA	15				15	0	0	15	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Gallego	11				11	0	0	11	0	1.00	1.00		1.00
091 DA.Resto Segre+Cinca	37				37	0	0	37	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.A.Urgel		195			195	0	0.4	117	78	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.P.Urgel (reg. inv.)		43			43	0	0	43	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.C.P.Urgel+ Segre alto		464			464	0	0.4	278	186	1.00	1.00		1.00
091 DR.CAC alto y Esora		325			278	47	0.4	167	111	0.86	0.98		0.96
091 DR.CAC bajo		258			255	4	0.4	153	102	0.99	1.00		1.00
091 DR.Cinca		94			94	0	0	94	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Ebro (Gallego-Segre)		175			175	0	0.4	105	70	1.00	1.00		1.00
091 DR.Frument y Alcanadre		71			71	0	0	71	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Gallego		202			199	3	0.4	119	79	0.98	0.98		0.96
091 DR.Nog.Pallarsa		14			14	0	0	14	0	1.00	1.00		1.00
091 DR.Piñana y N.Rib.		170			165	5	0.4	99	66	0.97	0.96		0.80
091 DR.RAA-C.Cinca		399			396	3	0.4	237	138	0.99	1.00		1.00
091 DR.RAA-C.Monegros		61			60	0	0	60	0	0.99	1.00		1.00
091 DR.RAA-Monegros y Flumen		459			456	3	0.4	273	182	0.99	1.00		1.00
091 DR.Segre bajo		145			145	0	0	145	0	1.00	1.00		1.00
Sistema total	133	3075			3141	67		2109	1033				
Aportaciones: 6337 hm³													
Infraestructuras de regulación	Capacidad de embalse	Evaporación anual	Infraestructuras de regulación		Capacidad de embalse	Evaporación anual	Índices						
	hm ³	hm ³			hm ³	hm ³							
091 EE.Bubal + Lanuza	61	1.60	091 EP.Canelles + Escalles		660	10.73							I ₁ = 0.98
091 EE.La Sotonera	164	8.29	091 EE.Sarta Ana		173	3.91							I ₂ = 0.98
091 EE.Vadiello	15	0.00	091 EP.Camarasa+ Talarn+ Ter		341	7.31							I ₃ = 0.50
091 EE.Montaragon	51	0.18	091 EE.Rialp + Oliana		478	5.30							I ₄ = 0
091 EE.Grado I + Mediano	539	15.25	091 EE.Cinra		12	0.07							
091 EE.Joaquin Costa	79	3.23	Sistema total		2573	55.87							

