

LA GESTIÓN DE DEMANDA DE AGUA FRENTE A LA
POLÍTICA DE OFERTA DEL TRASVASE DEL EBRO

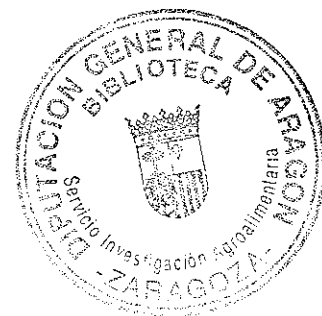
José ALBIAC, Javier TAPIA

Documento de Trabajo 01/2

SERVICIO DE INVESTIGACION AGROALIMENTARIA
UNIDAD DE ECONOMIA Y SOCIOLOGIA AGRARIAS



6354
N.º. 1287



LA GESTIÓN DE DEMANDA DE AGUA FRENTE A LA
POLÍTICA DE OFERTA DEL TRASVASE DEL EBRO

José ALBIAC, Javier TAPIA

Documento de Trabajo 01/2

RESUMEN

Este estudio demuestra que no es necesario el trasvase del Ebro para solucionar los problemas de escasez de agua de las cuencas de Levante. En el trabajo se examina en primer lugar la alternativa de prohibición de la sobreexplotación de acuíferos sin trasvases externos de agua, y se observa que la pérdida es el 15 por cien de la renta neta de los agricultores.

La segunda alternativa considerada es el incremento del precio del agua de riego en las comarcas de Levante. Un incremento de precio de 20 pta/m³ reduce las necesidades de trasvase para todos los usos a 271 hm³ con unas pérdidas moderadas para los agricultores de un 5 por cien de su renta neta. Si el incremento de precios es de 30 pta/m³, los usos y disponibilidades de agua en las cuencas de Levante se equilibran y desaparece la necesidad de trasvase, con un coste razonable para los agricultores inferior al 10 por cien de la renta neta. Esta opción es la preferible desde el punto de vista económico y medioambiental, y puede ir unida a compensaciones a los agricultores de Levante para que acepten voluntariamente el incremento de precios.

Finalmente el estudio muestra la incoherencia de la propuesta de trasvase del Plan Hidrológico Nacional. Las dotaciones que se asignan en el trasvase para agricultura y medioambiente (cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos) no se pueden absorber en el Segura y en algunas comarcas de Alicante, por la falta de rentabilidad de los cultivos que impide el pago de precios de agua elevados. En Almería la capacidad de pago es elevada y muy superior a la dotación del PHN, que es muy escasa e inferior a la sobreexplotación de acuíferos.



ÍNDICE DE MATERIAS

1. Introducción	1
2. El Principio de Sostenibilidad Cuestiona el Plan Hidrológico Nacional	3
3. Descripción de la Agricultura de Regadío de Levante	8
3.1 La Zona de Estudio	8
3.1.1 Comunidad Valenciana	8
3.1.2 Comunidad de Murcia	11
3.1.3 Provincia de Almería	12
3.2 La Sobreexplotación de Acuíferos	12
4. El Modelo para el Análisis del Sector Agrario	16
4.1 Descripción del Modelo	17
4.1.1 Restricciones del modelo	18
4.1.2 Estructura del modelo	21
4.2 Cálculo de Costes y de Necesidades Hídricas de los Cultivos	22
4.2.1 Costes	22
4.2.2 Necesidades hídricas de los cultivos	27
5. Simulación de los Efectos sobre la Agricultura de las Alternativas de Gestión de Demanda	31
5.1 Definición de los Escenarios de Gestión de Demanda	32
5.1.1 Gestión de demanda por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos	32
5.1.2 Gestión de demanda por incremento de los precios del agua de riego	33
5.2 Resultados de la Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos	36
5.3 Resultados del Incremento de los Precios del Agua de Riego	42
5.3.1 Aumento del precio del agua en 10 pta/m ³	46
5.3.2 Aumento del precio del agua en 20 pta/m ³	46
5.3.3 Aumento del precio del agua en 30 pta/m ³	52
5.3.4 Aumento del precio del agua en 40 pta/m ³	53
5.3.5 Aumento del precio del agua en 70 pta/m ³	56
5.3.6 Asignación comarcal del agua del trasvase del Ebro que propone el PHN.	59
5.3.7 Ingreso medio y margen neto medio	62
5.3.8 Utilización de la mano de obra	63
5.3.9 Utilización del agua	63

6. Resumen y Conclusiones...	66
6.1 Sostenibilidad del Plan Hidrológico Nacional	67
6.2 Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos	69
6.3 Aumento del Precio del Agua y Reducción de las Transferencias Externas	71
6.3.1 Incremento en 20 pta/m ³	72
6.3.2 Incremento en 30 pta/m ³	73
6.3.3 Inconsistencia de la asignación comarcal del trasvase que propone el PHN	74
6.4 Comparación de Resultados con el Plan Hidrológico Nacional	76
6.4.1 Renta Neta	77
6.4.2 Mano de obra	79
6.6 Consideraciones Finales	81
Agradecimientos	85
Referencias Bibliográficas	86

1. Introducción

España es un país con unas precipitaciones que tienen una fuerte variación espacial y temporal. El caudal total de los ríos es de 110 100 hm³, con una capacidad de embalse de 56 100 hm³ y un stock medio de agua embalsada de unos 25.000 hm³. La demanda consuntiva de agua alcanza los 30.400 hm³, que se divide entre 24 100 hm³ para usos agrícolas, 4.700 hm³ para usos urbanos, y 1.600 para usos industriales (MIMAM 1998). El regadío es un factor importante para la producción agraria, ya que extensas regiones del país tienen un clima semiárido o subhúmedo. La demanda de agua de riego ha experimentado un fuerte aumento en los últimos decenios, y actualmente representa el 80 por cien de la demanda total de agua. La creciente escasez de agua entre usos alternativos no se refleja en los precios del agua, y los precios de agua de riego son en general excesivamente bajos.¹ En consecuencia las políticas de gestión de agua deberían dar prioridad a la racionalización del uso agrícola del agua. Algunas propuestas de política de gestión de agua plantean medidas de gestión de demanda, como el aumento de los precios del agua para recuperar costes, la introducción de mercados de agua, o la revisión de las concesiones de agua (Sumpsi et al. 1998).

Las nuevas demandas urbanas e industriales, y la creciente sensibilidad medioambiental en relación al aprovisionamiento y utilización del agua, son factores que presionan para que se introduzcan nuevas políticas de gestión del agua. En el actual escenario de escasez de agua, la asignación de agua entre usos alternativos ha creado importantes conflictos entre grupos de usuarios y administraciones regionales, que se complican durante las situaciones de emergencia en los años de sequía.

La escasez de agua es especialmente aguda en las cuencas de Levante, ya que la producción de cultivos hortofrutícolas de alta rentabilidad ha llevado a una fuerte expansión en las últimas décadas de la superficie en regadío y la demanda de agua,² y como consecuencia a la sobreexplotación de los acuíferos. Como solución a la creciente escasez en Levante, el Plan Hidrológico Nacional no propone una política de gestión de

¹ En la primera encuesta a comunidades de regantes publicada por el INE (2001), el precio medio del agua de riego en España en 1999 era 3,3 pta/m³, 3,5 pta/m³ en la Comunidad Valenciana, 15,5 pta/m³ en Murcia, y 6,7 pta/m³ en Andalucía.

² En la cuenca del Segura la superficie en regadío es actualmente 266 000 ha y según datos de teledetección el regadío ocupaba 164 000 ha en 1991 y 80 000 ha en 1975 (Quintanilla et al. 1997).

demanda de agua, sino una política de ampliación de la oferta de agua con una enorme inversión para transferir agua del Valle del Ebro a las zonas de escasez de las cuencas del Júcar, Segura y Sur.

En este trabajo se examinan los efectos sobre la agricultura de medidas de gestión de demanda para solucionar los problemas de escasez de agua en la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería, comparando la solución de gestión de la demanda de agua mediante precios más elevados con la política de oferta del trasvase del Ebro. El trabajo plantea un análisis de los efectos sobre el sector agrario de ambas soluciones, y se estructura de la siguiente forma; en primer lugar se discute el concepto de sostenibilidad aplicado a los recursos hídricos, a continuación se presenta información sobre la zona de estudio y se describe la metodología e información técnica y económica del modelo utilizado, y posteriormente se exponen los resultados de la simulación de los escenarios considerados. Estos escenarios son el mantenimiento de los bajos precios actuales del agua, lo que implica el agotamiento de los acuíferos o las transferencias de agua de cuencas externas, y la gestión de demanda mediante precios del agua más elevados para reducir la escasez de agua. En la sección final se presenta el resumen y las conclusiones del trabajo.

2 El Principio de Sostenibilidad Cuestiona el Plan Hidrológico Nacional

El concepto de desarrollo sostenible está ligado al aumento del bienestar humano en el tiempo, una idea que procede de la noción de estado estacionario introducida por John Stuart Mill en el siglo XIX. La discusión sobre sostenibilidad se centra en el stock de capital y su interacción con el cambio tecnológico y el crecimiento de la población. El stock de capital está formado por distintos tipos de capital: capital creado por el hombre, capital natural, y capital humano y social. En la sostenibilidad débil, los diferentes tipos de capital son sustituibles, por lo que el requisito de sostenibilidad se cumple siempre que el stock de capital total se mantenga, aunque alguno de los tipos de capital disminuya. En la sostenibilidad fuerte, algún tipo de capital no es sustituible, por lo que se ha de cumplir el requisito de que el stock de capital total se mantenga, y además también se ha de cumplir el requisito de que el stock de capital específico (no sustituible) tampoco disminuya (Pearce 2000)

La lógica del concepto de sostenibilidad fuerte es que gran parte del capital natural provee servicios que no son sustituibles, como la regulación de la composición atmosférica, los valores espirituales del medio natural, y los ciclos de nutrientes. En consecuencia, la preservación de especies importantes es clave para proteger la capacidad de soportar perturbaciones (resiliencia) del medio natural (Hanley et al 1997). Esta noción de que existen componentes críticos en el stock de capital natural también se utiliza en el enfoque de Common y Perrings (1992) en el que se combinan conceptos de estabilidad ecológica y eficiencia económica. La estabilidad ecológica implica la capacidad del ecosistema de soportar perturbaciones sin perder la autoorganización, y la sostenibilidad económica requiere el mantenimiento del stock de capital total.

Una política de gestión de recursos dirigida al desarrollo sostenible supone aumentar progresivamente el stock de capital. En un enfoque de sostenibilidad débil, es necesario determinar la tasa de retorno de los distintos tipos de capital (creado por el hombre, natural, humano y social), y estas tasas de retorno deben incluir los impactos de mercado y no mercado del uso de recursos. Bajo la sostenibilidad fuerte, son mayores las exigencias de restauración de la degradación de los recursos naturales, pero es difícil aplicar la sostenibilidad fuerte al tener que determinar el grado en que los recursos son

críticos y no sustituibles, y el coste de oportunidad de las medidas de preservación. En un enfoque de sostenibilidad fuerte priman las medidas basadas en cantidades y no las relacionadas con el precio del recurso como impuestos y tasas

La sostenibilidad aplicada a la gestión de los recursos hídricos implica la protección del capital natural formado por los sistemas hídricos, en el sentido de mantener la funcionalidad ecológica de las cuencas. Las cuencas de la península ibérica, y en particular las cuencas del Ebro y de Levante, han experimentado una grave degradación de su funcionalidad ecológica en las décadas de la segunda mitad del siglo veinte, por la actividad de origen antropogénico. Además, la posibilidad de sustitución por otros tipos de capital disminuye conforme el capital natural se deteriora, lo que impide que la fuerte degradación de la funcionalidad de los sistemas hídricos de las cuencas del Ebro y de Levante, pueda sustituirse por otros tipos de capital. Hoy en día, el problema clave desde una perspectiva sostenible es frenar el deterioro de este capital natural e iniciar la restauración de las funcionalidades de los sistemas hídricos, por lo que el Plan Hidrológico Nacional, en la línea de una nueva política del agua preconizada en el Libro Blanco del Agua, ha de garantizar un enfoque que no provoque una mayor degradación ecológica, sino que asegure el mantenimiento o la mejora de la funcionalidad de los sistemas hídricos.

El Plan Hidrológico Nacional propone transferir agua de la cuenca del Ebro a las cuencas del Levante mediterráneo, y la cuestión esencial es identificar los elementos críticos del capital natural que el trasvase deteriora, y que pueden producir una degradación irreversible de los ecosistemas de la cuenca cedente y las cuencas receptoras.

Los elementos críticos que se pueden identificar en el valle del Ebro son los siguientes: desde los años sesenta el caudal del Ebro muestra una tendencia decreciente debido al aumento en el consumo de agua, y la calidad del agua se ha degradado.³

³ La aportación del río Ebro en Tortosa en la década de los sesenta superaba casi todos los años los 15 000 hm³, mientras que en la mayoría de los años ochenta y noventa la aportación está por debajo de los 10 000 hm³. Los datos de aportación entre principios del siglo veinte y la guerra civil confirman esta tendencia decreciente. Uno de los factores que explica este descenso es el aumento del consumo neto de agua que ha pasado de 3 000 hm³ a comienzos de los sesenta, a 6 000 hm³ a finales de los noventa (MIMAM 2000a)

Varios tramos tienen graves problemas de calidad por contaminación puntual urbana e industrial, contaminación difusa de actividades agrarias, o escasez de caudal. Estos tramos reciben vertidos de los centros urbanos e industriales de Miranda de Ebro, Logroño y Zaragoza, u otro tipo de contaminación en los tramos aguas abajo del Canal de Lodosa y la presa de Cabriana. La regeneración de estos tramos se produce por la capacidad de autodepuración del río (Confederación Hidrográfica del Ebro 1998). También hay problemas de eutrofización en el medio y bajo Ebro, y de arrastre de sales generado en los regadíos de la cuenca. La capacidad de embalse en el valle del Ebro no ha aumentado desde los años setenta y el trasvase requeriría aumentar la regulación para hacer frente a los períodos plurianuales de sequía, lo que supondría una mayor degradación de las funcionalidades ecológicas del río. Finalmente, un elemento crítico del capital natural que el trasvase deterioraría es el Delta del Ebro, por la disminución del caudal que provocaría una penetración mucho más agresiva de agua salina.

Algunos de los argumentos medioambientales de los expertos en contra del Plan Hidrológico Nacional son: i) el Plan no presenta información sobre el funcionamiento de las cuencas como ecosistemas evaluando su degradación funcional; ii) la evaluación de costes y beneficios de las alternativas del Plan no aparece o carece de un esquema apropiado de análisis; iii) el trasvase provoca la degradación del Delta del Ebro; iv) el trasvase incrementa la regulación en la cuenca del Ebro para asegurar la disponibilidad del agua en los años de sequía, deteriorando aún más la funcionalidad de los sistemas ecológicos de la cuenca; y v) el trasvase sirve para prolongar la insostenibilidad del uso del agua en las cuencas receptoras del Levante mediterráneo, insostenibilidad que podría resolverse con medidas de gestión de demanda que equilibren la provisión y demanda de agua en las cuencas de Levante con sus recursos internos.

Para decidir las actuaciones más apropiadas en el Levante mediterráneo, el Plan Hidrológico Nacional debería considerar los siguientes puntos: la optimización de los sistemas y los usos, la sustitución de los regadíos por otras actividades más rentables, el uso de la desalación, la recuperación de la funcionalidad de los sistemas hídricos en las cuencas actuando sobre la cubierta vegetal y la calidad del agua, la mejora del patrimonio hidráulico de embalses y redes, y la gestión de la demanda de agua para no crear nuevas presiones ambientales como alternativa a la política de aumento de la oferta (Jiménez-Beltrán 2001).

La Unión Europea ha aprobado la Directiva Marco del Agua, que adopta el nuevo enfoque en política del agua preconizado por el Libro Blanco del Agua. La Directiva promueve la unidad de las cuencas, la repercusión completa de costes al usuario incluyendo las externalidades medioambientales, la gestión de la demanda, y la fijación de estándares sobre caudales y flujos de contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas. La Directiva impulsa la aplicación de instrumentos económicos frente a los instrumentos de regulación que tienen costes elevados para los agentes económicos, por lo que se ha establecido el coste completo de recuperación como instrumento económico que evita el despilfarro del recurso y contribuye a reducir la degradación del recurso.

El problema de insostenibilidad del trasvase se deriva de que el recurso hídrico no está valorado por el coste completo de recuperación, que debería incluir el coste medioambiental de provisión del recurso y el coste de contaminación de las aguas de retorno en los usos agrícolas, industriales y urbanos. El precio medio del agua de uso agrario en los sistemas de riego por gravedad en el Levante no supera las 5 pta/m³ en casi todas las comarcas del Júcar y en algunas comarcas del Segura, y este precio alcanza las 25 pta/m³ en alguna comarca del Sur. Unos precios tan reducidos fomentan el despilfarro del recurso e impiden las inversiones para mejorar la eficiencia, provocando la escasez artificial del recurso en un mercado racionado y con una asignación basada en mecanismos administrativos. Unos precios del agua de uso agrario algo más elevados reducirían la escasez y el despilfarro, y estimularían la modernización del regadío.

Si la política de apoyo al sector agrario requiere unos precios del agua subvencionados, como ocurre en los países en que la producción en regadío es importante, podría mantenerse un precio del agua subvencionado para la agricultura, pero con unos precios por encima de las 20 pta/m³ que permitirían el mantenimiento de las actividades agrarias menos rentables como los cereales (Albiac et al. 1998, Berbel et al. 1999, Sumpsi et al. 1998). El mantenimiento de actividades agrarias poco rentables en las cuencas de Levante no pueden justificar la realización del trasvase porque se degrada la funcionalidad ecológica de los sistemas hídricos de la cuenca cedente, se mantienen actividades poco rentables en las cuencas receptoras que suponen costes

medioambientales, y porque las inversiones que supone el trasvase podrían dedicarse a actividades más rentables tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Este trabajo es un estudio de la demanda de agua de la agricultura en las comarcas de las cuencas del Levante mediterráneo, y su propósito es demostrar que una política de gestión de demanda con precios de agua más elevados soluciona el problema de escasez del recurso sin necesidad de las enormes transferencias entre cuencas que empeoran la situación de insostenibilidad de la cuenca del Ebro y de las cuencas receptoras. Esta solución del problema mediante la gestión de demanda de agua ha sido reiteradamente señalada por los expertos en hidrología, ecología y economía, tanto desde foros universitarios como desde asociaciones de protección del medio ambiente y organizaciones de la administración pública nacionales e internacionales



3 Descripción de la Agricultura de Regadío de Levante

El presente análisis se centra en el estudio de la agricultura de regadío del Levante mediterráneo entre Castellón y Almería, para la que el Plan Hidrológico Nacional propone la aportación de agua desde la cuenca del Ebro como solución a los problemas de sobreexplotación de acuíferos e insuficiencia de riego. El trabajo consiste en estudiar los efectos sobre la agricultura de las alternativas de gestión de demanda de agua. La metodología que se utiliza es la programación lineal con una desagregación comarcal, en la que se incluyen un total de 35 comarcas.⁴ Las principales variables que se estudian son las superficies de cultivo, producciones, valor de la producción, margen neto, demanda de agua, y utilización de la mano de obra. Los escenarios que se analizan son los efectos que a nivel comarcal tendría sobre el sector agrario: i) el mantenimiento de los bajos precios actuales del agua, que iría unido al agotamiento de los acuíferos o a la prohibición de la sobreexplotación de los acuíferos; ii) la reducción del exceso de demanda de agua sobre la oferta, como consecuencia de aumentar progresivamente los precios del agua.

3.1 La Zona de Estudio

El área de estudio abarca las zonas receptoras de agua del trasvase del Ebro, que recibirían los siguientes volúmenes para fines agrícolas y medioambientales: 141 hm³ la Comunidad Valenciana (Confederación del Júcar), 362 hm³ la Comunidad de Murcia (Confederación del Segura),⁵ y 58 hm³ la provincia de Almería (Confederación del Sur).

3.1.1 Comunidad Valenciana

En la Comunidad Valenciana el regadío supone el 45 por cien de las tierras de cultivo, generando el 70 por cien de la producción final agraria y el 90 por cien de las exportaciones agrarias. El territorio de la Comunidad Valenciana es de 2 326 000 ha, que se distribuye entre tierras de cultivo 758 000 ha (33%), prados y pastizales (4%), terreno forestal (48%) y otras superficies (15%). El regadío tiene una gran importancia

⁴ En la Comunidad Valenciana se estudian 22 comarcas del total de 34. En Murcia se estudian las 6 comarcas que forman la región. En Almería se estudian 7 de las 8 comarcas.

⁵ Incluye la comarca Bajo Segura de Alicante.

ya que ocupa 351 000 ha localizadas en la franja litoral y los valles de los ríos, y su distribución es 69.000 ha de cultivos herbáceos y 250.000 ha de leñosos. Los cítricos ocupan 185.000 ha y generan el 30 por cien de la Producción Final Agraria. Las principales producciones del regadío en cada provincia por superficie son: naranjo, mandarino, arroz y melocotonero en Valencia; naranjo, limonero, almendro y viñedo uva de mesa en Alicante; y mandarino y naranjo en Castellón. Los cítricos y las producciones hortícolas generan una fuerte actividad exportadora apoyada por una potente industria agroalimentaria. Como señalan Gil y García (1998), la agricultura valenciana está muy integrada en el mercado y recibe pocas subvenciones de la Política Agrícola Común.

En la Comunidad Valenciana se distinguen tres tipos de agricultura; regadío en el litoral, secano en el interior y agricultura de montaña. En las zonas del litoral y los valles el clima es suave con elevada insolación y suelos muy productivos. La irregularidad de las precipitaciones y la escasez de recursos hídricos son factores que dificultan las actividades de cultivo. La irregularidad de las precipitaciones es tanto espacial como temporal, y aunque la precipitación media es de 450 mm, hay zonas como la Safor que superan los 800 mm y otras como el Bajo Vinalopó con lluvias inferiores a los 250 mm. Los períodos de sequía pueden ser largos y también hay temporales que pueden llegar a ser devastadores. Otras limitaciones son el minifundismo y la excesiva parcelación de las explotaciones. La pequeña dimensión de las explotaciones está ligada a la agricultura a tiempo parcial que impide la mejora de las estructuras del sector a través de la capitalización de las explotaciones y el avance tecnológico. La fragmentación de las explotaciones implica la intensificación del uso de los factores de producción en relación al recurso tierra.

Existen zonas con escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos, como Plana Alta y Baja, Bajo Palancia, Serpis, Marina Alta y Baja, Vinalopó y Bajo Segura. Los problemas de gestión de agua son severos por la baja eficiencia del uso del agua en el regadío tradicional, y la degradación de la calidad del agua por contaminación de acuíferos. El sistema de riego más común es el riego por superficie, aunque los problemas de escasez de agua están fomentando la expansión del riego localizado que supera las 50.000 ha en la Comunidad Valenciana.

Cuadro 3.1. Balance hídrico en las zonas de escasez de la Comunidad Valenciana (hm³)

Zonas	Recursos disponibles	Demanda	Balance	
Bajo Maestrazgo – Plana Alta	71	130	-59	
Marina Baixa	35	70	-35	
Vinalopó – Alacantí	234	416	-182	
Vega Baja Segura	245	328	-83	
Comunidad Valenciana	3.148	3.304	Global	Déficit
			-156	-359

La aportación de recursos hídricos y la utilización de agua en la Confederación del Júcar según el Plan de Cuenca, son 3.482 hm³ de aportación y 2.927 hm³ de demanda. La Conselleria de Agricultura (1994) ha estimado los recursos hídricos disponibles en 1.413 hm³ de aguas superficiales, 1.466 hm³ de aguas subterráneas, y 100 hm³ de reutilización. Los 160 hm³ de transferencias externas del trasvase Tajo-Segura asignados a la Comunidad Valenciana nunca se han trasvasado. La Conselleria evalúa globalmente las disponibilidades en 3.148 hm³ frente a una demanda de 3.304 hm³ (que no coincide con el Plan de Cuenca), por lo que el déficit global alcanza los 156 hm³. También señala que debido a los fuertes déficits locales y considerando separadamente las distintas unidades de explotación, el déficit total es de 427 hm³ y afecta especialmente al sector agrario. El sector agrario cubre este déficit sobreexplotando los acuíferos y aplicando cantidades de agua inferiores a las necesarias. Los déficits son especialmente acusados en el Vinalopó, sur de Alicante y norte de Castellón. El balance hídrico por zonas de la Comunidad Valenciana se presenta en el cuadro 3.1. Es de destacar el desfase existente entre necesidades y recursos en las provincias de Alicante y Castellón, y las consecuencias para el medioambiente de la sobreexplotación de acuíferos.

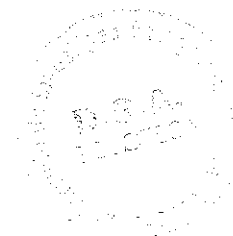
Según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar, la demanda total de agua en el horizonte 2012 aumentaría en 455 hm³ lo que agravaría el desequilibrio entre oferta y demanda de agua. El Plan supone un aumento de la superficie regada del 10 por cien, pero no contempla medidas de gestión de la demanda de agua, como el aumento de precios del agua que reduzca el exceso de demanda de agua y equilibre la oferta y la demanda.

3.1.2 Comunidad de Murcia

En la Comunidad de Murcia la superficie en regadío es de 190.000 ha, el 31 por cien de la superficie cultivada, de las que 51 000 ha se dedican a cultivos herbáceos y 91.000 a cultivos leñosos. Los principales cultivos en regadío por superficie ocupada son limonero, melocotonero, almendro, albaricoquero y lechuga al aire libre. Como señalan Colino y Noguera (1998), la agricultura tiene una gran importancia en la economía de Murcia, tanto en el valor de la producción como en el empleo y en la actividad exportadora.

Las producciones de hortalizas y frutales son fundamentales en la agricultura de Murcia. El cultivo de hortalizas se localiza en el litoral con sistemas de producción muy capitalizados y de tecnología avanzada, orientados a la exportación. Estos cultivos intensivos están ligados a la utilización de mano de obra inmigrante, y generan externalidades negativas como la contaminación y la sobreexplotación de acuíferos. La producción frutícola se lleva a cabo en los regadíos tradicionales, en los nuevos regadíos y en secano. En los regadíos tradicionales, las explotaciones son de reducida dimensión y bajo rendimiento, con un acceso al agua a precios muy bajos. En los nuevos regadíos las explotaciones tienen mayor tamaño, capitalización y nivel tecnológico, y las producciones son los cítricos y frutales de hueso. En el secano el principal cultivo es el almendro.

La cuenca del Segura tiene problemas muy importantes de escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos. La precipitación media anual es de 400 mm con fuerte variación espacial y temporal, la evapotranspiración media de referencia alcanza los 700 mm, y la escurrentía media es de un 15 por cien. El aumento al doble de la superficie de regadío en los últimos treinta años, ha presionado fuertemente sobre los recursos hídricos generando una sobreexplotación muy grave e insostenible en los acuíferos del noreste, sur y sureste de la cuenca. El cuadro 3.2 muestra que según el Plan Hidrológico Nacional, la diferencia entre aportación y demanda en la cuenca del Segura es de 642 hm³ y la sobreexplotación de acuíferos es superior a los 200 hm³.



3.1.3 Provincia de Almería

La superficie de regadío en la provincia de Almería es de 61.000 ha, de las que los cultivos herbáceos ocupan 35.000 ha y los leñosos 19.000 ha. Los principales cultivos en regadío por superficie ocupada son pimiento invernadero, almendro, tomate invernadero, melón invernadero, y judía verde invernadero. El sector agrario tiene una gran importancia en la provincia tanto en valor de la producción como en población activa ocupada y exportaciones. La producción en invernadero alcanza las 30.000 ha y ha experimentado una fuerte expansión en los últimos 20 años en especial en el Campo de Dalías en el que el invernadero ocupa 25.000 ha y en el Campo de Níjar y Bajo Andarax con 4.000 ha de invernadero. Las tecnologías de cultivo son muy sofisticadas tanto en las estructuras de los invernaderos y material de cubierta como en los sistemas de riego, técnicas de control de las condiciones de cultivo y variedades de cultivos.

La provincia de Almería es la más árida de la península y el agua disponible no cubre una demanda que es insostenible y está degradando el medio ambiente. Las aportaciones alcanzan los 316 hm³ con unos recursos disponibles de 207 hm³ para cubrir una demanda de 433 hm³, por lo que el déficit es de 226 hm³. No solo hay un problema de cantidad de agua, sino también de calidad por la salinización por intrusión marina y por la contaminación de las actividades agrícolas y residuos urbanos. Las medidas que se han propuesto para solucionar la escasez son transferencias de agua externas y desalación, aumento de los precios del agua, gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas, reutilización, ordenación del territorio, y revegetación.

3.2 La Sobreexplotación de Acuíferos

El cuadro 3.2 muestra la estructura de la demanda y las previsiones de necesidades de agua en las cuencas del Júcar, Segura y Sur, según los Planes Hidrológicos de Cuenca, así como las asignaciones previstas de transferencias de agua del Ebro según el Plan Hidrológico Nacional. El balance es particularmente deficitario en la cuenca del Segura y en la provincia de Almería. En la cuenca del Segura hay un fuerte desequilibrio entre oferta y demanda, aún incluyendo las transferencias del trasvase Tajo-Segura, lo que explica la situación crítica de sobreexplotación de los acuíferos cuyo volumen supera los 200 hm³, y la asignación de

Cuadro 3.2. Demanda y provisiones de necesidades de agua en las cuencas del Júcar, Segura y Sur (hm³).

Demanda y aportación según Planes de Cuenca		Aportación		Trasvase del Ebro según Plan Hidrológico Nacional	
	Demanda	1 ^{er} horizonte	2 ^o horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Júcar	2927	3482		300	
Segura	1834 (1445 PHN)	803		420	
Sur	1350	2351		100	
Cuenca del Júcar					
	Situación actual	1 ^{er} horizonte	2 ^o horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	2284	2420	2580	296	141 incluye medioamb.
Urbana	563	613	686	123	123
Industrial	80	92	116	36	36
Cuenca del Segura					
	Situación actual	1 ^{er} horizonte	2 ^o horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	1639	1639	1639	0	362 incluye medioamb.
Urbana	172	180	184	12	43
Industrial	23	38	38	15	15
Cuenca Sur					
	Situación actual	1 ^{er} horizonte	2 ^o horizonte	Incremento según Planes Hidrológicos de Cuenca	Incremento según Plan Hidrológico Nacional
Regadío	1070	1127	1172	102	58 incluye medioamb.
Urbana	248	283	317	69	} 42 para urbana e industrial
Industrial	32	37	42	10	

362 hm³ de transferencias del trasvase del Ebro para cubrir el cese de sobreexplotación de los acuíferos y la infradotación de regadíos. La zona occidental de la cuenca Sur tiene una situación de equilibrio entre oferta y demanda de agua, y los problemas de escasez más graves se dan en la provincia de Almería, donde la sobreexplotación de acuíferos alcanza los 71 hm³ y la asignación del trasvase del Ebro para cese de sobreexplotación e infradotación es de 58 hm³.

Existen diversos trabajos sobre las aguas subterráneas, entre los que destacan el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas (MOPTMA 1995) y los estudios realizados en los Planes de Cuenca y en la documentación del Plan Hidrológico Nacional. La información relativa a la sobreexplotación de acuíferos en el Levante mediterráneo tiene algunas carencias, ya que aunque se dispone de información sobre el censo de puntos de bombeo, no se conoce con precisión las cantidades extraídas al no existir mecanismos de medida y control de las extracciones. La información sobre acuíferos sobreexplotados es más precisa en la cuenca del Segura, pero más deficiente en las cuencas del Júcar y Sur.

En el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas se señala que la utilización directa de aguas subterráneas en uso agrario es de unos 3 500-4 500 hm³ en España, de los que unos 1 725-2 220 hm³ corresponden al Levante mediterráneo (50%). Este uso agrario en Levante se reparte de la siguiente forma: 900-1 080 hm³ en el Júcar, 570-730 en el Segura, y 250-410 en el Sur. Según el Libro Blanco, el déficit por sobreexplotación de acuíferos alcanza 711 hm³ en toda España, de los que 54 hm³ corresponden a la cuenca del Júcar, 66 hm³ al Júcar-Segura, y 69 hm³ al Sur; es decir cerca del 60 por cien del déficit por sobreexplotación se genera en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Estas cifras de sobreexplotación de acuíferos son distintas de las que aparecen en la documentación del Plan Hidrológico Nacional.

Los problemas que genera la sobreexplotación de acuíferos son la salinización por intrusión marina o intrusión salina, la reducción de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, la degradación de la calidad del agua con menor capacidad de absorber las emisiones por contaminación puntual (residuos urbanos e industriales) y contaminación difusa (abonado, sales y fitosanitarios de la agricultura), la desaparición

del caudal ecológico de los cursos de agua, la reducción de las superficies de humedales, y los hundimientos del terreno.

A partir de las distintas fuentes de información, se ha estimado la sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería. En las comarcas de la Comunidad Valenciana de la confederación del Júcar, la sobreexplotación se ha estimado en 157 hm³ y afecta en especial a las comarcas de la Plana Alta y Baja, Ribera Baja, la Safor, Marina Baja, y Vinalopó-Alicanti. En las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura la sobreexplotación se ha estimado en 226 hm³, y afecta en especial a las comarcas de Valle de Guadalentín, Nordeste-Altiplano, Vega del Segura, Campo de Cartagena y Bajo Segura. En las comarcas de Almería de la cuenca Sur la sobreexplotación se ha estimado en 71 hm³, y afecta a las comarcas de Campo Dalías, Campo Níjar y Bajo Andarax, y Bajo Almanzora.

4 El Modelo para el Análisis del Sector Agrario

El análisis del sector agrario se lleva a cabo mediante un modelo de programación lineal. La principal ventaja de utilizar la programación lineal es que permite introducir gran cantidad de información técnica y económica al nivel de desagregación que se considere apropiado. Una vez construido el modelo, los impactos para los distintos escenarios pueden estimarse variando los parámetros del modelo de acuerdo con los distintos escenarios considerados. La precisión de los resultados depende de la exactitud de los coeficientes del modelo que definen las relaciones entre las variables.⁶

En el problema de optimización que se plantea en las zonas de levante receptoras de las transferencias de agua, la función objetivo maximiza el margen neto de las actividades de cultivo en regadío, y las restricciones representan la disponibilidad de recursos en cuanto a superficie de regadío, agua de riego por meses y mano de obra por meses. Las actividades de cultivo consideradas son las de mayor importancia en la zona de estudio: frutales, hortalizas y otros cultivos herbáceos. Los datos de costes proceden de publicaciones oficiales y de estudios monográficos de costes, y se agrupan en costes directos, maquinaria, mano de obra, costes indirectos y amortizaciones.

Otros coeficientes se han calculado a partir de fuentes estadísticas oficiales como los datos de superficies de cultivo municipales o los datos de rendimientos, o se han elaborado a partir de distintas fuentes como en el caso de la disponibilidad de agua por comarcas en donde se han utilizado datos climatológicos del Instituto Nacional de Meteorología y datos técnicos de centros de investigación agraria de las regiones de Valencia, Murcia y Andalucía.

El trabajo analiza los principales cultivos en regadío en la Comunidad Valenciana, la Comunidad de Murcia, y la provincia de Almería. En la Comunidad Valenciana se estudian las 22 comarcas con mayor superficie de riego que representan el 96 por cien del total de regadío. En la Comunidad de Murcia se estudian todas las comarcas, y en la provincia de Almería todas las comarcas excepto los Vélez (98% del regadío). En cada provincia se han seleccionado los cultivos más importantes por lo que la superficie de

⁶ El modelo utilizado es similar al empleado en Albiac et al. (1998)

Cuadro 4.1. Esquema de la Programación Lineal

Actividades	X_1	X_2	...	X_n	Disponibilidad recursos
Función objetivo (maximizar)	C_1	C_2	...	C_n	
Restricciones de recursos					
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	b_2
...
m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	b_m

regadío estudiada sobre el total es el 94 por cien en la Comunidad Valenciana, el 80 por cien en la Comunidad de Murcia, y el 86 por cien en la provincia de Almería

4.1 Descripción del Modelo

El modelo propuesto tiene la estructura que se muestra en el cuadro 4.1 para cada comarca de la zona de estudio. Las variables de decisión definidas en el modelo, X_i , son las superficies de suelo asignadas a cada cultivo. Los cultivos considerados son naranjo, mandarino, limonero, melocotonero, albaricoquero, almendro, viñedo para vino, viñedo para uva de mesa, olivar, aceituna de aceite, lechuga, tomate, alcachofa, melón, pimiento, cebolla, sandía, judía verde, calabacín, pepino, brócoli, patata, trigo, cebada, maíz, arroz, alfalfa y girasol. En los cultivos de tomate, pimiento, melón, judía verde y sandía se distingue entre cultivo al aire libre y cultivo protegido. Los suelos se agrupan en suelos de cultivos hortícolas, de frutales y de cultivos herbáceos, de forma que se permite la sustitución entre cultivos hortícolas dentro de la superficie de hortícolas y la sustitución de cultivos herbáceos en la superficie de herbáceos, pero la superficie de frutales se mantiene para cada especie.

La función objetivo maximiza el margen neto, ya que se supone que los agricultores siguen este criterio al asignar el uso del suelo entre las distintas actividades. En algunos estudios se utiliza el margen bruto, con frecuencia debido a falta de información de costes, pero en este trabajo se utiliza el margen neto ya que se considera importante incluir como costes las amortizaciones y los costes indirectos.



La función objetivo se define mediante la expresión,

$$\text{Max } F = c' \cdot x$$

donde c representa el vector de coeficientes de margen neto de la función objetivo, y x el vector de superficie cultivada de las actividades de producción. Los coeficientes de la función objetivo indican el incremento de la función objetivo al aumentar en una unidad la superficie cultivada de la correspondiente actividad de cultivo.

Los coeficientes de margen neto de la función objetivo han sido calculados a partir de datos de costes para la zona elaborados por el MAPA y de estudios monográficos de costes de cultivos. El margen neto se obtiene de restar a los ingresos brutos, los costes directos, los costes de maquinaria y mano de obra asalariada, los costes indirectos y las amortizaciones. Los márgenes netos varían para las distintas áreas ya que los rendimientos de los cultivos son distintos y los costes se han ajustado en función de los rendimientos. En la sección 4.2.1 se muestra el cálculo de los costes de los cultivos.

4.1.1 Restricciones del modelo

Las restricciones del modelo incorporan información sobre la disponibilidad de recursos en relación al suelo, el agua y la mano de obra. Para establecer las *restricciones de suelo*, se dispone de información sobre la superficie ocupada por cada cultivo en los últimos años en cada término municipal según el sistema de riego. Las restricciones de ocupación de suelo determinan la superficie en regadío disponible de cultivos herbáceos, de hortalizas y de frutales. En la superficie de los cultivos se distingue entre la superficie con riego por inundación y riego localizado. Una restricción (inundación) define la ocupación de suelo para los distintos cultivos herbáceos, mientras que se definen dos restricciones (inundación y localizado) de ocupación para las hortalizas al aire libre y otra restricción (localizado) para las hortalizas en invernadero. Para los frutales se definen varias restricciones de ocupación; dos restricciones (inundación y

localizado) para cada especie de frutales. Las superficies de los dos sistemas de riego (inundación y localizado) en cada comarca se ha tomado del Censo Agrario de 1990 por no estar disponible aún el Censo Agrario del 2000; los datos del Censo se han actualizado con información más reciente de las regiones de Valencia, Murcia y la provincia de Almería. La asignación de suelo a los cultivos en las restricciones debe ser menor o igual que la superficie disponible de la comarca.

Estas restricciones de suelo se expresan como sigue:

$$\sum X_{sj} \leq b_s$$

donde X_{sj} es la superficie asignada a la actividad de cultivo j en la ocupación del suelo s (herbáceos, hortalizas y frutales, en riego por inundación y localizado) y b_s representa la superficie disponible por tipo de suelo en cada comarca.

Las *restricciones de agua* tienen una gran importancia dada la escasez del recurso en las zonas estudiadas, y la utilización del agua está ligada a la rentabilidad de los cultivos. En el modelo se han introducido doce restricciones de consumo de agua que corresponden a las necesidades mensuales de los cultivos en cada comarca y sistema de riego. El cálculo de las disponibilidades de agua en cada comarca, se obtiene a partir de las necesidades hídricas brutas de los cultivos (o agua de riego en parcela), ya que no se dispone de información sobre la disponibilidad de agua de riego por comarcas.

El procedimiento para calcular las disponibilidades de agua en cada comarca es el siguiente: la necesidad hídrica bruta de un cultivo es la cantidad de agua de riego en metros cúbicos que consume una hectárea de cultivo, calculada para el año de referencia 1998. Multiplicando el consumo de agua por hectárea por la superficie que ocupa el cultivo en la comarca, se obtiene el consumo de agua del cultivo. Repitiendo el cálculo para cada uno de los cultivos y sumando los consumos de agua se obtiene el consumo total de agua de riego en la comarca. A este consumo total de agua en la comarca es a lo que se denomina disponibilidad de agua de riego en la comarca, ya que es el agua de que disponen los agricultores para las actividades de cultivo. Por ejemplo, el limonero en la comarca de Bajo Segura de Alicante consume 8.180 m³/ha-

año en riego por superficie y 5 450 m³/ha-año en riego localizado. Multiplicando los consumos mensuales por hectárea por la superficie que ocupa el limonero en riego por superficie y en riego localizado se obtiene el consumo mensual de agua del limonero en la comarca. La suma de los consumos mensuales de todos los cultivos es igual al consumo mensual total de agua de riego o disponibilidad mensual de agua en la comarca, que en el modelo se denomina b_{am} .

La necesidad hídrica bruta del cultivo es igual a la necesidad hídrica neta dividida por la eficiencia del sistema de riego (0,6 riego por inundación y 0,9 riego localizado). La necesidad hídrica neta es igual a la evapotranspiración del cultivo menos la precipitación, y la evapotranspiración del cultivo se calcula multiplicando la evapotranspiración de referencia por los coeficientes de cultivo K_c . La evapotranspiración de referencia se obtiene de los datos meteorológicos comarcales. El procedimiento de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos se presente en la sección 4.2.2.

Las restricciones de agua se formulan como sigue:

$$\sum A_{jm} \cdot X_j \leq b_{am}$$

donde A_{jm} representa la matriz de necesidades de agua de riego mensual del cultivo j , X_j la superficie del cultivo j , y b_{am} es la cantidad de agua de riego disponible mensualmente por comarca.

Las *restricciones de mano de obra* utilizada reflejan en el modelo la necesidad de este recurso que varía en función de los cultivos. Las necesidades de mano de obra se han calculado partiendo de la información de costes, que recoge la mano de obra mensual necesaria para cada cultivo según el manejo predominante en la zona. La disponibilidad de mano de obra por comarcas para cada mes, se obtiene a partir de la mano de obra necesaria para las actividades de producción examinadas. Las restricciones de mano de obra se introducen en el modelo mediante las siguientes inecuaciones:

$$\sum O_{jm} X_j \leq b_{om}$$

donde O_{jm} representa la mano de obra mensual necesaria por unidad de actividad X_j , y b_{om} es la cantidad de mano de obra por comarca disponible mensualmente

4.1.2 Estructura del modelo

Se ha construido un programa lineal por comarca para las treinta y cinco comarcas con mayor superficie de regadío del total de 48 comarcas de las regiones de Valencia, Murcia y Almería. Las comarcas de Castellón son Baix Maestrat, Plana Alta y Plana Baixa; las de Valencia son Camp de Túria, Camp de Morvedre, Horta Nord, Horta Oest, Valencia, Horta Sud, Hoya de Buñol, Ribera Alta, Ribera Baixa, Costera, Vall d'Albaida y Safor; las de Alicante son Alt Vinalopó, Vinalopó Mitja, Marina Alta, Marina Baixa, Alacantí, Baix Vinalopó y Baix Segura; las de Murcia son Nordeste-Altiplano, Noroeste, Centro-Río Mula, Vega del Segura, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena; las de Almería son Alto Almanzora, Bajo Almanzora, Río Nacimiento, Campo Tabernas, Alto Andarax, Campo Dalías y Campo Nijar-Bajo Andarax.

El programa lineal para cada comarca incluye según la provincia, unas ochenta actividades de cultivo y unas sesenta restricciones de las que veintidós son de superficie, doce son de agua y otras doce de mano de obra. Como se ha señalado la superficie de cada frutal se mantiene constante, es decir no se puede sustituir por otra especie de frutal, aunque se distingue entre producción del frutal a pleno rendimiento (riego completo), con rendimiento reducido (riego deficitario), y sin rendimiento (riego de mantenimiento). En las hortalizas se distingue entre pleno rendimiento (riego completo) y rendimiento reducido (riego deficitario).

4.2 Cálculo de Costes y de Necesidades Hídricas de los Cultivos

4.2.1 Costes

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de la Subdirección General de Análisis Económico y Evaluación de Programas, realiza anualmente una serie de estudios sobre la economía de los sistemas de producción, analizando los costes y rentabilidad de múltiples cultivos y actividades ganaderas en las Comunidades Autónomas (MAPA 1999). Estos datos permiten comparar los resultados económicos para los diferentes cultivos. La integración de esta información a nivel autonómico y nacional permite estudiar las características estructurales de las explotaciones y la formación de sus costes de producción y rentabilidad. Se han mantenido las partidas de costes de las publicaciones del Ministerio de Agricultura, cuyo estructura es la siguiente: de los ingresos (incluidas subvenciones) se restan los costes directos, los costes de maquinaria y los costes de mano de obra asalariada, para obtener el margen bruto. Del margen bruto se restan los costes indirectos pagados y las amortizaciones y se obtienen el margen neto, que es el criterio de asignación de cultivos que se ha utilizado en el modelo.

El coste directo incluye los costes relativos a semillas y plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros suministros. El coste de maquinaria es el coste de los trabajos contratados, carburantes y lubricantes, y reparaciones y repuestos. El coste de la mano de obra comprende la mano de obra asalariada específica y general. Los costes indirectos pagados recogen las cargas sociales, seguros, intereses y gastos financieros, canon de arrendamiento, contribuciones e impuestos, y otros gastos generales. Las amortizaciones incluyen la amortización de los cultivos permanentes y otras amortizaciones. El margen neto incluye otros costes, que si se restan del margen neto permiten obtener el beneficio. Estos costes son la renta de la tierra, los intereses de otros capitales propios y la mano de obra familiar.

A partir de esta información y de otros trabajos monográficos de costes sobre la zona de estudio, se han elaborado los costes para las hortalizas, los frutales y los cereales. La selección de cultivos se ha realizado según la importancia del cultivo a

Cuadro 4.2. Costes y márgenes de los cultivos en pesetas por hectárea

	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos	Costes directos	Costes maquinaria y asalariados	Costes indirectos y amortizaciones	Margen neto
Alechofia	19.000	1.540.745	462.814	314.973	153.723	609.235
Lechuga	33.500	1.558.868	508.691	524.915	295.996	229.266
Brócoli	26.500	1.722.500	367.352	227.606	15.106	1.112.436
Cebolla	53.000	1.126.700	389.300	286.800	55.300	395.300
Tomate aire libre	83.000	4.305.461	328.634	113.686	205.102	3.658.039
Tomate invernadero	125.000	6.484.128	761.035	321.739	316.949	5.084.405
Judía verde aire libre	12.000	2.434.775	229.700	316.000	318.500	1.570.575
Judía verde invernadero	20.000	4.059.000	472.000	1.385.900	624.153	1.576.747
Sandía aire libre	52.000	1.556.400	443.100	283.600	226.500	603.200
Sandía invernadero	54.000	1.616.200	296.800	110.900	259.900	948.600
Melón aire libre	29.000	1.575.000	755.582	396.319	65.360	357.739
Melón invernadero	49.500	2.130.250	761.035	107.246	316.949	945.020
Pimiento invernadero	87.000	8.506.734	2.299.444	1.802.053	786.051	3.619.186
Calabacín invernadero	62.500	4.327.500	1.011.700	794.300	624.200	1.897.300
Pepino invernadero	84.000	5.412.600	1.077.700	1.153.100	265.900	2.915.900
Patata	22.000	626.341	191.156	156.180	102.864	176.141
Uva de mesa	20.000	1.742.380	195.587	389.443	280.400	876.950
Uva vinificación	7.100	370.284	41.150	81.883	59.100	188.151
Limonero	18.000	939.000	399.319	127.427	59.373	352.881
Naranja	26.000	922.730	259.071	123.178	185.141	355.340
Mandarino	30.500	1.366.791	238.890	123.120	197.820	806.961
Melocotonero	13.500	1.097.092	186.135	138.561	195.209	577.187
Albaricoquero	10.500	733.914	159.302	184.098	261.889	128.625
Almendro	1.600	233.118	32.011	64.024	49.473	87.610
Olivar aceituna de mesa	3.900	408.100	44.200	191.700	36.700	135.500
Aroz	7.700	442.937	70.400	39.700	26.100	306.737
Cebada	3.000	96.193	34.800	15.200	24.800	21.393
Maíz	7.500	245.062	90.000	20.000	35.200	99.867
Alfalfa	15.000	293.565	51.700	53.900	32.900	155.065
Trigo	4.700	153.317	37.700	14.800	46.700	54.117
Girasol	1.500	115.219	29.600	24.400	25.100	36.119

Fuentes: Subdirección de Análisis Económico, MAPA; Siecros Consultores; P Caballero et al.; J. Calatrava et al.

nivel provincial. En hortalizas se han seleccionado en cultivo al aire libre: alcachofa, lechuga, tomate, melón, brócoli, cebolla, sandía, judía verde y patata; y en cultivo protegido: tomate, melón, pimiento, calabacín, judía verde, pepino y sandía. Los frutales elegidos han sido limonero, naranjo, mandarino, melocotonero, almendro, viñedo de uva y de vinificación, albaricoquero y olivar aceituna de aceite. En cereales se han seleccionado maíz, arroz, cebada, trigo, y también se ha incluido el girasol y la alfalfa. El cuadro 4.2 muestra los ingresos, márgenes y las partidas de costes de los distintos cultivos, elaborados con los rendimientos de la provincia en que el rendimiento del cultivo es más elevado.

Cultivos hortícolas

Alcachofa

La alcachofa tiene un margen neto de 610 000 pta/ha que corresponde a un rendimiento medio de 19 000 kg/ha en Murcia. La alcachofa tiene unos costes directos de 463 000 pta/ha, unos costes de maquinaria y salarios pagados de 315 000 pta/ha, y unos costes indirectos pagados y amortizaciones de 154 000 pta/ha.

Lechuga

El rendimiento medio de este cultivo en Murcia es de 33 500 kg/ha con un margen neto de 230 000 pta/ha. Los mayores costes son los costes de maquinaria y salarios pagados, y los costes directos que superan ambos las 500 000 pta/ha. Los costes indirectos pagados y las amortizaciones alcanzan las 300 000 pta/ha.

Brócoli

El rendimiento medio del brócoli en Murcia es de 26 500 kg/ha y este cultivo tiene un margen neto elevado de 1 100 000 pta/ha. Los principales costes son los costes directos (370 000 pta/ha) y los costes de maquinaria y asalariados (230 000 pta/ha).

Cebolla

En Valencia, el rendimiento de la cebolla es de 53 000 kg/ha, lo que supone un margen neto de unas 400 000 pta/ha, unos costes directos de 390 000 pta/ha y unos costes de maquinaria y salarios pagados de 290 000 pta/ha.

Tomate de invernadero y al aire libre

Este cultivo es una actividad muy rentable. En Alicante, el tomate de invernadero alcanza un rendimiento medio de 125.000 kg/ha y un margen neto superior a los cinco millones de pesetas, y el tomate al aire libre tiene un rendimiento medio de 83.000 kg/ha y un margen neto por encima de los tres millones y medio de pesetas. El cultivo del tomate es la actividad más rentable entre las producciones hortícolas y frutales. La suma de costes directos, de maquinaria y asalariados, e indirectos pagados y amortización es inferior a otros cultivos equiparables como el pimiento de invernadero o la lechuga al aire libre. El tomate de invernadero tiene unos elevados costes directos cercanos a las 800.000 pta/ha, mientras que los costes directos del tomate al aire libre son de 330.000 pta/ha.

Judía verde de invernadero y al aire libre

El cultivo de judía verde tiene un margen neto elevado cercano a 1.600.000 pta/ha tanto al aire libre en Alicante, como en invernadero en Almería. En invernadero el mayor coste es el de maquinaria y asalariados que supone cerca de 1.400.000 pta/ha.

Sandía de invernadero y al aire libre

El margen neto de este cultivo está entre medio millón para sandía al aire libre en Valencia y un millón para sandía de invernadero en Almería. El principal grupo de costes es el de costes directos.

Melón de invernadero y al aire libre

Los rendimientos más elevados del cultivo del melón se obtienen en Murcia tanto en invernadero (50.000 kg/ha) como en aire libre (29.000 kg/ha). El margen neto del melón de invernadero es de 900.000 pta/ha que se reduce a 360.000 pta/ha para el melón al aire libre.

Pimiento invernadero

La producción de pimiento en invernadero ha tenido una buena rentabilidad en los últimos años. El margen neto es elevado y alcanza en Murcia casi los 4 millones de pesetas. Los costes de producción son altos, y la suma de costes directos y costes de

maquinaria y salarios pagados alcanza los 4,1 millones por hectárea. Los costes indirectos pagados y amortizaciones suman casi 800 000 pesetas por hectárea. Las técnicas de cultivo especiales que se utilizan permiten obtener un rendimiento medio en Murcia de 87.000 kg/ha, consiguiéndose unos elevados márgenes netos

Calabacín y pepino de invernadero

El calabacín de invernadero tiene un rendimiento de 63.000 kg/ha en Almería y un margen neto cercano a los 2 millones de pesetas. El pepino de invernadero tiene un rendimiento de 84.000 kg/ha en Almería y un margen neto elevado de 3 millones de pesetas. Los principales grupos de costes en estos dos cultivos son los costes directos y los costes de maquinaria y asalariados.

Patata

En este cultivo destacan las amortizaciones de la maquinaria específica que se utiliza (plantadora de tubérculos y extractora de patatas). La rentabilidad está ligada al precio, que depende de lo temprano que se realice la comercialización y de los excedentes en almacén de patata cosechada la campaña precedente. También destaca la importancia de la mano de obra sobre los costes. El rendimiento medio en Murcia es de 22.000 kg/ha, con un margen neto cercano a las 180.000 pta/ha.

Frutales

Se han seleccionado las principales producciones de frutales de la zona, distinguiendo entre frutales no cítricos (almendro, viñedo de uva de mesa y de vinificación, melocotonero y albaricoquero) y frutales cítricos (mandarino, naranjo y limonero)

Frutales no cítricos

La uva de mesa y el melocotonero tienen márgenes netos elevados cercanos a las 800 000 pta/ha. En Murcia, el rendimiento medio de la uva de mesa es de 20.000 kg/ha, y el rendimiento del melocotonero es de 13.500 kg/ha. El margen de la uva de vinificación es de unas 190.000 pta/ha, el del albaricoquero y el olivar es de unas 130 000 pta/ha, y el del almendro es inferior a las 100.000 pta/ha

Frutales cítricos

El mandarino es el cultivo con mayor margen neto, de unas 800.000 pta/ha. El limonero y el naranjo tienen márgenes más pequeños, de alrededor de 350.000 pta/ha. Los rendimientos medios son de 30.500 kg/ha para el mandarino en Murcia, de 18.000 kg/ha para el limonero en Alicante, y de 26.000 kg/ha para el naranjo en Castellón.

Cereales, alfalfa y girasol

El arroz, la alfalfa y el maíz son los cereales con mayor margen neto, 307.000, 156.000 y 92.000 pta/ha, respectivamente. El rendimiento medio del arroz es de 7.700 kg/ha en Valencia, y el rendimiento medio de la alfalfa y el maíz en Alicante es de 15.000 y 7.500 kg/ha, respectivamente. Estos cultivos tienen costes superiores al resto de los cereales.

4.2.2 Necesidades hídricas de los cultivos

Existen distintos métodos para el cálculo de la evapotranspiración (ET) de los cultivos que han propuesto distintos autores. En este trabajo se ha utilizado el procedimiento de Martínez-Cob et al. (1998), que utiliza las variables temperatura máxima y mínima, precipitación y radiación atmosférica con periodicidad diaria. Los datos de evapotranspiración se han calculado para cada comarca, seleccionando una estación meteorológica en cada comarca y recogiendo los datos del año 1998, que es el año de referencia del estudio. Las necesidades hídricas de los cultivos se calculan a partir de la información sobre la evapotranspiración de referencia (ET_0), los coeficientes de cultivo (K_c), la evapotranspiración del cultivo (ET_c), y la precipitación efectiva (PE). A partir de esta información se calculan las necesidades hídricas netas del cultivo (NH_n) y las necesidades hídricas brutas del cultivo (NH_b).

A partir de la información disponible se ha calculado la ET_0 por el método de FAO Hargreaves (Allen et al. 1998), que define la ET_0 como:



$$ET_0 = 0,0023 (T_m + 17,8) (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} R_a$$

donde ET_0 es la evapotranspiración de referencia diaria en mm día^{-1} , T_m es temperatura media del aire, T_{\max} es la temperatura máxima, T_{\min} es la temperatura mínima, y R_a es la radiación atmosférica en W m^{-2} .

Los coeficientes de cultivo K_c han sido facilitados por investigadores de los siguientes centros de investigación agraria: IVIA en Valencia y CIDA y CEBAS en Murcia. Dada la ET_0 y disponiendo de los K_c , se calcula la ET_c multiplicando la ET_0 por los K_c .

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

La ET_c es la necesidad hídrica del cultivo para su desarrollo óptimo, y representa la cantidad de agua que debe existir en la zona radical de un cultivo para satisfacer su demanda evaporativa. La precipitación efectiva (PE) es la cantidad de agua aportada por la lluvia que sirve para satisfacer las necesidades de consumo de agua del cultivo o la ET_c del cultivo. Para calcularla se ha empleado el método del Servicio de Conservación de Suelos del USDA, y la ecuación utilizada es la siguiente (Cuenca 1989):

$$PE = f(D) \cdot [1,25 P^{0,824} - 2,93] \cdot 10^{0,000955 \cdot ET_c}$$

donde PE es la precipitación efectiva mensual en $\text{mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, $f(D)$ es la función correctora para un déficit de humedad en el suelo diferente de 75 mm (para D igual a 75mm, $f(D)$ es 1), P es la precipitación total mensual en $\text{mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, ET_c es la evapotranspiración del cultivo mensual en $\text{mm} \cdot \text{mes}^{-1}$.

La necesidad hídrica neta, NH_n , es la cantidad de agua que se ha de suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. La NH_n se ha calculado para cada mes del año 1998, que es el año de referencia, y es la diferencia de la ET_c y la PE.

$$NH_n = ET_c - PE$$

Una vez determinadas las NH_n , se calculan las necesidades brutas de agua de riego de los cultivos (NH_b) para el año 1998. NH_b es la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar a pie de parcela para que, tras descontarse las pérdidas de agua debido a la ineficiencia del sistema de riego, la cantidad de agua que realmente se almacene en la zona radical sea igual a la NH_n del cultivo. La NH_b es el cociente entre la NH_n y la eficiencia de riego de cada sistema de riego E_r .

$$NH_b = NH_n / E_r$$

donde NH_b es la necesidad bruta de riego mensual del cultivo en $\text{mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, NH_n es la necesidad hídrica neta mensual en $\text{mm} \cdot \text{mes}^{-1}$, y E_r es la eficiencia del riego en tanto por uno.

El cuadro 4.3 muestra el cálculo de las necesidades de riego (necesidades hídricas brutas) para 1998, de los cultivos estudiados en el caso de la comarca del Bajo Segura (Alicante), para los sistemas de riego por inundación y localizado. Los cultivos que demandan más agua de riego son el tomate al aire libre, la alfalfa y la patata con volúmenes cercanos a los $15.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ en riego por inundación y $10.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ en riego localizado, y tras ellos el maíz, melocotonero, naranjo, mandarino, limonero, albaricoquero y girasol, con volúmenes cercanos a los $10.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ en riego por inundación y $6.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ en riego localizado. Los cultivos con menor demanda de agua son la lechuga, el brócoli, el viñedo, el almendro y el trigo

Cuadro 4.3 Agua aplicada en el Bajo Segura según el sistema de riego en m³/ha (1998).

Necesidades hídricas brutas en la comarca del Bajo Segura en 1998	Inundación (m ³ /ha)	Localizado (m ³ /ha)
<i>Alcachofa</i>	7 820	5 210
<i>Lechuga</i>	1 430	950
<i>Brócoli</i>	1 400	935
<i>Judía verde</i>	3 800	2 530
<i>Tomate aire libre</i>	15 850	10 570
<i>Melón aire libre</i>	7 810	5 210
<i>Tomate invernadero</i>	-	6 570
<i>Melón invernadero</i>	-	3 890
<i>Pimiento invernadero</i>	-	3 470
<i>Patata</i>	14 080	9 390
<i>Viñedo uva de mesa</i>	6 980	4 650
<i>Viñedo uva para vino</i>	6 980	4 650
<i>Limonero</i>	8 180	5 450
<i>Naranja</i>	9 710	6 470
<i>Mandarino</i>	9 710	6 470
<i>Melocotonero</i>	10 280	6 850
<i>Albaricoquero</i>	8 690	5 800
<i>Almendro</i>	7 410	4 940
<i>Cebada</i>	6 350	-
<i>Maíz</i>	11 490	-
<i>Alfalfa</i>	15 630	-
<i>Trigo</i>	7 110	-
<i>Girasol</i>	9 600	-

5 Simulación de los Efectos sobre la Agricultura de las Alternativas de Gestión de Demanda

Para determinar los efectos sobre la agricultura de las alternativas de gestión de demanda de agua se simulan con el modelo los siguientes escenarios: en un primer escenario se mantienen los bajos precios actuales del agua, lo que provoca que la demanda de agua siga siendo mayor que la oferta, y no hay transferencias de agua de otras cuencas. Este escenario tendría como consecuencia la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos a causa del agotamiento o la prohibición de sobreexplotación. Por ello, la simulación consiste en la reducción de agua disponible en un volumen correspondiente a la sobreexplotación de los acuíferos en las zonas de estudio, analizando el impacto de esta reducción de agua sobre la producción agrícola, el ingreso, el margen neto, y la utilización de la mano de obra a nivel comarcal.

Un segundo grupo de escenarios plantea el progresivo incremento de los precios del agua, con lo que el exceso de demanda de agua sobre la oferta se va reduciendo. Se pretende determinar el precio del agua para que la demanda global de agua en las cuencas de Levante (Júcar, Segura y Sur) se iguale a la oferta disponible. Una vez que se alcanza el equilibrio entre la oferta y la demanda global a un precio del agua más elevado, se podría transferir agua desde las comarcas en que disminuye la utilización de agua por tener cultivos menos rentables hacia las comarcas especializadas en cultivos más rentables en que se mantiene la utilización de agua al subir el precio, o dicho en otros términos reasignar los excesos de oferta mediante transferencias internas de agua a las zonas en que persista la escasez, haciendo innecesarias las transferencias externas a las cuencas de Levante.

El aumento de los precios del agua es una medida de gestión de demanda que supone pasar de un mercado del agua racionado, con una asignación basada en mecanismos administrativos que fomenta el despilfarro y la escasez artificial, a un

mercado que responda a las señales del precio del agua de forma que el recurso hídrico se asigne en función de su rentabilidad en la producción de cultivos.

Los excesos de demanda de agua actuales también pueden cubrirse con transferencias externas de agua de otras cuencas como plantea el Plan Hidrológico Nacional. Las transferencias de agua de la cuenca del Ebro suponen un precio mucho más elevado que el actual precio del agua, por lo que este análisis de demanda de agua también sirve para determinar cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cual es el volumen de agua de trasvase que pueden absorber a precios elevados.

La simulación de este segundo grupo de escenarios consiste en el progresivo aumento de los precios del agua hasta un incremento de 70 pta/m^3 , que es el aumento de coste que puede tener el agua del trasvase del Ebro para las explotaciones de los agricultores. En la simulación se examina el impacto del incremento de precios del agua sobre la producción agrícola, el ingreso, el margen neto, y el uso de los recursos agua y mano de obra a nivel comarcal. La ventaja del análisis a nivel comarcal es que permite determinar la localización de la demanda efectiva de agua en las comarcas según la rentabilidad de los cultivos, identificando la caída de demanda de agua conforme suben los precios del agua y las posibles transferencias de agua entre comarcas.

5.1 Definición de los Escenarios de Gestión de Demanda

5.1.1 Gestión de demanda por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos

En el primer escenario de mantenimiento de los actuales bajos precios del agua, se supone que se elimina la sobreexplotación de los acuíferos, y que por tanto se reduce el uso de agua en la agricultura. La sobreexplotación de los acuíferos se ha tomado de los documentos del Plan Hidrológico Nacional, de los Planes Hidrológicos de las Cuencas del Júcar, Segura, y Sur, del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas

(MOPTMA 1995), y de publicaciones del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Valencia. Se han identificado las zonas que corresponden a los acuíferos sobreexplotados, y se ha reducido la disponibilidad de agua en los volúmenes correspondientes a la sobreexplotación. Estos volúmenes alcanzan 157 hm³ en las comarcas de la Comunidad Valenciana de la Confederación del Júcar, 226 hm³ en los acuíferos de las comarcas de Murcia y Alicante en la Confederación del Segura, y 71 hm³ en los acuíferos de las comarcas de Almería en la Confederación del Sur (Cuadros 5.1 y 5.2)

5.1.2 Gestión de demanda por incremento de los precios del agua de riego

En el segundo grupo de escenarios se plantea como medida de gestión de la demanda de agua el progresivo incremento de los precios del agua, lo que reduce el exceso de demanda de agua sobre la oferta. Los precios del agua se incrementan significativamente sobre los precios pagados en la actualidad hasta alcanzar las 75 pta/m³. La razón de considerar este precio como límite superior, es que el Plan Hidrológico Nacional señala que los precios del agua del trasvase del Ebro serán de unas 55 pta/m³ en la red primaria, lo que puede suponer unas 75 pta/m³ en parcela de las comunidades de regantes. Conforme aumente el precio del agua se reducirá la demanda, y en algunas comarcas se liberará agua disponible para ser transferida a otras comarcas en las que persista la escasez. A precios de agua elevados, estas transferencias internas entre comarcas de las cuencas de Levante pueden solucionar el problema de escasez sin recurrir al agua del trasvase del Ebro.

La otra opción es mantener la situación actual en que el recurso es prácticamente gratuito y hay un exceso de demanda sobre la oferta, con lo que el mercado está racionado y la asignación se realiza con criterios administrativos. En el actual planteamiento del Plan Hidrológico Nacional, el exceso de demanda se pretende cubrir con agua del trasvase que será mucho más cara. En esta situación en que no hay una

Cuadro 5.1. Sobreexplotación de los acuíferos en las comarcas de la Confederación del Júcar

Código de comarca	Nombre de la comarca	Volumen sobreexplotación acuíferos (hm ³)	Agua demandada cultivos estudiados (hm ³)	Agua demandada todos cultivos (hm ³)	Porcentaje volumen de sobreexplotación sobre demanda todos cultivos
3	Baix Maestrat – Castellón	6	52	73	8,2%
5	Plana Alta – Castellón	10	84	98	10,2%
6	Plana Baixa – Castellón	7	144	169	4,1%
12	Camp de Morvedre - Valencia	14	68	75	18,6%
13	Horta Nord – Valencia	3	64	74	4,1%
16	Horta Sud – Valencia	2	72	107	1,9%
21	Ribera Baixa – Valencia	10	214	225	4,4%
24	Vall d'Albaida – Valencia	5	17	25	20,2%
25	Safor – Valencia	15	116	125	12,0%
28	Alt Vinalopó – Alicante	15	23	64	23,5%
29	Vinalopó Mitja – Alicante	30	79	90	33,5%
30	Marina Alta – Alicante	5	48	60	8,4%
31	Marina Baixa – Alicante	9	23	36	24,9%
32	Alacantí – Alicante	6	37	46	12,9%
33	Baix Vinalopó – Alicante	20	91	122	16,4%
	Confederación del Júcar	157	1132	1389	11,3%

Cuadro 5.2. Sobreexplotación de los acuíferos en las comarcas de la Confederación del Segura y la Confederación del Sur.

Código de comarca	Nombre de la comarca	Volumen sobreexplotación acuíferos (hm ³)	Agua demandada cultivos estudiados (hm ³)	Agua demandada todos cultivos (hm ³)	Porcentaje volumen de sobreexplotación sobre demanda todos cultivos
1	Nordeste o Altiplano – Murcia	45	87	122	36,8%
2	Noroeste – Murcia	1	47	77	1,3%
3	Centro o Río Mula – Murcia	3	29	32	9,4%
4	Vega del Segura – Murcia	41	316	379	10,8%
5	Valle del Guadalentín – Murcia	80	179	204	39,2%
6	Campo de Cartagena – Murcia	30	64	87	34,3%
34	El Bajo Segura – Alicante	26	298	353	7,4%
	Confederación del Segura	226	1.020	1.254	18,0%
3	Bajo Almanzora – Almería	9	29	33	27,5%
7	Campo Dalías – Almería	51	80	85	59,6%
8	Campo Níjar y Bajo Andarax – Almería	11	38	46	23,8%
	Confederación del Sur	71	147	164	43,2%
	Suma comarcas con sobreexplotación en el Júcar, Segura, y Sur	454	2.299	2.807	16,2%

integración del mercado del agua, los precios del agua de riego pueden ser inferiores en orígenes distintos al agua de trasvase, por lo que el agua del trasvase solo podría pagarse en comarcas con cultivos de elevada rentabilidad. Si el objetivo que se persigue es que el agua del trasvase pueda utilizarse en cualquier comarca con cultivos poco rentables, lo que es políticamente poco defendible y contrario al principio de sostenibilidad, sería necesario subvencionar el agua de riego cargando un precio superior a las 75 pta/m³ a otros grupos de usuarios no agrarios del agua del trasvase. La subvención cubriría la diferencia entre las 75 pta/m³ del coste en parcela del agua del trasvase, y el precio del agua de riego que pagan actualmente los agricultores.

5.2 Resultados de la Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos

En el primer escenario de reducción del agua disponible por eliminación de la sobreexplotación de acuíferos, la reducción de disponibilidad de agua se ha distribuido en las comarcas según la localización de los acuíferos, de forma que si un acuífero está en una comarca, esta comarca experimenta la reducción de agua por eliminación de la sobreexplotación. El agua no puede transferirse entre distintas comarcas al no existir mercados de agua u otros mecanismos de reasignación de agua en el interior de las cuencas.

La reducción de disponibilidad de agua en cada comarca corresponde a la localización de los acuíferos, según el volumen de sobreexplotación en hectómetros cúbicos. La lista de comarcas agrupadas por confederación hidrográfica y provincia se muestra en los cuadros 5.1 y 5.2. La sobreexplotación en las comarcas de Castellón es 6 hm³ en Baix Maestrat, 10 en Plana Alta y 7 en Plana Baixa; en Valencia 14 en Camp de Morvedre, 3 en Horta Nord, 2 en Horta Sud, 10 en Ribera Baixa, 5 en Vall d'Albaida y 15 en Safor; en Alicante 15 en Alt Vinalopó, 30 en Vinalopó Mitja, 5 en Marina Alta, 9 en Marina Baixa, 6 en Alacantí, 20 en Baix Vinalopó, y 26 en Baix Segura; en Murcia 45 en Nordeste (Altiplano), 1 en Noroeste, 3 en Centro (Río Mula), 41 en Vega del

Segura, 80 en Valle del Guadalentín y 30 en Campo de Cartagena; en Almería 9 en Bajo Almanzora, 51 en Campo Dalías y 11 en Campo Níjar-Bajo Andarax

El cuadro 5.3 muestra los resultados de la eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. En las comarcas en las que hay sobreexplotación de acuíferos, la reducción media de agua disponible es del 16 por cien (Cuadro 5.2).⁷ Esta reducción provoca una disminución de la superficie cultivada en el conjunto de las tres cuencas de unas 58.000 ha (-14%) y de un 16 por cien de la mano de obra, una caída en el valor de la producción de 90.000 millones (-18%), y una caída en el margen neto de 40.000 millones (-17%). En el Júcar y el Segura, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta más a los cultivos de baja rentabilidad, por lo que suben tanto el ingreso medio por hectárea (1% en el Júcar hasta 0,92 millones/ha, y 8% en el Segura hasta 1,15 millones/ha) como el margen neto por hectárea (2,5% en el Júcar hasta 456.000 pta/ha, y 9,5% en el Segura hasta 489.000 pta/ha). Por el contrario en el Sur, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta a cultivos muy rentables de las comarcas de Campo Dalías, Campo Níjar-Bajo Andarax, y Bajo Almanzora, ya que no hay posibilidad en estas comarcas de abandonar cultivos poco rentables como los cereales. Por esta razón la caída del valor de la producción y el margen neto hacen disminuir en toda la provincia de Almería tanto el ingreso medio por hectárea (-17% hasta 2,47 millones pta/ha) como el margen neto por hectárea (-15% hasta 1,23 millones pta/ha).

Gran parte de las pérdidas ocurren en las cuencas Sur y Segura. En la cuenca Sur se dejan de cultivar 14.800 ha, de las que 11.300 ha son cultivos de invernadero, con unas pérdidas en valor de producción de 58.500 millones (-45%) y de 28.100 millones (-44%) de margen neto, las pérdidas más elevadas de las tres cuencas de Levante. En la

⁷ La suma del volumen de sobreexplotación de acuíferos en todas estas comarcas es 454 hm³, de los que 415 hm³ corresponden a los cultivos estudiados



Cuadro 5.3. Escenario de eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de Levante por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	364.747	223.741	213.471	154.663	121.963	44.132	29.313
Cereales (ha)	32.205	24.556	21.620	20.027	10.585	4.530	0	0
Leñosos (ha)	301.494	271.151	180.631	171.964	106.005	86.726	14.858	12.461
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	50.227	20.021	19.928	33.063	26.628	4.802	3.671
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	18.813	1.469	1.533	5.010	4.079	24.472	13.181
Valor de la producción (millones)	500.054	409.588	204.556	197.034	164.601	140.158	130.898	72.396
Margen neto (millones)	232.880	193.232	99.606	97.442	68.996	59.619	64.278	36.172
Uso de agua (hm ³)	2.953	2.538	1.724	1.577	1.010	810	219	151
Uso mano de obra (10 ³ horas)	247.982	207.217	114.393	106.890	85.878	72.938	47.711	27.388
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.123	914	923	1.064	1.149	2.966	2.470
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	161	119	125	163	173	597	480
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	530	445	456	446	489	1.456	1.234
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	76	58	62	68	74	293	240

Cuadro 5.4. Escenario de eliminación de sobreexplotación de acuíferos en las comarcas de Levante por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación	Base	Eliminación sobreexplotación
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	38.704	136.796	132.874	81.583	74.860	118.819	88.995	44.132	29.313
Cereales (ha)	399	310	16.404	18.204	10.121	4.023	5.279	2.019	0	0
Leñosos (ha)	37.340	34.927	105.678	100.487	63.730	62.544	79.885	60.732	14.858	12.461
Hortalizas aire libre (ha)	2.880	2.880	14.384	13.865	6.496	6.953	29.329	22.857	4.802	3.671
Hortalizas invernadero (ha)	587	587	331	318	1.240	1.339	4.326	3.388	24.472	13.181
Valor de la producción (millones)	44.367	42.433	123.357	119.025	66.492	64.663	134.940	110.984	130.898	72.396
Margen neto (millones)	24.199	23.489	57.161	56.051	30.562	29.930	56.679	47.542	64.278	36.172
Uso de agua (hm ³)	279	259	1.145	1.101	596	484	714	544	219	151
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	22.453	71.714	69.181	36.690	33.831	68.220	55.362	47.711	27.388
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.096	902	896	815	864	1.136	1.247	2.966	2.470
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	164	108	108	112	134	189	204	597	480
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	607	418	422	375	400	477	534	1.456	1.234
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	91	50	51	51	62	79	87	293	240

cuenca del Segura, que incluye las comarcas de Murcia y la comarca Bajo Segura de Alicante, se dejan de cultivar 32.700 ha con unas pérdidas en valor de la producción de 24.400 millones (-15%), y de 9.400 millones (-14%) de margen neto. En la cuenca del Júcar se dejan de cultivar 10.300 ha. con unas pérdidas de 7.500 millones (-4%) en valor de producción y 2.200 millones (-2%) en margen neto

Para el conjunto de las tres cuencas de Levante, las hortalizas en invernadero son el grupo de cultivos que experimentan un mayor impacto económico de la eliminación de sobreexplotación de acuíferos. La caída de superficie es de 12.100 ha (-39%), casi en su totalidad en la cuenca Sur, con unas pérdidas de 59.700 millones (-41%) en valor de producción y 29.500 millones (-38%) en margen neto. La mayor parte de estas pérdidas económicas se derivan de la fuerte contracción de la producción en invernadero de pimiento, tomate, judía, pepino y calabacín en la comarca de Campo Dalias, al reducirse la disponibilidad de agua en la comarca de 80 a 32 hm³ por la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos en esta comarca.

El grupo de cultivos que experimentan una mayor reducción de superficie son los leñosos, pues son los que ocupan una mayor superficie en las cuencas de Levante, con una caída de 30.300 ha (-10%) que supone unas pérdidas de 17.000 millones (-7%) de valor de producción, y 5.400 millones (-5%) de margen neto. En leñosos se mantiene la superficie cultivada de limonero, mandarino y melocotonero por su rentabilidad, y los leñosos menos rentables son los que más reducen su producción: viñedo de uva de vino (-59%) y almendro (-26%).

Las hortalizas al aire libre reducen su superficie en 7.700 ha (-13%), con una pérdidas de ingresos de 13.400 millones (-16%) y de margen neto de 4.700 millones (-14%). La superficie de cereales, alfalfa y girasol cae 7.600 ha (-24%), reduciéndose ligeramente los ingresos y manteniéndose el margen neto debido a la compensación que supone el incremento de superficie del arroz

Las comarcas con mayores pérdidas son las que soportan una mayor reducción de agua en porcentaje sobre el agua demandada (Cuadros 5.1 y 5.2): en Almería las comarcas Campo Dalías (60%), Bajo Almanzora (28%) y Campo Níjar-Bajo Andarax (24%); en Murcia las comarcas Valle de Guadalentín (39%), Nordeste (37%) y Campo de Cartagena (34%), y en Alicante Vinalopó Mitja (34%), Marina Baixa (25%) y Alt Vinalopó (24%).

En términos económicos, las mayores pérdidas se dan en Almería, en la comarca Campo Dalías donde la reducción de agua disponible en los cultivos estudiados es de 48 hm³, lo que provoca una caída de superficie cultivada de 11.600 ha (-59%) y unas pérdidas de 52.400 millones de ingresos (-59%) y de 25.000 millones de margen neto (-59%). Las pérdidas son también significativas, aunque menores, en Campo Níjar-Bajo Andarax (3.500 y 1.900 millones de ingresos y margen neto, o un 15%) y en Bajo Almanzora (2.700 y 1.100 millones de ingresos y margen neto, o un 22%).

En Murcia, la comarca del Valle del Guadalentín experimenta grandes pérdidas, ya que la producción agraria es importante y además soporta la mayor reducción de agua disponible de todas las comarcas de Levante (80 hm³): en esta comarca la superficie se reduce en 15.000 ha (-41%), con unas pérdidas de 12.000 millones (-23%) de ingresos y de 5.500 millones (-22%) de margen neto. En la comarca Nordeste, la caída de la disponibilidad de agua es de 33 hm³, lo que reduce la superficie cultivada en 4.700 ha (-40%), y genera unas pérdidas de 2.170 millones de ingresos (-27%), y de 930 millones de margen neto (-25%).

El cuadro 5.4 muestra el efecto de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos por provincias. En el cuadro se observa que el impacto económico en la provincia de Almería es muy superior al resto de las provincias de Levante, tanto en términos absolutos como en términos relativos. No se entiende que el Plan Hidrológico Nacional no contemple medidas de gestión de la demanda de agua que permitan reasignar agua entre las comarcas de la Confederación del Sur (del oeste hacia el este) o

desde comarcas de otras cuencas de Levante. Además el volumen que el PHN prevé trasvasar del Ebro a la cuenca Sur es de solo 58 hm^3 , lo que es claramente insuficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos, a diferencia de las asignaciones del travase previstas para el Júcar y el Segura. Incluso si se realizara el trasvase, no se podría resolver la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca Sur, por lo que será necesario buscar soluciones de gestión de demanda en la cuenca.

5.3 Resultados del Incremento de los Precios del Agua de Riego

El segundo grupo de escenarios plantea el incremento de los precios del agua como medida de gestión de demanda, de forma que se equilibre la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, lo que iría unido a transferencias internas de agua entre comarcas. Los precios de agua más elevados liberarían recurso hídrico por abandono de los cultivos menos rentables y se podría alcanzar el equilibrio del recurso.

Esta simulación de precios de agua elevados, también facilita información para la propuesta que hace el Plan Hidrológico Nacional de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. La simulación de un incremento del precio de agua en 70 pta/m^3 sirve para determinar la localización y el volumen de demanda de agua de las comarcas con cultivos rentables que pueden absorber agua del trasvase a este precio elevado.

El precio que pagan los agricultores en las cuencas de Levante depende en general de la escasez de agua en las distintas comarcas. En este trabajo se ha considerado un rango de precios de agua para 1998 entre 5 pta/m^3 y 20 pta/m^3 . La primera encuesta a comunidades de regantes del INE para 1999 da unos precios medios del agua de $3,5 \text{ pta/m}^3$ en la Comunidad Valenciana, $15,5 \text{ pta/m}^3$ en Murcia y $6,7 \text{ pta/m}^3$ en Andalucía. Según diversos estudios empíricos los precios del agua de riego en la Confederación del Júcar están en general por debajo de las 5 pta/m^3 . La información disponible sobre los

precios en la Confederación del Sur, indica que el precio medio del agua de riego era de unas 15 pta/m³ en 1997⁸

Los precios de agua que se han fijado como referencia para el escenario base que corresponde al año 1998, dependen de la escasez de recursos hídricos de las comarcas. Se han establecido tres niveles de precios: 5 pta/m³ en las comarcas en que no hay problema de escasez o en que la escasez es moderada, 15 pta/m³ en comarcas con problemas de escasez, y 20 pta/m³ cuando la escasez es severa. En el Júcar el precio del agua se ha fijado en 5 pta/m³ en todas las comarcas excepto 15 pta/m³ en Vinalopó Mitja; en el Segura 15 pta/m³ en las comarcas de Nordeste, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena, y 5 pta/m³ en el resto de comarcas; en el Sur 15 pta/m³ en Bajo Almanzora y Campo de Nijar-Bajo Andarax, 20 pta/m³ en Campo Dalías, y 5 pta/m³ en el resto de las comarcas. En los escenarios de incremento de los precios del agua se han aumentado estos precios en 10, 20, 30, 40 y 70 pta/m³.

El establecer tres niveles de precios en las comarcas según la escasez de agua es un supuesto simplificador, y el análisis tendría una mayor precisión si se dispusiera de información sobre precios del agua en cada comunidad de regantes. Esta mayor precisión requeriría un modelo más complejo, ya que la unidad de análisis sería la comunidad de regantes y no la comarca.

La producción de algunos cultivos como los cereales y leñosos, se reduce bajo estos escenarios de subida de los precios del agua. Se ha considerado que estas reducciones de producción no afectan a los precios de estos productos, lo que supone que son sustituidos en el mercado al mismo precio por producciones de otros orígenes.

⁸ Según los datos de la *Encuesta sobre los regadíos de Andalucía*, que citan Sumpsi y Varela (2000) Por comarcas el precio del agua era de unas 15 pta/m³ en Campo Dalías y Bajo Andarax, de unas 20 pta/m³ en Campo Nijar y Bajo Almanzora, y de unas 9 pta/m³ en las comarcas del interior

Cuadro 5.5. Escenario de incremento en 10 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	397.003	223.741	216.470	154.663	138.012	44.132	42.521
Cereales (ha)	32.205	16.508	21.620	16.508	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.494	291.731	180.631	178.559	106.005	99.904	14.858	13.268
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	57.819	20.021	19.939	33.063	33.100	4.802	4.781
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	30.945	1.469	1.464	5.010	5.009	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	500.054	495.909	204.556	203.218	164.601	162.097	130.898	130.594
Margen neto (millones)	232.880	231.559	99.606	99.151	68.996	68.213	64.278	64.194
Uso de agua (hm ³)	2.953	2.746	1.724	1.661	1.010	878	219	207
Uso de mano obra (10 ³ horas)	247.982	246.100	114.393	113.885	85.878	84.764	47.711	47.451
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.249	914	939	1.064	1.174	2.966	3.071
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	181	119	122	163	185	597	631
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	583	445	458	446	494	1.456	1.510
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	84	58	60	68	78	293	310

Cuadro 5.6. Escenario de incremento en 10 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³	Base	Δ precio 10 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	41.115	136.796	136.47	81.583	67.519	118.819	109.375	44.132	42.521
Cereales (ha)	399	334	16.404	16.13	10.121	35	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.340	37.320	105.678	105.62	63.730	59.792	79.885	75.728	14.858	13.268
Hortalizas aire libre (ha)	2.880	2.870	14.384	14.38	6.496	6.452	29.329	29.329	4.802	4.782
Hortalizas invernadero (ha)	587	582	331	33	1.240	1.240	4.326	4.318	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	44.367	44.258	123.357	123.29	66.492	64.205	134.940	133.559	130.898	130.594
Margen neto (millones)	24.199	24.192	57.161	57.13	30.562	29.619	56.679	56.415	64.278	64.194
Uso de agua (hm ³)	279	276	1.145	1.14	596	470	714	652	219	207
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	23.630	71.714	71.68	36.690	35.860	68.220	67.472	47.711	47.451
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.076	902	90	815	951	1.136	1.221	2.966	3.071
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	160	108	10	112	137	189	205	597	631
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	588	418	41	375	439	477	516	1.456	1.510
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	88	50	5	51	63	79	87	293	310

5.3.1 Aumento del precio del agua en 10 pta/m³

Los cuadros 5.5 y 5.6 muestran los efectos del aumento del precio del agua en 10 pta/m³ por cuencas y por provincias. Para el conjunto de comarcas estudiadas, el agua utilizada cae de 2.953 a 2.746 hm³ (-7%), la superficie cultivada disminuye de 422.500 a 397.000 ha (-6%), el valor de la producción cae en 4.100 millones (-0,8%), y el margen neto se reduce en 1.300 millones (-0,6%). Por grupos de cultivos, la reducción de 25.500 ha de cultivo afecta en especial a los cereales, cuya superficie actual de 32.200 ha disminuye a la mitad, mientras que los cultivos leñosos reducen ligeramente su superficie de producción (-3%). El cultivo de cereales desaparece en Alicante y Murcia, pero se mantiene el cultivo de arroz en Valencia y Castellón. La reducción de superficie de cereales y leñosos en Alicante y Murcia, supone una caída en el uso de agua de 126 y 62 hm³, respectivamente.

5.3.2 Aumento del precio del agua en 20 pta/m³

En relación al escenario base (Cuadros 5.7 y 5.8), un aumento del precio del agua de 20 pta/m³ en las cuencas de Levante provoca una caída en la demanda de agua de 549 hm³ (-19%), una reducción de 75.000 ha (-21%) en la superficie cultivada, y la disminución del valor de la producción en 31.000 millones (-6%) y del margen neto en 11.100 millones (-5%). La reducción de utilización de mano de obra es de 21 millones de horas de trabajo-año (-8%) o 11.500 UTAs (1 UTA = 1.800 horas). Con esta subida de precios la superficie de cereales se reduce en un 50 por cien, la de leñosos en un 20 por cien, y se mantienen las hortalizas. Por cultivos el único cereal que permanece es el arroz, y en leñosos las mayores reducciones de superficie afectan al almendro en 30.200 ha (-98%), albaricoquero en 9.200 ha (-69%), viñedo de vinificación en 4.400 ha (-47%), y olivar en 1.900 ha (-58%).

Por cuencas, la caída de producción respecto al escenario base es más intensa en el Segura y el Júcar. En el Segura, la superficie se reduce en 42.000 ha (-27%) por el abandono de los cereales (10.600 ha) y la caída en 31.500 ha de los leñosos, en especial el

Cuadro 5.7. Escenario de incremento en 20 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	347.764	223.741	196.705	154.663	112.625	44.132	38.434
Cereales (ha)	32.205	15.762	21.620	15.762	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.494	243.302	180.631	159.572	106.005	74.533	14.858	9.197
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	57.776	20.021	19.911	33.063	33.100	4.802	4.765
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	30.924	1.469	1.459	5.010	4.992	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	500.054	469.233	204.556	189.172	164.601	150.329	130.898	129.732
Margen neto (millones)	232.880	221.742	99.606	92.810	68.996	65.152	64.278	63.779
Uso de agua (hm ³)	2.953	2.404	1.724	1.532	1.010	693	219	179
Uso de mano obra (10 ³ horas)	247.982	227.342	114.393	107.001	85.878	74.270	47.711	46.071
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.349	914	962	1.064	1.335	2.966	3.375
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	195	119	123	163	217	597	723
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	638	445	472	446	578	1.456	1.659
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	92	58	61	68	94	293	355

Cuadro 5.8. Escenario de incremento en 20 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³	Base	Δ precio 20 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	40.224	136.796	134.75	81.583	49.454	118.819	84.895	44.132	38.434
Cereales (ha)	399	0	16.404	15.76	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.340	36.761	105.678	104.30	63.730	41.770	79.885	51.265	14.858	9.197
Hortalizas aire libre (ha)	2.880	2.880	14.384	14.35	6.496	6.450	29.329	29.329	4.802	4.765
Hortalizas invernadero (ha)	587	583	331	33	1.240	1.235	4.326	4.301	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	44.367	44.038	123.357	122.34	66.492	50.799	134.940	122.319	130.898	129.732
Margen neto (millones)	24.199	24.077	57.161	56.90	30.562	23.372	56.679	53.605	64.278	63.779
Uso de agua (hm ³)	279	269	1.145	1.12	596	359	714	472	219	179
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	23.546	71.714	70.98	36.690	29.498	68.220	57.239	47.711	46.071
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.094	902	90	815	1.027	1.136	1.441	2.966	3.375
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	164	108	10	112	141	189	259	597	723
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	598	418	42	375	473	477	631	1.456	1.659
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	90	50	5	51	65	79	114	293	355

almendro, albaricoquero y viñedo de vinificación. El valor de la producción y el margen neto disminuyen en 14.300 (-9%) y 3.800 (-6%) millones, y el uso de agua se reduce en 317 hm³ (-31%). En el Júcar, la reducción de superficie de cultivo es menor que en el Segura, pero el porcentaje de pérdidas de valor de producción es cercano al Segura (-7,5%) y el porcentaje de pérdidas de margen neto (-7%) supera al Segura. En Almería, el cultivo de leñosos cae en 5.700 ha (-38%) por abandono del cultivo del almendro y la fuerte disminución del olivar, aunque la caída de valor de la producción y de margen neto es inferior al 1 por cien.

La reducción del uso de agua bajo el escenario de aumento en 20 pta/m³ del precio del agua es de 549 hm³; este volumen de recurso está muy próximo a los 561 hm³ que el PHN establece como dotación del trasvase para eliminar la sobreexplotación de acuíferos y como garantía de riego. El agua que se libera por cuencas al aumentar el precio del agua en 20 pta/m³ es de 192 hm³ en el Júcar, 317 hm³ en el Segura y 40 hm³ en el Sur, frente a las dotaciones del trasvase de 141 hm³ en el Júcar, 362 hm³ en el Segura y 58 hm³ en el Sur. Por lo tanto, con la medida de gestión de demanda de incrementar los actuales precios del agua en 20 pta/m³, disminuye el uso agrario del agua en un volumen suficiente para evitar la sobreexplotación de acuíferos transfiriendo el excedente de agua de 51 hm³ del Júcar hacia el Segura y el Sur. Esta solución de gestión de demanda resolvería el problema de sobreexplotación de acuíferos sin necesidad de la enorme infraestructura del trasvase del Ebro. Además el coste para los agricultores sería moderado, ya que el margen neto y el valor de la producción de las tres cuencas solo disminuiría entorno al 5 por cien, y la utilización de la mano de obra caería un 8 por cien.

5.3.3 Aumento del precio del agua en 30 pta/m³

Un aumento de 30 pta/m³ en el precio del agua de riego reduce en 861 hm³ (-29%) la demanda de agua en las tres cuencas de Levante, respecto al escenario base o situación actual (Cuadros 5.9 y 5.10). La superficie cultivada cae 109.000 ha (-26%), el

Cuadro 5.9. Escenario de incremento en 30 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	313.500	223.741	177.490	154.663	100.822	44.132	35.189
Cereales (ha)	32.205	0	21.620	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.494	224.954	180.631	156.260	106.005	62.743	14.858	5.951
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	57.648	20.021	19.785	33.063	33.100	4.802	4.764
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	30.898	1.469	1.445	5.010	4.979	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	500.054	449.017	204.556	178.190	164.601	142.862	130.898	127.966
Margen neto (millones)	232.880	212.177	99.606	85.856	68.996	63.221	64.278	63.110
Uso de agua (hm ³)	2.953	2.092	1.724	1.320	1.010	619	219	154
Uso de mano obra (10 ³ horas)	247.982	216.384	114.393	104.500	85.878	67.681	47.711	44.203
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.432	914	1.004	1.064	1.417	2.966	3.636
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	215	119	135	163	231	597	833
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	677	445	484	446	627	1.456	1.793
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	101	58	65	68	102	293	411

Cuadro 5.10. Escenario de incremento en 30 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³	Base	Δ precio 30 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	39.969	136.796	118.772	81.583	46.388	118.819	73.183	44.132	35.189
Cereales (ha)	399	0	16.404	0	10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.340	36.516	105.678	104.174	63.730	38.746	79.885	39.566	14.858	5.951
Hortalizas are libre (ha)	2.880	2.880	14.384	14.260	6.496	6.416	29.329	29.329	4.802	4.764
Hortalizas invernadero (ha)	587	573	331	331	1.240	1.226	4.326	4.288	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	44.367	43.964	123.357	115.651	66.492	46.453	134.940	114.983	130.898	127.966
Margen neto (millones)	24.199	24.040	57.161	52.035	30.562	21.262	56.679	51.740	64.278	63.110
Uso de agua (hm ³)	279	267	1.145	928	596	345	714	398	219	154
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	23.480	71.714	70.388	36.690	27.605	68.220	50.707	47.711	44.203
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.100	902	974	815	1.001	1.136	1.571	2.966	3.636
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	165	108	125	112	135	189	289	597	833
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	601	418	438	375	458	477	707	1.456	1.793
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	90	50	56	51	62	79	130	293	411

valor de la producción 51.000 millones (-10%), el margen neto 20.700 millones (-9%), y la mano de obra 32 millones de horas-año (-13%). Con este aumento del precio del agua, todos los cereales incluido el arroz dejan de cultivarse, la superficie de leñosos se reduce en 76.500 ha (-25%), y la superficie de hortalizas se reduce ligeramente. Aparte de los cereales, los cultivos que experimentan una mayor reducción de superficie son el almendro, 30.700 ha (-100%); el albaricoquero, 13.300 ha (-100%); el naranjo, 11.400 ha (-13%); el viñedo de vinificación 4.500 ha (-48%); y el olivar, 3.200 ha (-97%)

El efecto de la subida de precios tiene un mayor impacto en el Segura y el Júcar, al dejar de cultivarse los cereales y reducirse el cultivo de leñosos poco rentables: almendro y viñedo de uva de mesa en el Júcar, y almendro, albaricoquero y naranjo en el Segura. El efecto sobre el valor de la producción es similar en ambas cuencas; 26.400 millones (-13%) en el Júcar y 22.000 millones en el Segura (-13%), pero las pérdidas de margen neto son mayores en el Júcar, 13.700 millones (-14%), que en el Segura, 5.800 millones (-8%). En Almería la caída de 8.900 ha en el cultivo de leñosos, solo representa una disminución del 2 por cien en el valor de la producción y el margen neto.

La contracción de la demanda de agua al subir los precios en 30 pta/m³, es de 861 hm³ en las tres cuencas, una cifra superior a los 820 hm³ de dotación de agua del trasvase del Ebro que establece el Plan Hidrológico Nacional en las tres cuencas para uso urbano e industrial (259 hm³) y para eliminación de sobreexplotación de acuíferos y garantía de regadíos (561 hm³).⁹

Al subir el precio del agua, la demanda cae 404 hm³ en el Júcar, 391 hm³ en el Segura y 65 hm³ en el Sur, lo que cubriría las dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm³ en el Júcar, 420 hm³ en el Segura, y 100 hm³ en el Sur. Tan solo se deberían transferir 35 hm³ del Segura o el Júcar hacia la

⁹ Ver el cuadro 2.2 de demanda y previsiones de necesidades de recurso hídrico en las tres cuencas

cuenca Sur, aunque otras opciones para la cuenca Sur serían la transferencia interna de recursos hídricos desde el oeste de la cuenca Sur o la desalación.

Esta medida de gestión de demanda de aumentar en 30 pta/m³ el precio del agua para solucionar la escasez de agua de Levante, debería ser considerada seriamente por los responsables de la toma de decisiones como alternativa a las enormes inversiones del trasvase del Ebro. El coste para los agricultores de Levante de esta medida es moderado e inferior al 10 por cien del margen neto y del valor de la producción, con una pérdida en la utilización de la mano de obra del 13 por cien. Los agricultores podrían ser compensados por la administración central o por la cuenca cedente en 20 000 millones al año, que es la renta neta que pierden los agricultores de Levante cuando el precio del agua se incrementa en 30 pta/m³.

5.3.4 Aumento del precio del agua en 40 pta/m³

Este incremento de precio tiene un impacto sustancial sobre las actividades agrarias de las tres cuencas, debido a la desaparición del cultivo de cereales y a la progresiva disminución de la superficie de leñosos conforme aumentan los precios del agua. Las pérdidas son mayores en el Júcar y el Segura que están más especializados en leñosos y cereales que en el Sur. El abandono del cultivo de leñosos poco rentables en Alicante (almendro y viñedo de vinificación), Murcia (almendro, albaricoquero y viñedo de vinificación) y Valencia (albaricoquero), se extiende a otros leñosos más rentables al subir los precios del agua (Cuadros 5.11 y 5.12).

Para el conjunto de comarcas en las tres cuencas, el agua utilizada disminuye en 1.151 hm³ (-39%), la superficie cultivada cae un tercio (-141.300 ha) de lo que se cultiva actualmente, el uso de mano de obra se reduce en 50,7 millones de horas (-20%), el valor de la producción disminuye en 77.600 millones (-16%), y el margen neto en 31.000 millones (-13%). La superficie de cultivos leñosos se reduce en 109.000 ha (-36%) respecto a la situación actual, mientras que la superficie de hortalizas se



Cuadro 5.1.1. Escenario de incremento en 40 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	281.269	223.741	162.355	154.663	84.472	44.132	34.517
Cereales (ha)	32.205	0	21.620	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.494	192.885	180.631	141.212	106.005	46.393	14.858	5.280
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	57.553	20.021	19.690	33.063	33.100	4.802	4.763
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	30.906	1.469	1.453	5.010	4.979	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	500.054	422.458	204.556	164.402	164.601	130.576	130.898	127.481
Margen neto (millones)	232.880	201.925	99.606	80.471	68.996	58.551	64.278	62.903
Uso de agua (lhm ³)	2.953	1.802	1.724	1.177	1.010	476	219	148
Uso de mano obra (10 ³ horas)	247.982	197.315	114.393	95.522	85.878	57.985	47.711	43.808
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.501	914	1.013	1.064	1.546	2.966	3.693
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	234	119	140	163	274	597	861
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	718	445	496	446	693	1.456	1.822
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	112	58	68	68	123	293	425

Cuadro 5.12. Escenario de incremento en 40 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³	Base	Δ precio 40 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	39.930	136.796	104.70	81.583	37.870	118.819	64.317	44.132	34.517
Cereales (ha)	399	0	16.404		10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.340	36.467	105.678	90.11	63.730	30.323	79.885	30.700	14.858	5.280
Hortalizas aire libre (ha)	2.880	2.880	14.384	14.25	6.496	6.322	29.329	29.329	4.802	4.763
Hortalizas invernadero (ha)	587	583	331	33	1.240	1.225	4.326	4.288	24.472	24.472
Valor de la producción (millones)	44.367	43.930	123.357	102.75	66.492	39.623	134.940	108.673	130.898	127.481
Margen neto (millones)	24.199	24.031	57.161	47.01	30.562	18.600	56.679	49.372	64.278	62.903
Uso de agua (hm ³)	279	267	1.145	79	596	263	714	328	219	148
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	23.460	71.714	62.02	36.690	22.562	68.220	45.641	47.711	43.808
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.100	902	98	815	1.046	1.136	1.690	2.966	3.693
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	165	108	12	112	150	189	331	597	861
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	602	418	44	375	491	477	768	1.456	1.822
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	90	50	5	51	71	79	150	293	425

mantiene (Cuadros 5.11 y 5.12). Al incrementar en 40 pta/m³ el precio del agua, deja de cultivarse el almendro, el albaricoquero y el olivar como en el caso del incremento de 30 pta/m³, y además disminuye el cultivo del naranjo en 34 000 ha (-32%), del limonero en 9.600 ha (-26%), y del viñedo de vinificación en 6.000 ha (-64%).

La caída de superficie de leñosos es considerable en las provincias de Alicante (-52%) y Murcia (-61%), y se inicia en Valencia (-15%), con un impacto negativo apreciable sobre el valor de la producción y el margen neto de Alicante y Murcia.

5.3.5 Aumento del precio del agua en 70 pta/m³

Este elevado incremento del precio del agua provoca una fuerte caída en la demanda de agua de 2 057 hm³ (-70%) y una fuerte contracción en la superficie cultivada de 255 800 ha (-60%) en el conjunto de las tres cuencas. La utilización de la mano de obra se reduce de 248 a 129 millones de horas. El declive del valor de la producción y del margen neto es también notable, ya que el ingreso cae en 183.500 millones (-37%) y el margen neto en 74.400 millones (-32%).

Los cuadros 5.13 y 5.14 muestran que un aumento de 70 pta/m³ en el precio del agua tiene como consecuencia para el conjunto de comarcas, no solo el abandono del cultivo de las 32 200 ha de cereales, sino una caída de 218.700 ha (-72%) en el cultivo de leñosos y de 4.700 ha (-8%) en el cultivo de hortalizas al aire libre, mientras que se mantiene el cultivo de hortalizas en invernadero. En leñosos dejan de cultivarse el almendro, albaricoquero, olivar, viñedo de vinificación, limonero, y se reduce drásticamente la superficie de naranjo (-93%) y melocotonero (-66%). La mayoría de las hortalizas pueden absorber el incremento de costes que genera el elevado precio del agua, y solo disminuye la superficie de cultivo de algunas hortalizas al aire libre como la patata (-36%) y la cebolla (-25%).

Cuadro 5.13. Escenario de incremento en 70 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por cuencas.

	Total Levante		Júcar		Segura		Sur	
	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	422.536	166.691	223.741	83.651	154.663	49.522	44.132	33.517
Cereales (ha)	32.205	0	21.620	0	10.585	0	0	0
Leñosos (ha)	301.494	82.781	180.631	66.961	106.005	11.479	14.858	4.341
Hortalizas aire libre (ha)	57.885	53.167	20.021	15.379	33.063	33.081	4.802	4.707
Hortalizas invernadero (ha)	30.951	30.742	1.469	1.310	5.010	4.963	24.472	24.469
Valor de la producción (millones)	500.054	316.466	204.556	91.796	164.601	98.490	130.898	126.180
Margen neto (millones)	232.880	158.473	99.606	50.477	68.996	45.473	64.278	62.523
Uso de agua (hm ³)	2.953	896	1.724	539	1.010	217	219	140
Uso de mano obra (10 ³ horas)	247.982	129.543	114.393	48.947	85.878	37.373	47.711	43.223
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.183	1.898	914	1.097	1.064	1.989	2.966	3.765
Ingreso por m ³ (pta/ha)	169	353	119	170	163	455	597	900
Margen neto por ha (miles pta/ha)	551	951	445	603	446	918	1.456	1.865
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	79	177	58	94	68	210	293	446

Cuadro 5.14. Escenario de incremento en 70 pta/m³ de los precios de agua de riego en las comarcas de Levante, por provincias.

	Castellón		Valencia		Alicante		Murcia		Almería	
	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³	Base	Δ precio 70 pta/m ³
Superficie cultivos estudiados (ha)	41.206	32.309	136.796	41.47	81.583	14.589	118.819	44.317	44.132	33.517
Cereales (ha)	399	0	16.404		10.121	0	5.279	0	0	0
Leñosos (ha)	37.340	28.846	105.678	30.29	63.730	8.089	79.885	11.214	14.858	4.341
Hortalizas aire libre (ha)	2.880	2.880	14.384	10.93	6.496	5.337	29.329	29.310	4.802	4.707
Hortalizas invernadero (ha)	587	583	331	25	1.240	1.163	4.326	4.272	24.472	24.469
Valor de la producción (millones)	44.367	36.900	123.357	43.91	66.492	18.560	134.940	90.909	130.898	126.180
Margen neto (millones)	24.199	21.325	57.161	22.44	30.562	10.279	56.679	41.906	64.278	62.523
Uso de agua (hm ³)	279	212	1.145	26	596	91	714	184	219	140
Uso de mano de obra (10 ³ horas)	23.647	18.926	71.714	24.53	36.690	8.976	68.220	33.880	47.711	43.223
Ingreso por ha (miles pta/ha)	1.077	1.142	902	1.05	815	1.272	1.136	2.029	2.966	3.765
Ingreso por m ³ (pta/ha)	159	174	108	16	112	203	189	493	597	900
Margen neto por ha (miles pta/ha)	587	660	418	54	375	704	477	935	1.456	1.865
Margen neto por m ³ (pta/m ³)	87	101	50	8	51	113	79	227	293	446

El impacto negativo en las cuencas del Júcar y Segura es grande, con una disminución de la superficie cultivada cercana al 65 por cien en ambas cuencas, y una caída de la demanda de agua del 69 por cien en el Júcar y del 78 por cien en el Segura. La pérdida de valor de la producción y margen neto es mayor en el Júcar que en el Segura, por el mantenimiento del cultivo de hortalizas en el Segura. Las provincias de Alicante y Valencia son las que experimentan las mayores pérdidas de valor de producción y margen neto, de entre un 60 y un 70 por cien, mientras que en la provincia de Murcia la caída de valor de producción y margen neto ronda el 30 por cien. En Almería, la reducción del 70 por cien en la superficie de leñosos solo provoca una caída del 3 por cien en el valor de la producción y el margen neto, por la especialización de la provincia en cultivos hortícolas.

5.3.6 Asignación comarcal del agua del trasvase del Ebro que propone el PHN

La simulación de un precio del agua elevado, al aumentar el precio en 70 pta/m³, facilita información para la propuesta que hace el Plan Hidrológico Nacional de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. Este análisis de demanda sirve para determinar cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y cual es el volumen de agua de trasvase que pueden absorber a precios elevados. Los resultados muestran la inconsistencia de la propuesta del PHN, ya que en el Segura no hay una demanda de agua agraria solvente que pueda absorber la dotación del PHN al Segura para sobreexplotación y garantía de riego. Además, en el Júcar varias comarcas de Alicante tampoco pueden absorber la dotación de sobreexplotación, mientras que en el Sur la *demanda solvente* es muy amplia pero la dotación del PHN no cubre la sobreexplotación de acuíferos.

Como se señala en la sección 5.1.2, el PHN evalúa el coste del agua del trasvase del Ebro en 55 pta/m³ en la red primaria, lo que puede suponer un coste medio de unas 75 pta/m³ en parcela de las comunidades de regantes. El PHN pretende cubrir el actual exceso de demanda de agua de uso agrario con agua del trasvase, que sería

Cuadro 5.15 Demanda de uso agrario a precio de trasvase, y asignaciones del PHN

	Demanda de agua a precio de trasvase (Δ 70 pta/m ³)	Asignación PHN cese sobreexplotación y garantía de riegos	Asignación PHN uso urbano e industrial	Asignación PHN total
Cuenca del Júcar (hm ³)	539	141	169	300
Cuenca del Segura (hm ³)	217	362	58	420
Cuenca Sur (hm ³)	140	58	42	100

mucho más cara que los actuales precios de agua de riego, por lo que el agua del trasvase solo podría pagarse en comarcas con cultivos de alta rentabilidad

La asignación de agua del trasvase del Ebro que propone el PHN para eliminación de la sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, es de 141 hm³ a la cuenca del Júcar, 362 hm³ a la cuenca del Segura, y 58 hm³ a la cuenca Sur (Cuadro 5.15). El volumen de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas del Júcar, Segura y Sur a un precio de agua elevado se obtiene en los resultados del escenario de incremento del precio del agua en 70 pta/m³ (Cuadro 5.13); este volumen de agua es de 539 hm³ en el Júcar, 217 hm³ en el Segura y 140 hm³ en el Sur. En consecuencia, en la cuenca del Segura hay un problema para la propuesta del trasvase del PHN, ya que esta cuenca solo puede absorber 217 hm³ de agua de uso agrario al precio del agua del trasvase, lo que no cubre la asignación del PHN de 362 hm³ para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, en un volumen de 145 hm³.

Las consecuencias de la propuesta del PHN son que los agricultores seguirían sobreexplotando los acuíferos en el Segura, al no poder pagar el elevado precio del agua del trasvase, lo que demuestra la superioridad de la política de gestión de demanda de agua con precios más elevados sobre la política de aumento de oferta del PHN, no solo desde un enfoque de sostenibilidad sino también desde un enfoque económico de análisis de la oferta y la demanda de agua. Los resultados del análisis muestran que en todas las comarcas de la cuenca del Segura excepto Noroeste, el volumen de sobreexplotación de acuíferos es similar o superior a la demanda de agua de uso agrario

al precio elevado de trasvase o *demanda solvente*. La situación de desequilibrio más grave se da en las comarcas Nordeste o Altiplano, Campo de Cartagena, Valle del Guadalentín, Río Mula, y Bajo Segura

En la comarca Nordeste con una sobreexplotación de acuíferos de 45 hm^3 , la demanda de agua a precios de trasvase cae de 87 a 10 hm^3 por la disminución de superficie de cereales y leñosos, y el mantenimiento de las hortalizas. La superficie de leñosos disminuye de $11\,200$ ha a $1\,100$ ha al desaparecer el cultivo del almendro, viñedo de vinificación, limonero, y albaricoquero, y reducirse la superficie de melocotonero. La comarca de Campo de Cartagena está especializada en hortalizas en cuanto a valor de producción, pero la demanda de agua solvente se reduce a menos de la mitad porque el alto coste del agua impide cultivar cebada, almendro, naranjo y limonero, con lo que la demanda de agua solvente de las hortalizas es inferior a la sobreexplotación de acuíferos en la comarca. En la comarca del Valle del Guadalentín también tienen importancia las hortalizas en cuanto a valor de producción, pero la *demanda solvente* de agua cae a la mitad a precios de trasvase por la falta de rentabilidad de los cultivos leñosos a ese precio.

La comarca de Vega del Segura tiene una mayor especialización en leñosos con lo que la *demanda solvente* de agua a precios de trasvase cae de 316 hm^3 a 56 hm^3 y la superficie cultivada cae en un 80 por cien, por la falta de rentabilidad del cultivo de cebada, limonero, albaricoquero, naranjo y almendro. Esta *demanda solvente* de 56 hm^3 supera ligeramente la sobreexplotación de acuíferos, pero es escasa para cubrir también la dotación del PHN de garantía de riegos.

En la cuenca del Júcar, la demanda global de agua de uso agrario a precio de trasvase (539 hm^3) es mayor que la asignación del PHN para cese de sobreexplotación y garantía de riego (141 hm^3). Sin embargo, hay varias comarcas en las que el volumen de sobreexplotación de acuíferos es similar o superior a la demanda de uso agrario a precio de agua de trasvase. Esta situación afecta especialmente a la provincia de Alicante por

su especialización productiva en cereales y leñosos poco rentables. El precio elevado de agua de trasvase no lo pueden absorber en Alicante los cereales y los leñosos poco rentables como almendro y viñedo de vinificación. Este precio también provoca una fuerte reducción de naranjo y limonero, y los únicos leñosos que se mantienen son mandarino y viñedo de uva de mesa. En las comarcas de Vinalopó Mitja y Alacanti, el efecto del precio del agua elevado es menor por su especialización en el viñedo de uva de mesa, que puede absorber el coste elevado del agua.

Las comarcas del Júcar en que la sobreexplotación supera a la demanda a precios de trasvase son Alt Vinalopó, Baix Vinalopó, Camp de Morvedre y Marina Baixa. La situación es especialmente grave en el Alt Vinalopó en que la sobreexplotación es 15 hm^3 y la *demanda solvente* 5 hm^3 . Las tres comarcas de Castellón con sobreexplotación de acuíferos (Baix Maestrat, Plana Alta y Plana Baixa), pueden adquirir el agua de trasvase holgadamente al ser la *demanda solvente* mucho mayor que la sobreexplotación de acuíferos.

La cuenca Sur no tiene problemas para adquirir el agua del trasvase a precios elevados al estar especializada en cultivos hortícolas de invernadero muy rentables. En Campo Dalías la sobreexplotación es 51 hm^3 y la *demanda solvente* es 78 hm^3 , en Campo Níjar-Bajo Andarax la sobreexplotación es 11 hm^3 y la *demanda solvente* es 30 hm^3 , y en Bajo Almanzora la sobreexplotación es 9 hm^3 y la *demanda solvente* es 19 hm^3 . A pesar de esta amplia *demanda solvente* en Almería, el PHN solo asigna 58 hm^3 para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos, lo que no cubre ni siquiera la sobreexplotación de acuíferos.

5.3.7 Ingreso medio y margen neto medio

El incremento progresivo del precio del agua hasta las 70 pta/m^3 provoca en las tres cuencas el abandono de los cultivos menos rentables, y como consecuencia un aumento de los ingresos medios por hectárea desde 1.180.000 a 1.900.000 pta/ha y de

los ingresos medios por metro cúbico de 170 a 350 pta/m³. Almería tiene los ingresos medios más elevados de las tres cuencas, 3.000.000 pta/ha y 600 pta/m³, que aumentan hasta 3.800.000 pta/ha y 900 pta/m³ cuando sube el precio del agua.

El margen neto medio para las tres cuencas aumenta, pasando el margen neto por hectárea de 550.000 a 950.000 pta/ha y el margen neto por metro cúbico de 80 a 180 pta/m³. En el caso de Almería el incremento en el margen por hectárea es de 1.460.000 a 1.870.000 pta/ha, y en el margen por metro cúbico de 290 a 450 pta/m³.

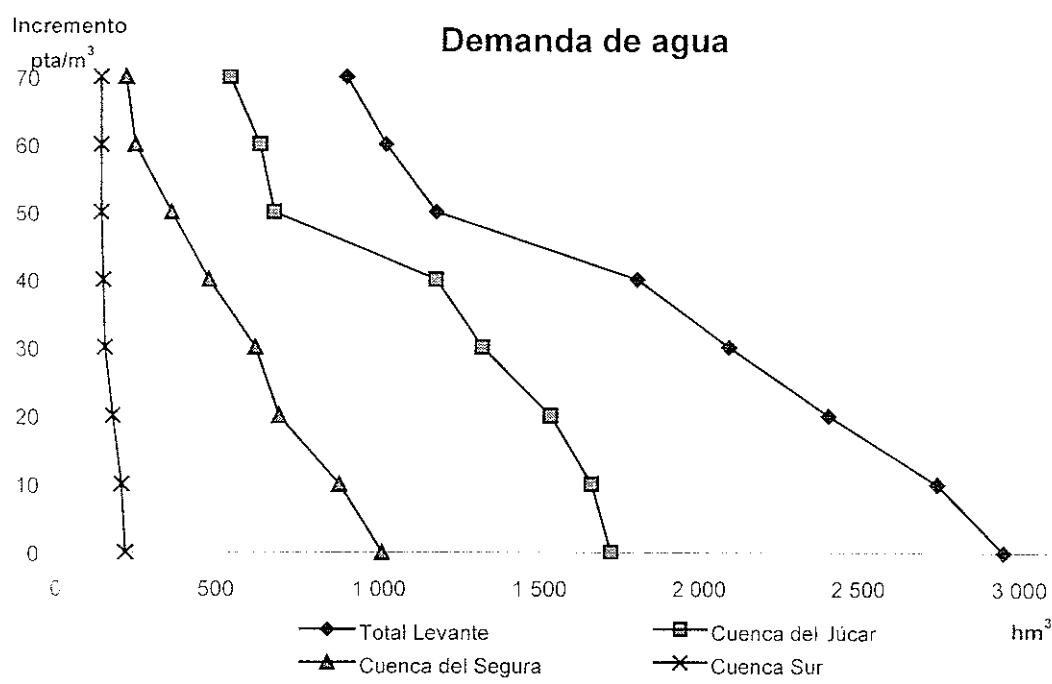
5.3.8 Utilización de la mano de obra

Conforme aumenta el precio del agua, el abandono de los cultivos menos rentables determina una menor utilización de la mano de obra. Para aumentos moderados del precio del agua de hasta 30 pta/m³, la caída porcentual de utilización de mano de obra es pequeña e inferior a la caída de uso de agua, ya que los cultivos poco rentables utilizan poco trabajo. Cuando el precio del agua se incrementa en 70 pta/m³, la utilización de la mano de obra se reduce casi a la mitad en el conjunto de la zona, con unas pérdidas de 118 millones de horas de trabajo al año, o 65.800 UIAs (1 UIA = 1.800 horas). La reducción porcentual de mano de obra no es muy grande en Almería (-9%) y Castellón (-20%), pero sí lo es en Murcia (-50%), Valencia (-66%) y Alicante (-75%).

5.3.9 Utilización del agua

Para el conjunto de las 35 comarcas analizadas de las cuencas del Júcar, Segura y Sur, la demanda de agua correspondiente al año de referencia 1998 de los cultivos estudiados es de 2.953 hm³, que se distribuyen en 1.724 hm³ de demanda en el Júcar, 1.010 hm³ en el Segura y 219 hm³ en el Sur (Almería). Estimando el consumo de agua de los cultivos no estudiados, la demanda de todos los cultivos para las 35 comarcas analizadas alcanza

Figura 5.1 Demanda de agua en las cuencas de Levante.



los 3 601 hm³. de los que 2 115 hm³ corresponden al Júcar, 1 242 hm³ al Segura y 244 hm³ al Sur¹⁰

La figura 5.1 muestra la respuesta de la demanda de agua de riego a los precios del agua. Por construcción, la demanda agregada para las tres cuencas tiene una mayor elasticidad que la demanda para cada cuenca, y la elasticidad de la demanda agregada evaluada al precio de 35 pta/m³ (incremento 30 pta/m³) y la cantidad 2 092 hm³, es 0,5.

¹⁰ En la Comunidad Valenciana, la superficie de regadío de los cultivos estudiados en las 22 comarcas analizadas es 260 000 ha, mientras que la superficie de regadío de todos los cultivos en las 22 comarcas es 295 000 ha, y si se añade el regadío de las 12 comarcas no analizadas, el total de regadío en la Comunidad Valenciana es 315 000 ha. La cuenca del Segura tiene una extensión total de 1 868 100 ha, y si se exceptúan las zonas correspondiente a Castilla-La Mancha y Andalucía, la extensión es de 1 224 400 ha. La superficie de regadío de los cultivos estudiados en la cuenca del Segura (Murcia y el Bajo Segura de Alicante) es 155 000 ha, la superficie de regadío de todos los cultivos de esta zona de la cuenca del Segura (Murcia y Bajo Segura de Alicante) es 192 000 ha, y la superficie de regadío de la cuenca del Segura, incluyendo Castilla-La Mancha y Andalucía es 266 000 ha. En la cuenca Sur solo se ha cubierto la provincia de Almería, con una superficie de regadío de los cultivos estudiados de 44.100 ha sobre un total de regadío de 52 700 ha.

Como se ha señalado en la sección 5.3.6, tanto en el Júcar como en el Segura, la demanda de agua solvente para un aumento de precio de 70 pta/m³ es entre la tercera y la cuarta parte de la demanda actual, y abastece las necesidades hídricas de los cultivos más rentables. Este hecho implica que el agua del trasvase solo podrá utilizarse en cultivos hortícolas o en algunos cultivos leñosos muy rentables como mandarina o viñedo de uva de mesa. En las tres cuencas de Levante, comparando la demanda de uso agrario solvente para el agua del trasvase con la asignación del PHN para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de los riegos (Cuadro 5.15), se comprueba que hay un problema de inconsistencia en la propuesta del PHN, y que la inconsistencia se da en las tres cuencas. En el Segura la *demanda solvente* es de 217 hm³ y la asignación del PHN es de 362 hm³, muy superior a lo que pueden absorber los cultivos rentables al precio de agua del trasvase. En el Júcar, algunas comarcas de Alicante muestran el mismo problema de inconsistencia, al ser inferior la *demanda solvente* de agua que el volumen de sobreexplotación de acuíferos en esas comarcas. Finalmente en el Sur, a pesar de la amplia *demanda solvente*, la asignación del PHN es demasiado exigua y no cubre la sobreexplotación de acuíferos.

6 Resumen y Conclusiones

Este trabajo plantea la gestión de demanda de agua como alternativa a la política de oferta del trasvase del Ebro que propone el Plan Hidrológico Nacional. En el estudio se analiza la demanda de agua de la agricultura en las comarcas de las cuencas del Levante mediterráneo, para demostrar que una política de gestión de demanda con precios de agua más elevados que los actuales soluciona el problema de la escasez del recurso, sin necesidad de transferencias externas que deterioran las funcionalidades ecológicas de la cuenca cedente y de las cuencas receptoras. En el análisis económico de demanda de agua de la agricultura, se examinan los efectos de las alternativas sobre la superficie y producción de los cultivos, el valor de la producción, el margen neto, y la utilización del agua y de la mano de obra.

Para determinar los impactos en el sector agrario de las alternativas ante la escasez de agua se simulan dos escenarios. En el primer escenario se plantea como medida de gestión de demanda la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos sin transferencias de agua de otras cuencas, dado que la sobreexplotación de acuíferos no es sostenible por la degradación y el agotamiento a largo plazo de los acuíferos. En un segundo grupo de escenarios se plantea la elevación de los precios del agua como medida de gestión de demanda, con lo que se consigue determinar el precio del agua que equilibra la demanda global de agua de las cuencas de Levante con la oferta disponible en dichas cuencas. Una vez alcanzado el equilibrio entre la oferta y la demanda global a un precio más elevado, se podría reasignar el agua entre las comarcas en que haya excedentes y en las que persista la escasez.

El impacto sobre el sector agrario de incrementos hasta 30 pta/m³ del precio del agua, es moderado e inferior al 10 por cien de la producción final agraria (valor de la producción) y la renta neta (margen neto) de los agricultores, y el agua que deja de utilizarse en la agricultura permite cubrir tanto las dotaciones del trasvase previstas en el PHN para uso agrícola y medioambiental, como también las de uso industrial y urbano.

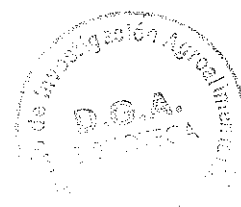
Para aumentos de precios superiores a 30 pta/m³, se intensifica el impacto negativo sobre la producción y el margen neto de las actividades agrarias

La viabilidad del trasvase del Ebro que propone el PHN se ha examinado simulando un incremento de 70 pta/m³ en el precio del agua. Esta simulación permite conocer la demanda de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas de Levante a precios de trasvase, y se comprueba que las dotaciones que asigna el PHN para uso agrario y medioambiental en la cuenca del Segura superan ampliamente la *demand* *solvente* de agua a este precio, que los agricultores del Segura no podrán pagar.

6.1 Sostenibilidad del Plan Hidrológico Nacional

El concepto de sostenibilidad está ligado al aumento del bienestar humano en el tiempo, y se basa en la idea de la no disminución de los distintos tipos de capital: capital creado por el hombre, capital natural, y capital humano y social. En la sostenibilidad débil se admite la sustitución entre los diferentes tipos de capital, y el requisito de sostenibilidad se cumple siempre que el stock de capital total se mantenga. En la sostenibilidad fuerte algún tipo de capital no es sustituible, por lo que no solo ha de mantenerse el capital total, sino que también se ha de mantener el capital específico que no es sustituible.

La sostenibilidad aplicada a los recursos hídricos implica la protección del capital natural formado por los sistemas hídricos que mantienen la funcionalidad ecológica de las cuencas. La cuenca del Ebro y las cuencas de Levante han experimentado una grave degradación de sus funcionalidades ecológicas en la segunda mitad del siglo veinte, y además este deterioro compromete las posibilidades de sustitución por otro tipo de capital. Hoy, el problema clave en las cuencas del Ebro y de Levante es frenar la degradación del capital natural y restaurar las funcionalidades de los sistemas hídricos, por lo que el Plan Hidrológico Nacional debería garantizar unas acciones que no



provoquen más degradación, sino que aseguren la mejora de la funcionalidad de los sistemas hídricos

El PHN propone transferir agua de la cuenca del Ebro a las cuencas de Levante, y la cuestión esencial es identificar los elementos del capital natural que el trasvase deteriora, y si existen alternativas al trasvase preferibles desde el punto de vista económico y medioambiental.

Los elementos críticos que se pueden identificar en la cuenca del Ebro son la tendencia decreciente de caudal en el Valle del Ebro en las últimas décadas por la expansión del consumo de agua, y la progresiva degradación de la calidad del agua. Esta degradación es consecuencia de la contaminación puntual urbana e industrial, la contaminación difusa de las actividades agrarias (eutrofización y arrastre de sales), y la escasez de caudal en algunos tramos. Otra consecuencia negativa se deriva de que el trasvase requeriría aumentar la regulación para hacer frente a los períodos plurianuales de sequía, lo que supondría una mayor degradación de las funcionalidades ecológicas en la cuenca. Finalmente el trasvase deterioraría el Delta del Ebro por la disminución de caudal y la penetración más agresiva del agua salina.

La Unión Europea ha aprobado la Directiva Marco del Agua que adopta un nuevo enfoque en política del agua basado en la gestión de la demanda, la repercusión completa de costes incluyendo los medioambientales, y los estándares de caudales y contaminantes. La Directiva promueve los instrumentos económicos frente al aumento de la regulación del recurso, para evitar el despilfarro y reducir la degradación.

La alternativa de gestión de demanda al trasvase del Ebro que se propone en este estudio, va encaminada en la dirección de la Directiva Marco del Agua. Un aumento moderado del precio del agua en las cuencas de Levante de entre 20 y 30 pta/m³ reequilibra la demanda con la oferta de agua sin necesidad de transferencias externas a las cuencas de Levante. La insostenibilidad del trasvase se deriva del hecho de que el

recurso hídrico no está valorado al coste completo de recuperación, ya que el precio medio del agua de uso agrario no supera las 5 pta/m³ en casi todas las comarcas del Júcar y en algunas comarcas del Segura, y ese precio alcanza las 25 pta/m³ en alguna comarca del Sur. Estos precios reducidos fomentan el despilfarro en un mercado del recurso racionado y con asignación administrativa.

Los precios del agua de uso agrario podrían seguir estando por debajo de los precios que pagan otros usuarios, pero la escasez del agua en Levante ha de solucionarse con unos precios por encima de 20 pta/m³ que liberan la suficiente demanda de agua para resolver la escasez, con un efecto negativo moderado para los agricultores. Esta política de gestión de demanda es la que se ha analizado en este trabajo, y es preferible económica y medioambientalmente a la política de oferta del trasvase del Ebro.

6.2 Eliminación de la Sobreexplotación de Acuíferos

En la simulación del escenario de prohibición de la sobreexplotación de acuíferos como medida de gestión de demanda, la eliminación de la sobreexplotación reduce el uso del agua en la agricultura. La sobreexplotación de los acuíferos se ha determinado a partir de la documentación del Plan Hidrológico Nacional, del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, y de publicaciones de la Comunidad Autónoma de Valencia. Se han identificado las zonas donde se encuentran los acuíferos sobreexplotados y los volúmenes de sobreexplotación, que corresponden a 157 hm³ en las comarcas de Castellón, Valencia y Alicante de la Confederación del Júcar, 226 hm³ en las comarcas de Murcia y Alicante en la Confederación del Segura, y 71 hm³ en las comarcas de Almería de la Confederación del Sur.

La simulación de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos se ha realizado reduciendo la disponibilidad de agua en las comarcas donde se localizan los

acuíferos. El agua no puede transferirse entre comarcas al no existir mercados de agua u otros mecanismos de reasignación de agua en el interior de las cuencas.

Los efectos de la eliminación de la sobreexplotación se concentran en las comarcas donde se encuentran los acuíferos. En el Júcar y el Segura, la reducción de agua disponible y superficie cultivada afecta especialmente a los cultivos poco rentables. Por el contrario en el Sur, la reducción de agua y superficie cultivada afecta a cultivos muy rentables, ya que en las comarcas del Sur no hay posibilidad de abandonar cultivos poco rentables como los cereales.

Los resultados muestran que la eliminación de la sobreexplotación disminuye entorno al 15 por cien la superficie cultivada, ingresos y renta neta para el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Gran parte de las pérdidas ocurren en las cuencas Sur y Segura; en la cuenca Sur se reducen los cultivos en invernadero, lo que provoca unas pérdidas cercanas al 50 por cien de los ingresos y renta neta, que son las más elevadas en términos absolutos y relativos de las tres cuencas. Más del 70 por cien de las pérdidas de renta neta ocurren en Almería por la elevada renta neta de los cultivos de invernadero. En el Segura las pérdidas rondan el 15 por cien de los ingresos y renta neta, mientras que en el Júcar las pérdidas de ingresos y renta neta están por debajo del 5 por cien.

Las comarcas con mayores pérdidas son las que soportan mayor reducción en la disponibilidad de agua: Campo Dalías, Bajo Almanzora, y Campo Níjar-Bajo Andarax en Almería; y Valle del Guadalentín y Nordeste en Murcia. En Campo Dalías las pérdidas son de 52.400 millones de ingresos y 25.000 millones de renta neta, y en Valle de Guadalentín 12.000 millones en ingresos y 5.500 millones en renta neta.

Como conclusión se puede señalar que si la medida de gestión de demanda de agua que se toma es la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos, sin posibilidad de transferencias de agua entre comarcas, la caída de superficie, ingresos y renta neta en

el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur es del 15 por cien. Estas pérdidas se concentran en el Sur con caídas de ingresos y renta neta superiores al 50 por cien. El Plan Hidrológico Nacional debería contemplar medidas de gestión de demanda que permitieran reasignar agua entre las comarcas de la Confederación del Sur, del oeste hacia el este, o desde otras cuencas adyacentes. La asignación de agua del trasvase que el PHN prevé para solventar la sobreexplotación de acuíferos (y mejora de garantía de riego) en el Sur es de solo 58 hm³, lo que es insuficiente ya que la sobreexplotación alcanza los 71 hm³, a diferencia de las asignaciones del trasvase previstas para el Júcar y el Segura que son mucho más generosas. Incluso si se realizara el trasvase, no podría solucionarse la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca Sur, por lo que será necesario en cualquier caso introducir medidas adicionales de gestión de demanda en la cuenca Sur que equilibren disponibilidades y usos

Una recomendación que se deriva de estos resultados es que para minimizar los efectos de la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos en ausencia de transferencias de agua de otras cuencas, deberían establecerse mecanismos para la transferencia de agua entre comarcas en el interior de las cuencas del Sur, Segura y Júcar, que redujeran las pérdidas de ingresos y de margen neto de los agricultores

6.3 Aumento del Precio del Agua y Reducción de las Transferencias Externas

Un incremento de los precios del agua de uso agrario es una medida de gestión de demanda en línea con los principios que promueve la Directiva Marco del Agua, y que permite solucionar la escasez de agua en Levante al menor coste económico y medioambiental para la sociedad. La gestión de demanda mediante el incremento de precios sirve para equilibrar la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, liberando recursos hídricos por abandono de los cultivos menos rentables que podrían transferirse a las zonas donde persista la escasez o la sobreexplotación de acuíferos.

También se hace una simulación de precios de agua al coste elevado de agua del trasvase, ya que este escenario facilita información sobre la propuesta del PHN de trasvasar agua para eliminar la escasez, y sirve para determinar la localización y volumen de demanda de agua de las comarcas con cultivos rentables que pueden absorber agua de trasvase a precio elevado.

El precio del agua que se paga actualmente en las cuencas de Levante depende en general de la escasez de agua en las comarcas. Se han establecido tres niveles de precios: 5 pta/m³ en comarcas sin problemas de escasez o con escasez moderada, 15 pta/m³ en comarcas con problemas de escasez y 20 pta/m³ cuando la escasez es severa

6.3.1 Incremento en 20 pta/m³

Un aumento del precio del agua de 20 pta/m³ en las cuencas de Levante reduce la demanda agraria de agua en 549 hm³, y provoca una caída en los ingresos y renta neta de los agricultores ligeramente superior al 5 por cien, por la disminución del cultivo de cereales y de leñosos poco rentables. El impacto en ingresos y renta neta es mayor en el Segura y Júcar (entre -6 y -9%) que en Almería (-1%).

La reducción en 549 hm³ de la demanda de agua es muy próxima a la dotación agraria y medioambiental de 561 hm³ que el PHN establece para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego. El aumento de precio libera 192 hm³ de agua en el Júcar, 317 hm³ en el Segura y 40 hm³ en el Sur, frente a las dotaciones de trasvase de 141 hm³ en el Júcar, 362 hm³ en el Segura y 58 hm³ en el Sur. Por lo tanto, con el incremento de precio disminuye el uso agrario de agua en un volumen suficiente para cubrir casi toda la dotación agraria y medioambiental del trasvase, transfiriendo el excedente de agua de 51 hm³ del Júcar hacia el Segura y el Sur.¹¹ A este precio del agua de riego, el volumen de agua liberado en el uso agrario reduciría las necesidades de

transferencias externas a las cuencas de Levante a 271 hm^3 , de los que 12 hm^3 se destinarían al uso agrario y medioambiental y 259 hm^3 al uso urbano e industrial

El problema de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego se resolvería mediante esta medida de gestión de demanda y un trasvase del Ebro de 271 hm^3 , con una dimensión mucho menor que la actual propuesta del PHN. Esta solución tiene un coste moderado para los agricultores, medido por una caída entorno al 5 por cien en sus ingresos y renta neta. La pérdida de 11 100 millones en renta neta de los agricultores mide la compensación que podría ofrecerse por la administración central o la cuenca cedente, para que los agricultores acepten la subida de precios del agua

6.3.2 Incremento en 30 pta/m^3

El aumento del precio del agua en 30 pta/m^3 reduce en 861 hm^3 la demanda agraria de agua en las cuencas de Levante, con una caída en los ingresos y renta neta del 10 por cien al dejarse de cultivar los cereales y reducirse la superficie de leñosos poco rentables. El impacto en ingresos en el Júcar y Segura es similar (-13%), pero el impacto en la renta neta es superior en el Júcar (-14%) que en el Segura (-8%) por la mayor especialización del Segura en hortalizas, mientras que la pérdida de ingresos y renta neta es muy pequeña en Almería (-2%).

La contracción de la demanda agraria en las tres cuencas es de 861 hm^3 , un volumen superior a los 820 hm^3 de dotación de agua de trasvase que el PHN asigna a las tres cuencas para uso urbano e industrial (259 hm^3) y para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego (561 hm^3). La subida de precios provoca una caída de demanda de 404 hm^3 en el Júcar, 391 hm^3 en el Segura y 65 hm^3 en el Sur, que cubre la totalidad de dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm^3 en el Júcar, 420 hm^3 en el Segura y 100 hm^3 en el Sur (Ver

¹¹ 51 hm^3 es igual a 192 hm^3 de reducción de demanda en el Júcar menos 141 hm^3 de dotación agraria y

cuadro 2.2). Con esta reasignación de la demanda se cubrirían internamente las necesidades de las tres cuencas, y solo se deberían transferir desde el Júcar 29 hm³ al Segura y 35 hm³ a la cuenca Sur para equilibrar los usos y disponibilidades de agua, aunque otras opciones para la cuenca Sur serían la transferencia interna de recursos hídricos desde el oeste de la cuenca o la desalación

Esta medida de gestión de demanda de incrementar los precios del agua en Levante en 30 pta/m³, debería ser considerada seriamente como alternativa a las enormes inversiones del trasvase del Ebro, por los responsables de la toma de decisiones en las administraciones autonómica, central y comunitaria, y por los grupos políticos y de presión

El coste para los agricultores de Levante de esta medida es moderada e inferior al 10 por cien de sus ingresos y renta neta. La compensación para que los agricultores aceptaran voluntariamente esta subida de precios viene dada por los 20.000 millones de renta neta anual que pierden, y que podría pagar la administración o los otros grupos de usuarios del agua, en lugar de que la sociedad realice la inversión del trasvase que es superior al billón de pesetas.

6.3.3 Inconsistencia de la asignación comarcal del trasvase que propone el PHN

La simulación de un escenario de un aumento de 70 pta/m³ en el precio del agua de uso agrario, facilita información sobre la propuesta del PHN de trasvasar agua del Ebro para cubrir la actual escasez, sin medidas de racionalización de la demanda de agua. El análisis sirve para conocer cuales son las comarcas especializadas en cultivos rentables y el volumen de agua de trasvase que pueden absorber a estos precios elevados

El PHN evalúa el coste medio de agua de trasvase en 55 pta/m³ en la red primaria, lo que supone unas 75 pta/m³ en parcela. Por ello, se ha considerado que el agua de trasvase supondrá un incremento de 70 pta/m³ sobre el precio que los agricultores pagan actualmente, y este elevado precio del agua solo podrá pagarse en comarcas con cultivos de alta rentabilidad.

El volumen de agua de trasvase que pueden absorber las comarcas de Levante para un aumento de precios de 70 pta/m³ es de 539 hm³ en el Júcar, 217 hm³ en el Segura y 140 hm³ en el Sur (Cuadro 5.13), frente a la asignación de agua del trasvase para uso agrícola y medioambiental que propone el PHN y que es de 141 hm³ en el Júcar, 362 hm³ en el Segura y 58 hm³ en el Sur. En consecuencia, en la cuenca del Segura hay un problema de inconsistencia en la propuesta de trasvase del PHN, ya que esta cuenca solo puede absorber 217 hm³ de agua de uso agrario al precio de agua del trasvase, lo que no cubre la asignación del PHN de 362 hm³ para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego, en un volumen de 145 hm³. La situación de desequilibrio más grave se da en las comarcas Nordeste o Altiplano, Campo de Cartagena, Valle del Guadalentín, Río Mula y Bajo Segura

En la cuenca del Júcar, la demanda global de agua de uso agrario a precio de trasvase es mayor que la asignación del PHN para agricultura y medioambiente, sin embargo también es inconsistente la propuesta del PHN porque hay varias comarcas en las que el volumen de sobreexplotación de acuíferos es similar o superior a la demanda de uso agrario a precio de trasvase o *demanda solvente*, en especial en la provincia de Alicante. Los agricultores no podrán pagar en estas comarcas un volumen de agua de trasvase igual a la sobreexplotación, por lo que la sobreexplotación continuará. Es el caso de las comarcas de Alt Vinalopó, Baix Vinalopó, Camp de Morvedre y Marina Baixa

En consecuencia, la propuesta del PHN no elimina la sobreexplotación de acuíferos por los agricultores en la cuenca del Segura y en la provincia de Alicante de la

cuenca del Júcar, al no poder pagar los agricultores el elevado precio del agua del trasvase. Esta incoherencia de la propuesta del PHN demuestra la superioridad de las políticas de gestión de demanda de agua mediante precios más elevados como las señaladas en las secciones 6.3.1 y 6.3.2, sobre la política de aumento de la oferta de agua del PHN que tiene un coste enorme para la sociedad. La gestión de demanda es superior tanto desde el enfoque económico de análisis de oferta y demanda, como desde un enfoque de sostenibilidad por las razones señaladas en la sección 6.1.

6.4 Comparación de los Resultados con el Plan Hidrológico Nacional

El documento de análisis económico del Plan Hidrológico Nacional examina los efectos del trasvase sobre la renta neta, la producción final agraria y la mano de obra del sector agrario en el regadío de las cuencas del Segura, Júcar y Sur (MIMAM 2000b). La evaluación del PHN sobre el sector agrario se realiza evaluando dos aspectos: la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos y la mejora de la garantía de riego.

El procedimiento utilizado en el PHN adolece de excesiva simplicidad, ya que parte del volumen de agua a transferir desde el Ebro para eliminar la sobreexplotación de acuíferos y garantizar el regadío, sin justificar este volumen a transferir. La cifra del volumen a transferir se divide por la dotación normal de riego en la zona en metros cúbicos por hectárea, y de esa forma se calcula cual puede ser la superficie afectada. Una vez calculada la superficie afectada, el PHN estima la renta neta multiplicando esta superficie por 0,7 millones de pesetas por hectárea, que es la renta neta por hectárea que se considera representativa en las zonas de escasez de agua.

El agua que se transfiere a las superficies afectadas por sobreexplotación de acuíferos y garantía de riegos alcanza un volumen de 339 hm³ para eliminación de sobreexplotación de acuíferos y de 222 hm³ para garantía de riego para el conjunto de las cuencas del Júcar, Segura y Sur. La suma de transferencias para eliminación de

sobreexplotación y garantía de riego, se distribuye por cuencas de la siguiente forma: 141 hm³ para el Júcar, 362 para el Segura y 58 para el Sur ¹²

A partir de las cifras de 339 hm³ de sobreexplotación y 222 hm³ de garantía, el PHN deduce la superficie de riego afectada: la superficie bajo sobreexplotación se calcula dividiendo los 339 hm³ por una dotación media de 6 780 hm³/ha, y se obtiene una superficie de 50 000 ha; la superficie bajo insuficiente garantía de riego se calcula dividiendo los 222 hm³ por una dotación media de 5.500 hm³/ha, y se obtiene una superficie de 40.364 ha. El procedimiento utilizado en el PHN es excesivamente simple y poco fundamentado, y por tanto los resultados son en el mejor de los casos aproximados. El procedimiento utilizado en este trabajo proporciona una precisión mucho mayor al incorporar por comarcas la superficie de cada cultivo, información meteorológica para calcular las necesidades de riego de los cultivos y la demanda de agua de riego, información técnica sobre rendimientos y costes, e información sobre sistemas de riego.

6.4.1 Renta Neta

El concepto de renta neta que utiliza el PHN a nivel agregado,¹³ coincide con el margen neto utilizado en este trabajo a nivel comarcal. El PHN estima los siguientes resultados: hay 50.000 ha afectadas por sobreexplotación y 40.364 ha afectadas por garantía de riego en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. La valoración anual de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos es 35 000 millones de renta neta ¹⁴ Es decir, el agotamiento de los acuíferos dejaría improductivas 50 000 ha con una pérdida

¹² La cifra de 362 hm³ para la cuenca del Segura no coincide con el documento de Análisis de los Sistemas Hidráulicos del PHN (pág. 235), que estima en 403 hm³ la suma de sobreexplotación (174 hm³) e infradotación (229 hm³). En el documento de Análisis Económicos del PHN se afirma que la sobreexplotación es de 174 hm³ en el Segura y de 70 hm³ en el Sur (parece que los restantes 95 hm³ hasta alcanzar el total de 339 hm³ de sobreexplotación corresponden al Júcar). La cifra de 70 hm³ de sobreexplotación en la cuenca Sur no cuadra con la transferencia de 58 hm³ para sobreexplotación y garantía de la cuenca Sur.

¹³ La relación entre Producción Bruta, VAB y Renta Neta es la siguiente:

Producción Bruta (Valor de la producción) - consumos intermedios

VABpm - subvenciones-impuestos

VABcf -amortizaciones

VANcf -remuneraciones asalariados - alquileres e intereses

Renta Neta (o Margen Neto en los Costes de MAPA)

¹⁴ 35 000 = 0,7 mill /ha (renta neta) * 50 000 ha. El máximo de 42 000 millones se alcanza en el año 45 del trasvase

de renta neta de 35 000 millones. En cuanto a la garantía de riegos, su valoración anual alcanza los 1.978 millones de renta neta.¹⁵

En este trabajo, la valoración del efecto de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos sobre la renta neta se ha estimado en 39.700 millones para los cultivos estudiados en las tres cuencas de Levante, que se distribuyen en 2.200 millones de pérdidas en el Júcar, 9.400 millones en el Segura, y 28.100 millones en el Sur. Si se tienen en cuenta todos los cultivos en regadío de las tres cuencas, la valoración del efecto es de 50.300 millones.¹⁶

Es de destacar que más del 70 por cien de las pérdidas ocurren en Almería, por la enorme renta neta de los cultivos de invernadero (1,5 millones por ha y la caída de 11.300 ha del cultivo de invernadero). Sin embargo la propuesta del PHN solo asigna a Almería 58 hm³ para sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego sobre los 543 hm³ de total de dotación de trasvase para este fin a Levante. La dotación a Almería de 58 hm³ ni siquiera cubre la sobreexplotación de acuíferos de las comarcas que es 71 hm³, lo que demuestra que el trasvase no tiene una justificación económica que se apoye en la agricultura de Levante. Almería es la zona donde se produce la mayor parte del impacto económico de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos, pero no recibe la suficiente asignación para eliminar la sobreexplotación, a diferencia del Segura que recibe 362 hm³ para usos agrícolas y medioambientales, 136 hm³ por encima de la sobreexplotación. Además, como ya se ha señalado en la sección 6.3.3, la cuenca del Segura y varias comarcas de la provincia de Alicante en la cuenca del Júcar, no pueden absorber la dotación del PHN para uso agrícola y medioambiental, porque los agricultores no pueden pagar el precio del agua de trasvase al no tener estas comarcas cultivos suficientemente rentables.

¹⁵ $1.978 = 0,7 \text{ mill/ha (renta neta)} * 0,07 \text{ (el 7\%)} * 40.364 \text{ ha}$. Se supone que la disminución en porcentaje de la renta neta es la mitad que la del suministro hídrico (-15% suministro hídrico causa -7% de renta neta)

¹⁶ La caída de renta neta de 50.300 millones para todos los cultivos es la suma de la caída de renta neta de 2.600 millones en el Júcar ($2.200 * 1,21$; ya que hay un 21% adicional de superficie regada de cultivos no estudiados en el Júcar), 11.700 millones en el Segura ($9.400 * 1,25$ por el 25% de regadío adicional), y 36.000 millones en el Sur ($28.100 * 1,28$ por el 28% de regadío adicional).

La diferencia entre la valoración de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos del presente trabajo, 50 300 millones, con el PHN que lo estima en 35.000 millones, es de 15.300 millones al año. El PHN añade 2.000 millones de valoración de garantía de riegos, que la valoración del presente trabajo incluye, ya que el modelo utilizado incorpora actividades de cultivo con déficit de riego y menor rendimiento. Por tanto se debería comparar la valoración de 50 300 millones del presente trabajo con los 37.000 millones de la evaluación del PHN.

Realizando una estimación para todos los cultivos en regadío de las tres cuencas, la renta neta de Murcia es de 71 000 millones, y la eliminación de la sobreexplotación en Murcia produce una caída de renta neta de 11 400 millones, mientras que la producción final agraria (PFA, estrictamente producción final vegetal) de Murcia en 1998 es 169.000 millones, y el efecto de la eliminación de sobreexplotación sobre la PFA es de 30 000 millones.¹⁷ La renta neta de la Comunidad Valenciana es 135.000 millones y la PFA 283.000 millones, y el cese de sobreexplotación provoca una caída de 3.000 millones en la renta neta y de 8.800 millones en la PFA. En Almería la renta neta es 64.000 millones y la PFA 131 000 millones, y el cese de sobreexplotación reduce la renta neta en 36.000 millones y la PFA en 59.000 millones. El PHN no da estimaciones por provincias del efecto de la sobreexplotación de acuíferos sobre la renta neta y la PFA, aunque si estima una PFA de 159 000 millones en Murcia, 331 000 en la Comunidad Valenciana, y 233 000 en Almería, cifras razonablemente cercanas a las de este estudio para Murcia y la Comunidad Valenciana, aunque no para Almería con una estimación del PHN que casi duplica la de este trabajo.

6.4.2 Mano de obra

La mano de obra de Murcia se ha estimado en 38 000 UIA para los cultivos estudiados, o 47 000 UTA para todos los cultivos de Murcia ($38.000 * 1,25$), con una

¹⁷ La renta neta de todos los cultivos de Murcia es 71 000 millones, que es el resultado de multiplicar 56.700 millones de renta neta de los cultivos estudiados por 1,25 (ya que hay un 25% adicional de superficie regada de cultivos no estudiados en Murcia). Las pérdidas de renta neta en Murcia por cese de sobreexplotación es 11 400 millones para todos los cultivos (9 100 millones para los cultivos estudiados). Las cifras de PFA son valor de la producción 169 000 ($135 000 * 1,25$) y caída del valor de la producción 30 000 ($24 000 * 1,25$). Los valores 135 000 y 24 000 son el valor de la producción y la caída del valor de la producción de los cultivos estudiados. De forma similar se calcula la renta neta y la PFA para todos los cultivos de la Comunidad Valenciana y Almería.

equivalencia de 1UTA = 1.800 horas. El efecto de la eliminación de acuíferos es de 7.100 UTA para los cultivos estudiados o 8.900 UTA para todos los cultivos. El PHN estima el empleo directo de Murcia en 48.346 para 1997 o en 0,304 empleos/ha frente a los 0,316 empleos/ha del presente trabajo (47.000 UTA/148.500 ha).

En la Comunidad Valenciana la mano de obra es 73.400 UTA para los cultivos estudiados o 88.800 UTA para todos los cultivos ($73.400 * 1,21$), con una reducción de la mano de obra al eliminar la sobreexplotación de 6.600 UTA para los cultivos estudiados y 8.000 UTA para todos los cultivos. La mano de obra en Almería es 27.000 UTA para los cultivos estudiados y 33.900 UTA para todos los cultivos ($27.000 * 1,28$), y el cese de sobreexplotación provoca una caída de 11.300 UTA en los cultivos estudiados y 14.500 UTA en todos los cultivos. El PHN estima la mano de obra en la Comunidad Valenciana y Almería en 92.452 y 40.408 empleos, lo que se acerca razonablemente a las 88.800 y 33.900 UTA estimadas en este trabajo

El PHN señala que en el Plan Hidrológico del Segura los empleos en la cuenca del Segura se estiman en 76.000, que sin trasvase caerían a 52.000 (-24.000) y con trasvase aumentarían a 102.000 (+26.000)¹⁸ En el presente trabajo, los empleos en las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura para los cultivos estudiados son 47.700 UTA, o 59.600 UTA para todos los cultivos. Si se estiman para toda la superficie de la cuenca del Segura (añadiendo el regadío de Castilla-la Mancha y Andalucía), se alcanzan las 82.000 UTA que se acercan a los 76.000 empleos del Plan Hidrológico del Segura. El presente estudio evalúa la caída del empleo en las comarcas de Murcia y Alicante de la cuenca del Segura por eliminación de sobreexplotación en 12.900 UTA para los cultivos estudiados y 16.200 UTA para todos los cultivos, lo que está lejos de las pérdidas de 24.000 empleos que señala el PHN

¹⁸ Es difícil comprender de donde sale esta expansión de la mano de obra: según el PHN la caída en renta neta al eliminar la sobreexplotación de acuíferos es 35.000 millones (caída de 24.000 empleos), y el aumento en renta neta por garantía de riego es de 1.978 millones (¿aumento de 26.000 empleos?).

6.5 Consideraciones Finales

El análisis de los impactos en el sector agrario de las alternativas a la escasez de agua en Levante, muestra que la primera alternativa considerada *prohibición de la sobreexplotación de acuíferos* como medida de gestión de demanda sin trasvases externos de agua, provoca en las cuencas de Levante una caída de la superficie cultivada que reduce en un 15 por cien la producción final agraria y la renta neta. Esta alternativa sería especialmente perjudicial para Almería, ya que la prohibición de la sobreexplotación afectaría de forma grave a las producciones de invernadero, mientras que en el Segura y el Júcar los efectos negativos se compensarían en parte con la reducción de la producción de cultivos poco rentables. El grado mayor o menor de impacto de esta alternativa depende de la reasignación de agua disponible entre las zonas en que hay escasez. En caso de ausencia de transferencias de otras cuencas, se deberían establecer mecanismos de gestión de la demanda de agua y de transferencia de agua entre comarcas que suavicen los efectos de la eliminación de la sobreexplotación de acuíferos.

La segunda alternativa considerada ha sido el *incremento del precio del agua de riego*. Esta medida de gestión de demanda sirve para equilibrar la oferta y la demanda global de agua en las cuencas de Levante, y esta en línea con los criterios de la Directiva Marco del Agua que promueve los instrumentos económicos en lugar de las políticas de expansión de la oferta. Los precios del agua de uso agrario pueden seguir estando por debajo de los que pagan otros grupos de usuarios, pero la escasez en las cuencas de Levante ha de solucionarse con un incremento razonable de precios que libere del uso agrario un volumen de recursos hídricos suficiente, con un efecto moderado para los agricultores. Esta política de gestión de demanda es preferible para la sociedad, y es la que se defiende en este trabajo al tener un coste económico y medioambiental menor que la política de expansión de la oferta del trasvase del Ebro.

Un *incremento de 20 pta/m³* del precio del agua de riego en las cuencas de Levante reduce la demanda de agua en 549 hm³, cifra muy próxima a la dotación de 561 hm³ que el PHN establece para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de

Cuadro 6.1. Escenarios de demanda de agua en Levante y propuesta del PHN (hm^3).

	Cuenca del Júcar	Cuenca del Segura	Cuenca Sur	Total Levante
Reducción de Demanda de Agua de Uso Agrario				
por prohibición de sobreexplotación de acuíferos	157	226	71	454
por incremento de precio en 20 pta/ m^3	192	317	40	549
por incremento de precio en 30 pta/ m^3	404	391	65	861
Dotación PHN				
total usos	300	420	100	820
uso agrario y medioambiental	141	362	58	561
uso urbano e industrial	159	58	42	259
Demanda Solvente de Agua de Uso Agrario				
a precio de trasvase (Δ 70 pta/ m^3)	539	217	140	896

riego (Cuadro 6.1). La disminución de la demanda de uso agrario cubre casi toda la dotación agraria y medioambiental del trasvase, y el excedente de agua que aparece en la cuenca del Júcar (192-141) puede transferirse hacia el Segura y el Sur. A este precio del agua, el volumen de demanda liberado en el uso agrario reduciría a 271 hm^3 la necesidad de trasvase externo a las cuencas de Levante, de los que 12 hm^3 se destinarían al uso agrario y 259 hm^3 al uso urbano e industrial.

El problema de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego se resolvería con esta medida de gestión de demanda de agua y un trasvase del Ebro de 271 hm^3 que tendría una dimensión mucho menor que la propuesta actual del PHN. Esta solución tiene un coste moderado para los agricultores de Levante, de alrededor del 5 por cien de sus ingresos y renta neta. La pérdida de 11.000 millones de renta neta anual de los agricultores mide la compensación que podría ofrecer la administración para que los agricultores acepten voluntariamente la subida de 20 pta/ m^3 en el precio del agua. Las administraciones autonómicas de la cuenca cedente deberían negociar esta alternativa con el gobierno central, que reduce la dimensión del trasvase a Levante de 820 a 271 hm^3 .

Un incremento de 30 pta/ m^3 del precio de agua de riego en las cuenca de Levante reduce en 861 hm^3 la demanda agraria de agua, un volumen superior a los 820 hm^3 de dotación de agua de trasvase que el PHN asigna a las tres cuencas para uso urbano e

industrial (259 hm³) y para cese de sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego (561 hm³). La caída de demanda de 404 hm³ en el Júcar, 391 hm³ en el Segura y 65 hm³ en el Sur cubre la totalidad de dotaciones del trasvase para uso urbano, industrial, agrícola y medioambiental de 300 hm³ en el Júcar, 420 hm³ en el Segura, y 100 hm³ en el Sur. Esta reasignación de la demanda permite cubrir internamente las necesidades de las tres cuencas equilibrando los usos y disponibilidades de agua, y solo se deberían transferir desde el Júcar 29 hm³ al Segura y 35 hm³ a la cuenca Sur. En la cuenca Sur, en lugar de la transferencia del Júcar podría realizarse una transferencia interna de recursos hídricos desde el oeste de la cuenca o recurrir a la desalación.

Esta medida de subir los precios 30 pta/m³ debería ser considerada seriamente como alternativa a las enormes inversiones del trasvase del Ebro por los responsables de las administraciones públicas, y por los grupos políticos y de presión. El coste de la medida es razonable e inferior al 10 por cien de los ingresos y renta neta de los agricultores, y la compensación necesaria para que los agricultores de Levante aceptaran voluntariamente la subida de precios es igual a los 20.000 millones de renta neta anual que pierden. Esta cantidad podría pagarla la administración u otros grupos de usuarios del agua, para que la sociedad no lleve a cabo la inversión del trasvase que es superior al billón de pesetas.

Otra crítica a la propuesta de trasvase del PHN surge como consecuencia de los resultados de este estudio, que demuestran la *inconsistencia de la asignación comarcal del agua del trasvase que propone el PHN*. Al precio elevado del agua del trasvase, los agricultores de la cuenca del Segura no pueden absorber la dotación de 362 hm³ para uso agrario y medioambiental que fija el PHN, y los agricultores tampoco pueden absorber esta dotación en varias comarcas de Alicante de la cuenca del Júcar. El problema es que la *demanda solvente* de agua a precios de trasvase es inferior a la sobreexplotación de acuíferos en esas comarcas. En consecuencia, con la propuesta del PHN no se puede eliminar la sobreexplotación de acuíferos en el Segura y en algunas comarcas de Alicante del Júcar, al no poder pagar los agricultores el elevado precio del agua de trasvase. La incoherencia de la propuesta del PHN es un argumento adicional que demuestra la superioridad de las políticas de gestión de demanda de agua sobre la política de aumento de la oferta del PHN.



Esta incoherencia del PHN se podría resolver mediante la *subvención del precio del agua del trasvase para uso agrario*, cargando precios más elevados a otros grupos de usuarios, lo que aseguraría la supervivencia de las actividades agrarias menos rentables.¹⁹ Esta opción es francamente injustificable tanto desde la perspectiva económica como desde la perspectiva del equilibrio territorial y la perspectiva medioambiental, ya que se mantendrían actividades agrarias no rentables en un marco insostenible, detrayendo recursos hídricos que comprometen las funcionalidades ecológicas de la cuenca cedente e hipotecando su futuro. Los responsables políticos y sociales de la cuenca cedente han de asegurarse de que esta opción no pueda ocurrir.

Las alternativas que se han expuesto en este trabajo son: *prohibición de la sobreexplotación de acuíferos, incremento del precio del agua en 20 pta/m³ con un trasvase del Ebro de 271 hm³, incremento del precio de 30 pta/m³ sin trasvase, y la alternativa de trasvase de 820 hm³ del PHN*. Estas alternativas se han de examinar cuidadosamente para determinar una política racional que no debe orientarse hacia la tradicional política de oferta con inversiones enormes en transferencias externas a las cuencas para aumentar la oferta de agua, sino que debe orientarse hacia medidas de gestión de la demanda de agua, con transferencias entre comarcas y precios de agua más elevados que reflejen la escasez del recurso y no supongan una carga excesiva para la actividad agraria.

La mejor opción para la sociedad sería el aumento del precio del agua que equilibre los usos y disponibilidades de agua en Levante sin recurrir al agua del Valle del Ebro, por las razones económicas, medioambientales y de equilibrio territorial que se han analizado. Pero ante la decisión firme del Gobierno central de llevar a cabo el trasvase del Ebro, una solución de compromiso entre la política de aumento de la oferta de agua y la política de gestión de la demanda de uso agrario, consiste en permitir que

¹⁹ La opción de subvencionar el agua de trasvase de uso agrario sería costosa para los usuarios no agrarios del Segura. El agua de trasvase con destino urbano e industrial en el Segura es 58 hm³, y para poder subvencionar en 50 pta/m³ los 362 hm³ de uso agrario y medioambiental (18 100 millones) sería necesario establecer un recargo de 300 pta/m³ sobre la dotación de trasvase de uso urbano e industrial, que habría que sumar al coste del agua de trasvase. Otra alternativa sería establecer el recargo sobre el actual uso urbano e industrial en la región de Murcia (74 hm³) y la dotación de trasvase de uso urbano e industrial (58 hm³). El precio del agua de uso urbano e industrial en Murcia es 165 pta/m³ (INE 2001) y el coste del agua de trasvase puede estimarse en unas 75 pta/m³, con lo que el recargo de 18 100 millones supondría un precio conjunto para los 132 hm³ de uso urbano e industrial (uso actual más dotación trasvase) de unas 265 pta/m³, un precio similar al que se paga en Canarias

los precios del agua se incrementen moderadamente en unas 20 pta/m³, lo que reduciría el uso agrario del agua con un impacto moderado sobre la ingresos y renta neta de los agricultores por abandono del regadío en las actividades de cultivo menos rentables.

Una estrategia de gestión de demanda es preferible porque garantiza la disminución de la presión de la actividad agraria sobre los acuíferos, sin necesidad de establecer controles muy estrictos sobre pozos y extracciones, dejando que los precios del agua de uso agrario incorporen información sobre la escasez del recurso y la rentabilidad del uso. La supervisión del pago del agua deberían realizarlo las comunidades de regantes, de forma que se controlara tanto la demanda de agua superficial como la extracción y el pago del agua subterránea en las explotaciones de los agricultores. Los agricultores internalizarían en sus actividades privadas de producción el coste social de la externalidad que supone la provisión del recurso hídrico y el agotamiento de los acuíferos.

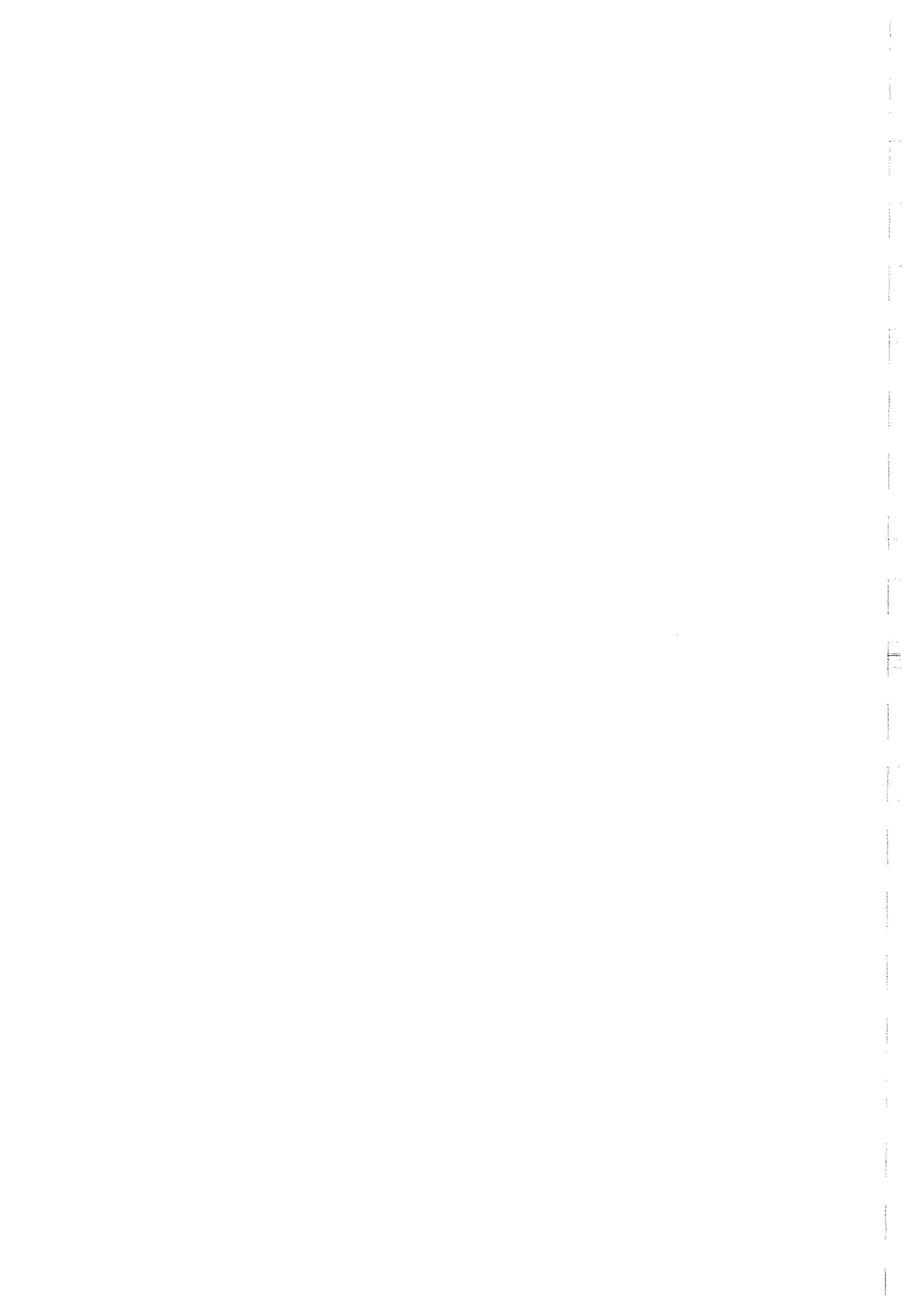
Agradecimientos

Este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo sin la ayuda de los siguientes especialistas e instituciones que facilitaron información esencial y apoyo para su realización: Eugenio Picón y José Luis de la Puente (MAPA), Juan Castel (IVIA), Luis Rincón (CIDA), M^a Isabel Sánchez (CEBAS), Joaquín Gómez (SIA), Pedro Segura y Patricio Rosas (Sicos Consultores), Roberto Sancho (MAPA), Antonio Martínez y Sergio Lecina (CSIC-Aula Dei), Fulgencio Pérez (Gobierno de Murcia), IVIE, CEDEX, Ministerio de Medio Ambiente, y Dirección General de Tecnología Agraria (DGA). También merece un agradecimiento especial el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, que financió un proyecto que ha servido para desarrollar el modelo de análisis del regadío que se ha utilizado en este trabajo.

Referencias Bibliográficas

- Albiac J, M. Mema, J. Tapia, M. Feijoo y E. Calvo. 1998. Modelización del uso de suelo en la zona de Flumen-Monegros I. Documento de Trabajo 98/10. Unidad de Economía Agraria. SIA-DGA. Zaragoza
- Allen R, L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements *Irrigation and Drainage Paper* 56. FAO Roma.
- Berbel J, J. Jiménez, A. Salas, J. Gómez-Limón y A. Rodríguez. 1999. *Impacto de la política de precios del agua en las zonas regables y su influencia en la renta y el empleo agrario*. Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España. Madrid.
- Caballero P, M. de Miguel, y J. Julia. 1992. *Costes y precios en hortofruticultura*. Mundi-Prensa Madrid.
- Calatrava J. y R. Cañero. 2000. Productivity and cultivation costs analysis in plastic greenhouses in the Níjar (Almería) area. *Acta Horticulturae*. En prensa.
- Colino J. y P. Noguera. 1998. *La Agricultura Murciana. Especialización Hortofrutícola e Intensificación*. En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (Editores) *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. MAPA-MundiPrensa Madrid.
- Common M. y C. Perrings. 1992. Towards an Ecological Economics of Sustainable Development. *Ecological Economics* 6 (1): 7-34.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. 1998. *Estudio de la Calidad Ecológica Integral del Río Ebro. Documento I. Síntesis de Resultados*. Área de Calidad de Aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro MIMAM Madrid.
- Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. 1994. *Programa Alimentario de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Cuenca R. 1989. *Irrigation system design: an engineering approach*. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Gil A. y J. García. 1998. *El Sector Agrario Valenciano*. En M. Molina, C. Muñoz y L. Ruiz (Editores) *El Sector Agrario. Análisis desde las Comunidades Autónomas*. MAPA-MundiPrensa Madrid.
- Hanley N., J. Shogren y B. White. 1997. *Environmental Economics in Theory and Practice*. Oxford University Press. Nueva York.
- Instituto Nacional de Estadística. 2001. *Estadísticas del Agua 1999*. INE. Madrid.
- Jiménez-Beltrán D. 2001. *Reflexiones sobre el proyecto de Plan Hidrológico Nacional*. Nota elaborada a petición del Ministerio de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Martínez-Cob A., J. Faci y A. Bercero. 1998. *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*. Instituto Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza. Zaragoza.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1999. Análisis de la economía de los sistemas de producción. Resultados técnico-económicos de explotaciones hortofrutícolas de la Comunidad Valenciana en 1998. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. MAPA. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente - Ministerio de Industria y Energía. 1995. *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*. DGOH-DGCA-ITGE. MOPTMA-MINER. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 1998. *Libro Blanco del Agua en España*. Edición preliminar. MIMAM Madrid.

- Ministerio de Medio Ambiente. 2000 a. *Análisis de los Sistemas Hidráulicos. Plan Hidrológico Nacional*. MIMAM. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2000 b. *Análisis Económicos. Plan Hidrológico Nacional*. MIMAM. Madrid
- Pearce D. 2000. Public Policy and Natural Resources Management. A Framework for Integrating Concepts and Methodologies for Policy Evaluation. Directorate General Environment European Commission Bruselas.
- Quintanilla A., S. Castaño, J. García, E. Navarro y J. Montesinos 1997. *Aproximación al estudio de la evolución temporal de la superficie en regadío de la cuenca del río Segura mediante técnicas de teledetección y SIG*. En J. Casanova y J. Sanz (Eds.), *Teledetección: Usos y Aplicaciones*. Secretaría de Publicaciones e Intercambio Científico Universidad de Valladolid. Valladolid
- Sumpsi J., A. Garrido, M. Blanco, C. Varela y E. Iglesias 1998. *Economía y política de gestión del agua en la agricultura*. MAPA-MundiPrensa. Madrid.
- Sumpsi J. y C. Varela. 2001. *Case study 2. Greenhouse irrigation in "Campo de Dalías"*. En J. Dwyer (Coordinador), *The Environmental Impacts of Irrigation in the European Union*. Dirección General de Medio Ambiente de la Unión Europea Bruselas.





006428

