

Documento de Trabajo 03/03

CIRCE-Unidad de Economía Agraria CITA. Julio 2003



**Alegaciones al Proyecto de Transferencias
Autorizadas
por la Ley del Plan Hidrológico Nacional
y Estudio de Impacto Ambiental**

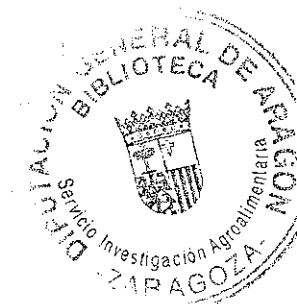
Javier Uche Marcuello
Antonio Valero Capilla

*Centro de Investigación de
Recursos y Consumos
Energéticos*



José Albiac Murillo
Javier Tapia Barcones
Anika Meyer

*Centro de Investigación y
Tecnología Agroalimentaria
de Aragón*



Direcciones de contacto:

CIRCE, Centro de Investigación de
Recursos y Consumos Energéticos
CPS. Universidad de Zaragoza
C/ María de Luna 3
50.018 Zaragoza
circe@unizar.es
<http://circe.cps.unizar.es>
Tel.: +34 976761863
Fax: +34 976732078

Unidad de Economía Agraria
CITA
Avenida de Montañana 930
50.059 Zaragoza

maella@unizar.es
Tel.: +34 976716351
Fax: +34 976716335



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Alegaciones al Proyecto de Transferencias Autorizadas por la Ley del Plan Hidrológico Nacional y Estudio de Impacto Ambiental | 1 |
| Anejo 1. Costes energéticos | 5 |
| Un coste energético muy elevado | 5 |
| El coste económico derivado de las elevaciones | 6 |
| Una potencia instalada considerable | 7 |
| La dudosa rentabilidad del bombeo en discontinuo | 7 |
| Anejo 2. Análisis de los costes del Proyecto de Transferencias y Evaluación de Impacto Ambiental (Trasagua 2003) | 9 |
| Análisis de costes medios del Trasvase del Ebro | 10 |
| Análisis de costes localizados del Trasvase del Ebro | 11 |
| Costes del agua trasvasada según la disponibilidad en el Bajo Ebro | 12 |
| Anejo 3. Análisis económico del Proyecto de Transferencias | 14 |
| Análisis del coste de la inversión del Proyecto de Transferencias | 17 |
| Prohibición de la sobreexplotación de acuíferos | 17 |
| Incremento de los precios del agua de riego | 19 |
| Desalación de agua de mar | 20 |
| Inconsistencia de las dotaciones de agua del Proyecto de Transferencias | 20 |
| Conclusiones | 21 |
| Anejo 4. Análisis de ciclo de vida (cargas ambientales asociadas) de la desalación y el Trasvase del Ebro | 23 |

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
Plaza San Juan de la Cruz s/n
28071 MADRID

D. Antonio Valero Capilla, con NIF 17.128.381-M, Director de la Fundación CIRCE (Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos), con domicilio a efectos de notificación en Zaragoza, c/María de Luna 3 (Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza), y José Albiac Murillo, con NIF 17.852.839-D, Investigador del CITA con domicilio a efectos de notificación en Zaragoza, Av/Montañana 930,

EXPONEN

Que la Fundación CIRCE y el CITA han examinado la Memoria del Proyecto de Transferencias autorizadas por el artículo 13 de la Ley 10/2001 de 5 de Julio de 2001 del Plan Hidrológico Nacional, y su Estudio de Impacto Ambiental presentado por Trasagua (Infraestructuras del Trasvase, S.A.), y formulan las siguientes alegaciones:

PRIMERA

El coste energético del Proyecto de Transferencias se convierte en insostenible y muy pronto este coste será mayor que el de las tecnologías de desalación. Tomando los datos técnicos de las instalaciones de bombeo y aprovechamiento hidroeléctrico que incorpora el Anejo 10 del Proyecto de Transferencias, el **consumo energético** neto medio del agua trasvasada es de 2,696 kWh/m³, y de 2,924 kWh/m³ si se consideran los bombeos solamente. Dichos valores se han incrementado considerablemente con respecto al Anteproyecto de Ley y la Memoria Resumen presentada en Septiembre de 2002 (Trasagua), hasta el punto de llegar a ser comparables a los consumos energéticos de plantas desaladoras. Si los consumos energéticos de bombeo se analizan localmente, a partir de la detracción propuesta de Tous los consumos superan los 3,3 kWh/m³, llegando a más de 4 kWh/m³ en Aguadulce, lo que significa que en dichos tramos la desalación supondría menor consumo energético para el mismo volumen de agua.

Por otra parte, la potencia requerida en dichas instalaciones requiere la inclusión de nuevas líneas de alta tensión y subestaciones asociadas. En toda la documentación del Proyecto de Transferencias, tan sólo aparece y sin justificación detallada alguna el coste proyectado (95.236.052,03 €, ver Documento Nº 5, Tomo XXX), pero en ningún caso se estudian y evalúan los impactos derivados de dichas actuaciones.

Finalmente, el estudio económico realizado para la justificación del régimen en discontinuo de bombeo para las impulsiones intermedias del Trazado Sur es sumamente optimista ya que considera una tasa de descuento del 1% en un período técnico de 50 años, y además toma como base de precios de la energía del mercado horario de compra en el período 2001-2002, sin tener en consideración la previsible subida futura de precios. Dichas consideraciones invalidan dicho análisis, que más bien busca justificar a toda costa la instalación de balsas de regulación intermedias.

El Anejo 1 muestra información adicional referente al consumo energético del Proyecto de Transferencias y su alternativa.

SEGUNDA

El Documento Nº 6, contenido en el Tomo XXX del Proyecto de Transferencias, **no incorpora mejoras sustantivas con respecto al deficiente Análisis Económico realizado en el Anteproyecto de Ley**. Elude en todo momento incorporar el previsible coste de las trasferencias autorizadas en el artículo 13 de la Ley 10/2001 del PHN. En su página 3 incluye como única referencia el coste medio previsto en el Anteproyecto de Ley (0,31 €/m³), un valor carente de fiabilidad ya que fue calculado a partir de un trazado inicial menos exigente, con unos costes energéticos mucho menores, sin la inclusión de los presupuestos de medidas correctoras de impacto, etc. En el mismo documento también se justifica el Proyecto de Transferencias con el beneficio sobre el abastecimiento urbano mediante desalación aplicándole un coste de 0,81 €/m³ (valor tomado del Anteproyecto), cuando en el Documento Nº 6, en su página reconoce costes medios de la desalación en planta de 0,48-0,60 €/m³. Mantiene también los valores del valor actual neto, relación coste/beneficio y tasa interna de retorno del Anteproyecto de Ley. Todo ello hace vislumbrar un **interesado ocultamiento de los costes reales del Proyecto de Transferencias, en grave incumplimiento del anexo III de la Directiva 2000/60/CE, que requiere la información suficiente para conocer todos los costes de los servicios relacionados con el agua**, y de esta forma se pueda aplicar correctamente el Principio de Recuperación de Costes que promulga el artículo 9 de la Directiva.

Además, el **principio de racionalidad económica** asociada a los usos del agua que promueve la Directiva Marco del Agua implica:

- analizar el efecto económico sobre dichos usos con agua trasvasada en situaciones climatológicas desfavorables (el Documento Nº 1 no presupone una garantía volumétrica del 100% para 1.000 hm³ de regulación en origen).
- realizar un análisis de los costes del agua trasvasada en función del punto de destino, de cara a plantear en algunos de ellos alternativas económicamente más baratas, tal y como sucede con el Proyecto de Transferencias en su Trazado Sur a partir de la detracción de Tous con la desalación de aguas marinas para abastecimiento.
- considerar los costes tomando los volúmenes servidos (en definitiva tarifables) y no los detraídos del Bajo Ebro, para incluir así las pérdidas por evaporación y fugas.

Nada de esto se incluye en dicho Documento, cuestiones ya requeridas repetidamente por la Unión Europea en diversas comunicaciones con el Ministerio de Medio Ambiente, con lo que **el Análisis Económico del Proyecto de Transferencias está desvirtuado y carente de veracidad, por lo que debería ser revisado totalmente**.

El Anejo 2 incluye documentación referente al cálculo realista de los previsible costes del agua del Trasvase del Ebro del Proyecto de Transferencias.

TERCERA

En el Proyecto de Transferencias **se siguen sin aclarar los usos futuros de las aguas trasvasadas**. Tan sólo en el apartado 2.1 del Anejo 15 del Doumneto Nº 1 aparece una identificación de zonas de demanda para la Cuenca del Júcar, Segura y Sur y sus volúmenes a repartir, pero en ningún caso hay una localización más detallada de los volúmenes asignados. Dicha indefinición inicial puede provocar la insostenibilidad económica del proyecto, ya que **en la gran mayoría de las comarcas de las cuencas**

receptoras el valor del agua de uso agrario (o precio sombra del agua) es inferior al coste del agua del trasvase, y además en la cuenca del Segura la demanda efectiva de agua a precios iguales al coste de trasvase no cubre el volumen asignado de transferencia para usos agrarios. En consecuencia los usos agrarios no pueden soportar los previsibles precios futuros del agua trasvasada. La inclusión de medidas que reduzcan el precio final a pagar por los usos agrarios (subvenciones públicas nacionales y europeas a la inversión, y subvenciones cruzadas de los usuarios urbanos e industriales) no es justificable desde ningún punto de vista, ya que contradice el espíritu y la letra de la Directiva Marco del Agua al enmascarar los verdaderos costes del agua trasvasada, y agrava la actual política errónea de subvención pública de los recursos hídricos. Además, la política de subvencionar los precios del agua de trasvase podría aplicarse también a las fuentes alternativas de suministro de agua, con lo que no supondría una ventaja competitiva del Proyecto de Transferencias frente a estas fuentes alternativas.

El anejo 3 incluye información detallada sobre la respuesta de la demanda de agua de la agricultura de Levante y Sureste ante los previsibles costes del agua trasvasada según el Proyecto de Transferencias, y demuestra la falta de sostenibilidad económica de las transferencias del ramal sur del Proyecto de 560 hm³ anuales para uso agrario y medioambiental.

CUARTA

No se plantea en ningún momento el estudio de otras alternativas (que podrían ser naturalmente mixtas), y en concreto la “alternativa 0” de la inexistencia de trasvase y medidas suplementarias (desalación, reutilización, etc). La única referencia a dicho estudio aparece en la Evaluación Ambiental Estratégica (Ministerio de Medio Ambiente, 2002), en donde rechaza taxativamente la desalación como opción alternativa (tanto parcial como total) por su impacto ambiental desmesurado con respecto al trasvase.

Para la evaluación global de ambas alternativas, la metodología más ampliamente utilizada en la actualidad es la del Análisis del Ciclo de Vida, en la cual se tiene en cuenta, además de la operación del trasvase ó planta desaladora durante su vida útil, los impactos generados en la producción de materiales, construcción, e incluso desmantelamiento de las instalaciones. Teniendo en cuenta todos factores y no solo la operación diaria, en la que recordamos que el consumo energético de ambas soluciones es ahora ya similar, y considerando que los impactos ambientales de la obra civil permanente del trasvase son mucho mayores que la instalación de plantas desaladoras, (ver informe propuesto en Anexo 4), **la desalación no supone más cargas ambientales que el trasvase propuesto en el Proyecto de Transferencias**. Por lo tanto, **la Evaluación Ambiental Estratégica del Traspase no puede considerarse como herramienta para desechar a priori otras alternativas al Traspase, y debería realizarse de nuevo incorporando seriamente la alternativa de una aportación parcial de desalación y medidas de ahorro en sistemas de regadío y abastecimiento urbano.**

Una prueba de dicha aseveración final puede verse en el Anejo 4.

Por todo lo expuesto la Fundación CIRCE y el CITA **SOLICITAN:**

Primero: Que sea desestimado y se retire el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Transferencias del Plan Hidrológico Nacional, autorizadas por el artículo 13 de la Ley 10/2001 de 5 de julio.

Segundo: Que, en cualquier caso, se dé a estas alegaciones una respuesta razonada, de acuerdo con el artículo 86.3 de la Ley 30/1992.

Antonio Valero Capilla

José Albiac Murillo

Zaragoza, a 28 de julio de 2003

Anejo 1. Costes energéticos

UN COSTE ENERGÉTICO MUY ELEVADO

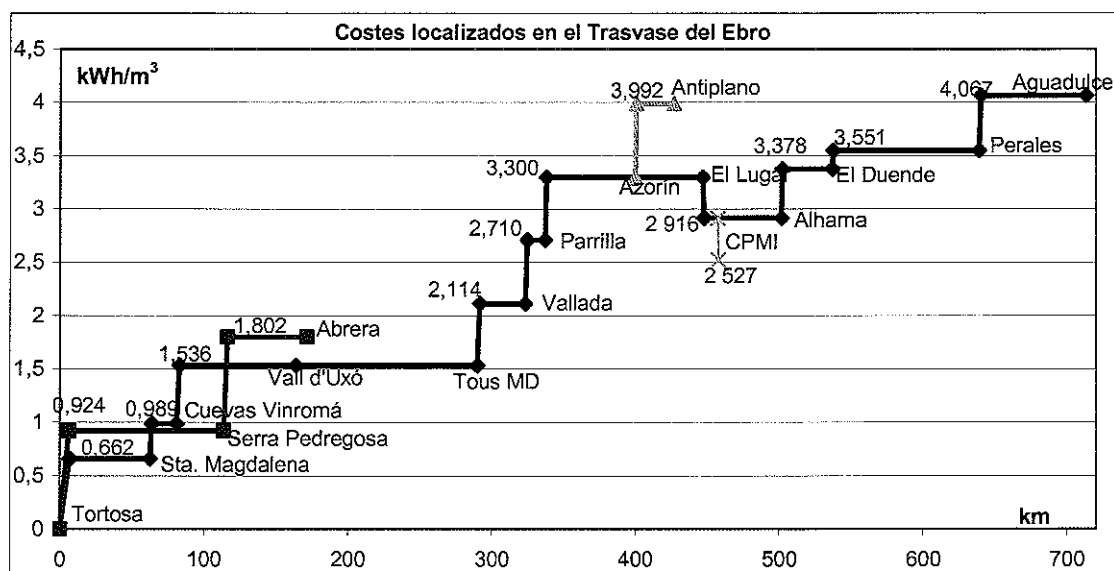
Los consumos energéticos necesarios para los bombeos de los volúmenes transferibles aprobados en la Ley 10/2001 de 5 de Julio del Plan Hidrológico Nacional, han ido incrementándose conforme a la mayor concreción del proyecto de transferencias del Trasvase del Ebro. Así, el consumo energético neto medio de los 1.050 hm³ anuales autorizados por la Ley 10/2001 era de 1,625 kWh/m³ tomando como referencia el Anteproyecto de Ley (septiembre de 2.000, volumen de Análisis Económico). Si se toma como referencia la Memoria Resumen de la Evaluación del Impacto Ambiental presentada en septiembre de 2.002 (Trasagua), dicho consumo energético se eleva a 1,781 kWh/m³. Sin embargo, en el Proyecto de Transferencias presentado en Junio de 2.003 con motivo de la Evaluación Ambiental del mismo, el **consumo energético neto medio** necesario para la circulación de los caudales trasvasables desde el Bajo Ebro se ha elevado considerablemente respecto de los anteriores (hasta los **2,696 kWh/m³**), en consecuencia a diversos hechos:

- ✓ La cota manométrica a salvar en la mayoría de los tramos asciende con la concreción del trazado en el Proyecto de Transferencias. La inclusión de balsas de regulación tanto aguas abajo como aguas arriba de las impulsiones ha contribuido significativamente a dicha ascensión.
- ✓ Se incluye un rendimiento para los equipos de bombeo más realista que en los anteriores análisis: 82% para bombas y 95% para el motor de las mismas, valores incluso optimistas en el caso de bombas de las dimensiones propuestas.
- ✓ El aumento de potencia de las instalaciones de un 10% en previsión del deterioro de las instalaciones de impulsión y conducciones.
- ✓ El caudal de diseño del sifón de Ojós de 32 m³/s y del aprovechamiento hidráulico hacia el Canal Principal de la Margen Izquierda del Trasvase Tajo-Segura (11,4 m³/s), previstos así dada la inconcreción de las demandas a servir en el Sureste Español, no permite un aprovechamiento hidráulico idéntico al de los trazados anteriormente propuestos. Ello supone que el **consumo energético del bombeo** sea sólo ligeramente superior al consumo neto anteriormente mencionado: **2,924 kWh/m³**.

Este valor medio, de por sí es suficiente para poner en tela de juicio la conveniencia de realizar una transferencia intercuenca, ya que existen alternativas como la **desalación por ósmosis inversa (OI)** cuya tecnología en desarrollo **permite unos costes energéticos similares** a los del Trasvase: por ejemplo, los nuevos sistemas de recuperación de energía que aprovechan la presión residual de la salmuera de rechazo en el proceso, dan valores de consumo energético total (es decir, incluye las bombas de impulsión del mar, alta presión, refuerzo -booster- y la de impulsión final al sistema de distribución en alta) del orden de 3 kWh/m³ o incluso por debajo (2,7 kWh/m³) en plantas de tamaño medio-pequeño¹. La aplicación de dichas técnicas para plantas de gran tamaño es inminente, en sustitución de las actuales turbinas Pelton, cuyo origen es el aprovechamiento hidráulico.

¹ Véase Sánchez (2002): "Sistemas de ahorro energético: comparativa de implantación de dos sistemas de ahorro energético en unidades de desalinización de agua de mar destinadas a uso agrícola", Congreso AEDyR 2002, Málaga, o también Dablos y Gómez (2001): "Experiencia de planta desaladora con recuperación de energía por intercambio de presiones en Gran Canaria", Congreso AEDyR 2001, Alicante

Si el análisis de consumos energéticos en el Proyecto de Transferencias se detalla localmente, es decir, siguiendo las impulsiones necesarias para salvar las dificultades orográficas del trazado propuesto, se confirma que hay zonas de demanda del trasvase (todo el Trazado Sur a partir de la elevación de La Parrilla) con un consumo mayor que las tecnologías actuales de desalación.



Grafica 1.1. Costes localizados del Traslase propuesto en el Proyecto de Transferencias (Trasagua, 2003)

Por lo tanto el alto consumo energético, una de las razones esgrimidas constantemente en contra de la desalación como una alternativa al Traslase del Ebro se demuestra que es totalmente incierta. Según datos del Ministerio de Economía, el consumo energético anual para el sector residencial español del año 2000 fue de unas 9,98 Mtep², que se corresponden con 116.000 GWh/año. El consumo eléctrico del trasvase son más de 2.800 GWh/año (ver tabla siguiente), que equivalen a aproximadamente el 2,41% del consumo energético anual residencial, mientras que para la desalación por ósmosis inversa³ su consumo energético sería de 4.000 GWh/año (aplicando un valor sumamente conservador de 4 kWh/m³ desalado) que equivale al 3,45% del consumo anual residencial.

EL COSTE ECONÓMICO DERIVADO EN LAS ELEVACIONES

La consecuencia más significativa del elevado consumo energético es el correspondiente incremento (hasta más del doble) en la tarifa energética (tae) prevista en el Anteproyecto de Ley del PHN (volumen de análisis económicos). La siguiente tabla muestra los valores más significativos de consumo específico, energía consumida, coste energético de cada elevación y el coste final⁴ para los trazados Norte y Sur, así como la media de ambos trazados.

² Boletín IDAE (2002) *Eficiencia Energética y Energías Renovables*. N° 4. Ministerio de Economía y Ministerio de Ciencia y Tecnología.

³ Aunque en el análisis se considera la desalación hasta un total de 1.000 hm³, sólo se realiza para comparar idénticos volúmenes de agua. La desalación sólo debe contemplarse como medida final tras aplicar al máximo todos los mecanismos de contención de la demanda (urbana, industrial y agrícola)

⁴ En el precio de la energía se incluye el IVA a partir de los precios del pull del mercado horario de compra de energía.

| | Consumo energético (kWh/m ³) | Coste energético (€/m ³) | Coste anual elevaciones (Mill. €/año) | Consumo energético anual (GWh/año) |
|----------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Trazado Sur | 2,893 | 0,1844 | 158,6 | 2488,14 |
| (sólo bombeo) | 3,172 | 0,2031 | 174,6 | 2727,63 |
| Trazado Norte | 1,802 | 0,1205 | 22,8 | 342,32 |
| Total Trazado | 2,696 | 0,1729 | 181,5 | 2830,46 |
| (sólo bombeo) | 2,924 | 0,1881 | 197,5 | 3069,95 |

Tabla 1.1. Resumen de datos energéticos del trazado propuesto en el Proyecto de Transferencias de Trasagua (2003).

Este incremento del coste energético conforme la obra civil de la infraestructura del trasvase va tomando cuerpo, es significativo con respecto al resto de incrementos en las partidas que conformarán la tarifa repercutible al usuario final, que como puede verse en el Documento siguiente de Análisis de Costes, es mayor del valor inicial propuesto en el Análisis Económico del Anteproyecto del PHN (54,2 c€/m³ en vez de 31 c€/m³).

UNA POTENCIA INSTALADA CONSIDERABLE

El Anejo 10 del Documento N° 1 del Proyecto de Transferencias (Tomo VII) describe con detalle las estaciones de bombeo y aprovechamiento hidráulico necesarias para el trazado óptimo propuesto. En todas ellas, se toma un 10% de potencia de reserva en previsión del deterioro de las instalaciones de impulsión y conducciones (ver Apartado 18.1 de la Memoria del Proyecto), con lo que unido al incremento del consumo energético necesario para la transferencia eleva considerablemente la **potencia de servicio** necesaria: 880 MW.

Pero además, la conveniencia de instalar grupos de bombeo de reserva en todas instalaciones de bombeo en continuo (las 24 horas del día) en previsión de avería en dichos grupos, incrementa hasta más de 982 MW la **potencia instalada** necesaria para el Trasvase del Ebro (ver Anejo 12.8 del Documento N° 1, Tomo VII). Dicha potencia instalada consumiría prácticamente la producción de los posibles centros generadores que cubran la demanda de los bombeos necesarios: un grupo de las Centrales Nucleares de Ascó, Vandellós (II) o Cofrentes, o prácticamente los tres grupos de la C. Térmica Teruel.

Ante la magnitud de la potencia a instalar es evidente la obligatoriedad de conexión de las instalaciones de bombeo a los centros productores, con nuevas líneas de alta tensión y sus correspondientes subestaciones eléctricas, máxime cuando el trazado discurre por amplias zonas cuya **capacidad de transporte ya está de por sí sobrecargada**.

La **valoración económica de las líneas y subestaciones** necesarias para las instalaciones de bombeo han sido incluidas en los presupuestos del Proyecto de Transferencias: 95.236.052,03 € (ver Documento N° 5, Tomo XXX). Sin embargo, no existe justificación alguna de dicho valor en base a presupuestos parciales o unitarios (por ejemplo km de líneas, tensión de dichas líneas, etc), con lo que se antoja realmente insuficiente en previsión a las instalaciones propuestas.

LA DUDOSA RENTABILIDAD DEL BOMBEO EN DISCONTINUO

El Proyecto de Transferencias, en su Anejo 10 del Documento N° 1 (Tomo VII), analiza económicamente a 50 años la posibilidad de incluir bombeo discontinuo a lo largo del día en función del precio medio horario en el pull del mercado de compra de la energía en el

período desde Octubre de 2001 a Mayo de 2002. A consecuencia de ello, se propone el diseño de las estaciones de bombeo y las inversiones adicionales necesarias de Cuevas de Vinromá y de Vallada-Parrilla⁵ con una capacidad de bombeo diario tal que permita en tan sólo 14 horas del mismo el bombeo del volumen diario a trasvasar. Ello supone la construcción de balsas de regulación tanto aguas abajo como aguas arriba de la instalación de bombeo, que lógicamente también es necesario sobredimensionar para el bombeo discontinuo del volumen diario a trasvasar. Sin embargo, dicho análisis adolece de rigurosidad técnica por los siguientes motivos:

- ✓ Se utilizan los precios medios horarios de un solo año en la temporada de detracciones (de Octubre de 2001 a Mayo de 2002). **De ninguna forma este período debe tomarse como referencia para un análisis temporal de 50 años**, con el previsible incremento de los costes energéticos y la susceptibilidad de los costes del mercado de compra energética a las condiciones climáticas y la situación política internacional.
- ✓ Se toma como **tasa de descuento el 1%**, valor demasiado bajo incluso en la actualidad y no representativo en un análisis de inversiones de 50 años.

En consecuencia, la conveniencia de 3 instalaciones de bombeo en discontinuo más parece una **justificación para la instalación de las balsas de regulación intermedias**, que de esta forma contribuyan junto con el Embalse de Azorín (102 hm³) hasta los 120 hm³ estimados como necesidades de regulación para la satisfacción de las demandas estacionales en las Cuencas del Segura y del Sur (Almería) (ver Anejo 8, Tomo IV del Documento 1) del Proyecto de Transferencias, teniendo en cuenta la prohibición de detracción del Ebro en los meses de mayor demanda (de Mayo a Septiembre).

⁵ En otras estaciones de bombeo la imposibilidad de colocación de las balsas de regulación hace imposible el régimen de bombeo en discontinuo

Anejo 2. Análisis de costes del Proyecto de Transferencias y Evaluación de Impacto Ambiental (Trasagua, 2003)

El Documento Nº 6 del Proyecto de Transferencias (Tomo XXX), es sin duda y de nuevo el más flojo técnicamente de los presentados. Este documento mantiene en esencia el deficiente análisis económico presentado en el Anteproyecto de Ley (Volumen de Análisis Económicos). Se resumen a continuación algunos de los datos que toma del mencionado Análisis, a nuestro modo de ver claramente erróneos:

- ✓ Menciona nuevamente el análisis de beneficios del Anteproyecto, un beneficio medio de $0,81 \text{ €/m}^3$ para los volúmenes trasvasables destinados al abastecimiento urbano, valor medio del **coste de la desalación** (pag. 4 del Documento 6). Sin embargo, en la página siguiente del Documento le asigna a la desalación un coste a pie de planta de $0,48-0,60 \text{ €/m}^3$, valor incluso muy conservador en la actualidad⁶. Teniendo en cuenta que dichos costes incluyen la impulsión al sistema de distribución en alta para poblaciones, dicha **diferencia de $0,33-0,21 \text{ €/m}^3$ restante es injustificable**
- ✓ Persiste en la relación coste/beneficio presentada en el Anteproyecto de valor 1,67, de valor actual neto 4 336 963 446 € y una tasa interna de retorno del 10%, cuando la **cuantía⁷ de la inversión inicial difiere del valor** de la inversión necesaria presentada en el Proyecto de Transferencias.
- ✓ En cuanto a la demanda solvente de los regadíos levantinos, la estima en un valor de $0,12-0,24 \text{ €/m}^3$, y posteriormente **justifica la racionalidad económica** de un coste medio de $0,30 \text{ €/m}^3$, **basado en subvenciones europeas y subvenciones cruzadas entre usuarios** urbanos y agrarios para cubrir los costes de las transferencias.

De nuevo se enmascara una de las claves para conocer la racionalidad económica del Trasvase del Ebro presentado en el Proyecto de Transferencias, que contraviene expresamente los requisitos del Anexo III de la Directiva Marco del Agua, en relación al Análisis Económico necesario para el cumplimiento del principio de recuperación de costes (artículo 9 de la DMA): **qué costes reales tendrán las Transferencias a efectuar en el Trasvase del Ebro** (u otras alternativas). Además de ello, surgen otras incertidumbres:

- ✓ Es necesario **conocer el coste del agua a trasvasar en cada detracción propuesta**, para estudiar el principio de racionalidad económica de una obra de tamaño longitud.
- ✓ Ante la incertidumbre de garantías de suministro de los 1.050 hm³ anuales previstos en la Ley 10/2001, es necesario saber también **el coste del agua trasvasada en épocas de sequía**.

En definitiva, se presenta en este Documento un análisis de costes económicos del Trasvase del Ebro propuesto en el Proyecto de Transferencias (Trasagua, 2003) que debería incluirse en el Documento 6. Dicho análisis ha sido requerido en numerosas ocasiones por la Unión Europea⁸.

⁶ Véase el libro Uche, J. Valero, A. y Serra, L. "La desalación y reutilización como recursos alternativos", documentación administrativa del Gobierno de Aragón.

⁷ En el Anteproyecto la cuantía inicial total es 629 958 Millones de pta (3 768 Mill. de Euros) (ver p. 107 correspondiente a la Tabla 21 del volumen de Análisis Económicos), y en el Proyecto de Transferencias el valor total de las inversiones presupuestadas es de 4.207,08 Millones de Euros.

⁸ Véase como ejemplo algunas de las preguntas formuladas por la UE con respecto a la Evaluación Ambiental Estratégica (MIMAM, 2002) del Plan Hidrológico Nacional

ANÁLISIS DE COSTES MEDIOS DEL TRASVASE DEL EBRO

Para llevar a cabo el cálculo de los costes económicos del agua del Trasvase del Ebro, se ha tomado literalmente el coste de las inversiones propuesto en el Proyecto de Transferencias para los diferentes tramos del mismo (ver Tomo XXX), que incluye entre otros las medidas ambientales correctoras en cada tramo, las líneas eléctricas y subestaciones necesarias y los embalses y balsas de regulación propuestos⁹.

Sin embargo, para el cálculo de dichos costes se han considerado los siguientes supuestos:

- ✓ En el cálculo de los costes de amortización correspondientes, este análisis difiere del análisis económico-financiero que realiza el Documento 6 (que incluye entre otros un 30% de subvención europea y la utilización de fondos propios de la sociedad Trasagua para la financiación de las obras, ver página 14 del mismo) y se ha optado por una **anualidad constante del total de la inversión** siguiendo el criterio adoptado en el RDPH¹⁰.
- ✓ Además, se ha estimado la **compensación necesaria**¹¹ por la regulación propuesta de 1.000 hm³ anuales en el Embalse de Mequenza para el Trasvase del Ebro, tomando para ello las diferencias horarias de precios de la energía en el período Octubre-Mayo.
- ✓ Finalmente, la amortización a 50 años del **coste mínimo aprobado en la Ley 10/2001 del PHN del Plan Integral del Delta del Ebro (PIDE)** se introduce en el análisis de los autores, ya que no se incluye como tal en el presupuesto de medidas correctoras del Trasvase propuesto en el Proyecto de Transferencias.

La tabla siguiente muestra los valores medios del Trasvase del Ebro propuesto en el Proyecto de Transferencias, además comparándose con el único análisis realizable de la Documentación referente al Trasvase del Ebro: en el Documento de Análisis Económicos del Anteproyecto de Ley del PHN.

| Costes (céntimos €/m ³) | MIMAM (Anteproyecto de Ley del PHN, 2000) | Estimación autores según el Proyecto de Transferencias |
|--|--|--|
| Amortización | 16.7 | 24.2 |
| Energía | 6.3 | 17.3 |
| Mantenimiento | 3.6 | 4.0 |
| Administración | 0.7 | 0.8 |
| Afecciones | 0.4 | 1.2 |
| Ambiental | 3.6 | 3.6 |
| PIDE | 0 | 2.0 |
| TOTAL | 31.3 | 54.2 |

Tabla 2.1. Costes medios del Trasvase del Ebro según diversas fuentes.

⁹ Aunque el Proyecto de Transferencias sufrirá desviaciones importantes no se consideran aquí para mantener el rigor económico de los cálculos.

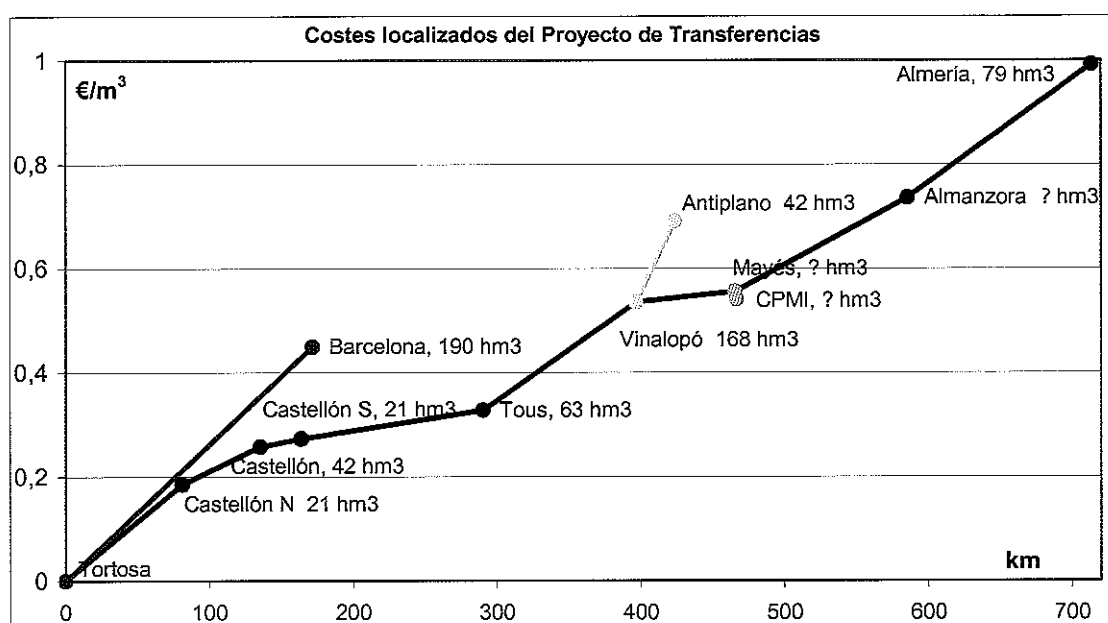
¹⁰ Véase el art 300 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1986 de 11 de Abril) que establece un período de amortización de 50 años para el apartado del canon de regulación (obras hidráulicas de regulación), y el art 307 que cifra en 25 anualidades para la tarifa de utilización del agua (obras hidráulicas del sistema de suministro de agua a los usuarios) En ambos casos, el porcentaje de amortización técnica se fija en un 4%.

¹¹ A pesar de mentarla en el Anteproyecto de Ley, finalmente no le incluía coste alguno por afecciones hidroeléctricas.

A la vista del alto valor obtenido, la racionalidad económica del Trasvase del Ebro es bastante objetable, teniendo en cuenta el valor proporcionado por el MIMAM en este Proyecto de Transferencias para la desalación de agua de mar (0,48-0,60 €/m³ en planta), una alternativa más modulable, menos conflictiva socialmente, y con más desarrollo tecnológico futurible que las infraestructuras hidráulicas.

ANÁLISIS DE COSTES LOCALIZADOS DEL TRASVASE DEL EBRO

Si el análisis de costes medios ya detecta una dudosa capacidad de pago para los usos agrarios, el conocimiento del coste localizado del agua trasvasada en cada una de las detracciones propuestas por el Trasvase del Ebro¹² muestra todavía más claramente la irracionalidad económica en las zonas con mas detracción propuesta en el PHN: la Cuenca del Segura principalmente. La siguiente gráfica muestra dichos costes localizados, en función de la inversión necesaria para trasvasar un m³ de agua hasta dicho punto.



Gráfica 2.1. Costes localizados según el Proyecto de Transferencias de Trasvase (2003) sin tener en cuenta ni evaporación ni pérdidas en las conducciones.

Como puede comprobarse en dicha gráfica, el límite de la racionalidad económica del Trasvase del Ebro está en Tous para el Trazado Sur. Sin embargo, para el Trazado Norte la viabilidad económica parece asegurada teniendo en cuenta los futuros usos urbanos de dichas aguas, siempre que haya caudales trasvasables en cuantía suficiente

La tipología de la conducción en la mayoría del trazado es de canal abierto, con lo que las previsible pérdidas por evaporación (máxime teniendo en cuenta la localización geográfica del nuevo embalse de Azorín para la regulación de las transferencias) no han sido contempladas hasta ahora en el análisis de costes de la conducción. Considerando un volumen total transferido de 820 hm³ anuales en destino de los 860 hm³ inicialmente detraídos en Tortosa para el trazado Sur, tal y como aparece en el Anteproyecto (en el trazado Norte no se consideran pérdidas por evaporación o por fugas en la conducción), el coste final repercutible a los usuarios será el mostrado en la siguiente tabla.

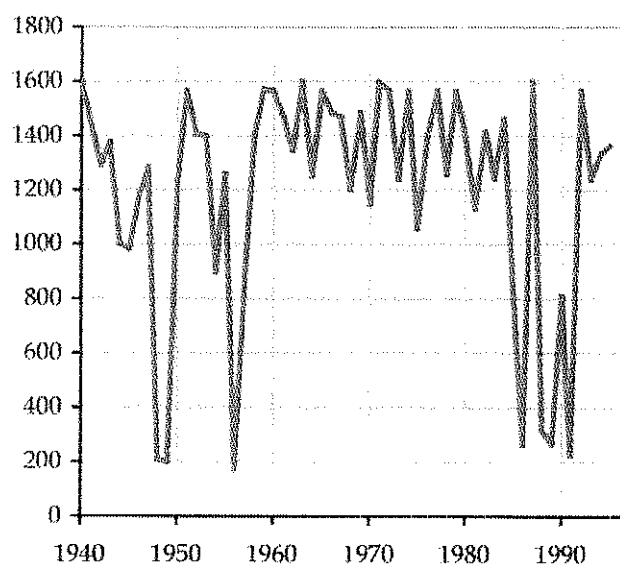
¹² De nuevo en el Proyecto de Transferencias no quedan definidas claramente las demandas a servir en el Levante, incluso el diseño de las conducciones queda condicionado por tal indefinición

| TRAMO | ORIGEN | DESTINO | Caudal diseño (m ³ /s) | Coste sin evap. (€/m ³) | Coste con evap. (€/m ³) |
|----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Bajo Ebro (Tortosa) | Ceniá-Maestrazgo | 50,0 | 0,1855 | 0,1868 |
| 2 | Ceniá-Maestrazgo | Mijares/Plana de Castellón | 50,0 | 0,2580 | 0,2620 |
| 3 | Mijares/Plana de Castellón | Vall d'Uxó | 50,0 | 0,2733 | 0,2782 |
| 4 | Vall d'Uxó | Tous/Río Júcar | 48,0 | 0,3274 | 0,3371 |
| 5 | Tous | Embalse de Azorín | 45,0 | 0,5347 | 0,5605 |
| 5 ^a | Azorín | Antiplano | 3,0 | 0,6904 | 0,7237 |
| 6 | Azorín | Emb. Mayés | 32,0 | 0,5550 | 0,5840 |
| 6 ^a | Emb. Mayés | Canal PMI | 11,4 | 0,5406 | 0,5780 |
| 7 | Emb. Mayés | Túnel El Saltador | 10,0 | 0,7356 | 0,7917 |
| 8 | Túnel El Saltador | Aguadulce | 4,5 | 0,9914 | 1,0670 |
| TOTAL | BAJO EBRO | ALMERÍA | | 0,5621 | 0,5895 |
| 9 | Bajo Ebro (Tortosa) | Potabilizadora Abrera | 11,0 | 0,4493 | 0,4493 |
| TOTAL | BAJO EBRO | BARCELONA | | 0,4493 | 0,4493 |
| TOTAL | BAJO EBRO | LEVANTE | | 0,5417 | 0,5631 |

Tabla 2.2. Costes localizados del Trasvase propuesto en el Proyecto de Transferencias considerando el efecto de la evaporación en canales abiertos y embalse y balsas.

COSTES DEL AGUA TRASVASADA SEGÚN LA DISPONIBILIDAD EN EL BAJO EBRO.

El Anteproyecto del PHN realiza el análisis económico del Trasvase considerando una detracción anual fija de 1.050 hm³ anuales. Sin embargo, en el documento de Análisis Hidráulicos de dicho Anteproyecto, en su figura 93 reconoce que a pesar de una regulación en el Bajo Ebro no va a ser posible detraer todos años dicha cantidad máxima prevista en la Ley 10/2001. Entonces el caudal ecológico mínimo para el Bajo Ebro era de 100 m³/s.

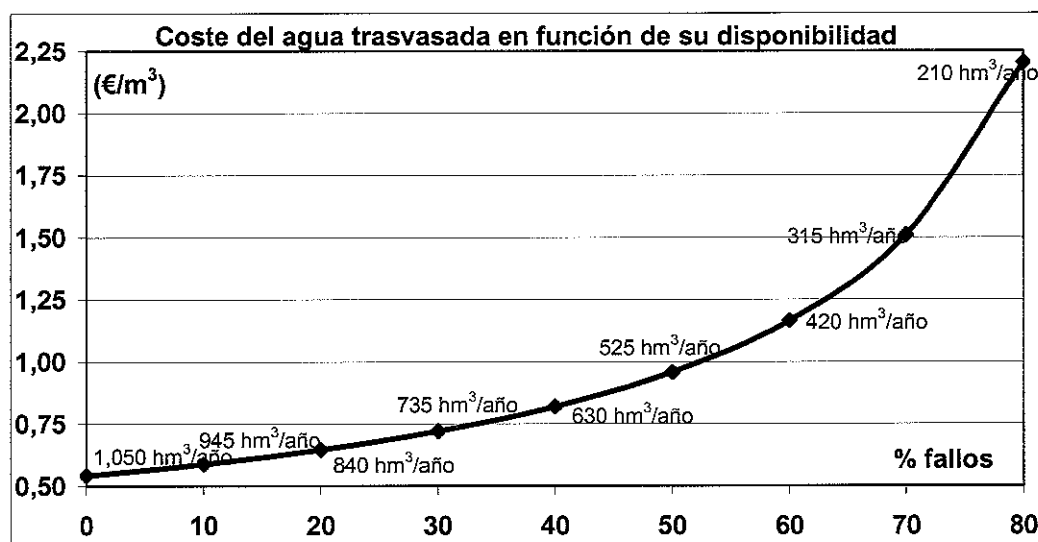


Gráfica 2.2. Caudales derivables del río Ebro con una regulación en cabecera de 500-1000 hm³ y una toma de 1.600 hm³ anuales. Fuente: Análisis hidráulicos del PHN¹³

¹³ Ministerio de Medio Ambiente (2000) Análisis de los Sistemas Hidráulicos Plan Hidrológico Nacional. MIMAM Madrid.

En el Proyecto de Transferencias (Trasagua, 2003), con una capacidad de regulación de 1.000 hm³ anuales, se argumenta que es posible detraer de media 1 000 hm³ anuales con una garantía del 95% (ver pagina 99 de la Memoria del Proyecto de Transferencias, Documento 1, tomo I). Sin embargo, si se adopta finalmente como caudal ecológico en el Bajo Ebro el valor de 135 m³/s, en vez de los actuales 100 m³/s, dicho valor se rebaja hasta una media de 900 hm³ anuales¹⁴.

Sin duda el modelo hidrológico de la Cuenca del Ebro aplicado ha tenido en cuenta la serie hidrológica de al menos 50 años, pero si se aplicara a la última década, dichos caudales disponibles serían mucho menores¹⁵. En todo caso, en este epígrafe se presenta el coste medio del agua trasvasada en función del volumen finalmente disponible en las tomas del sur de Tortosa, tal y como plantea el Proyecto de Transferencias analizado. Para ello se contabiliza el peso en el trazado del coste fijo de la instalación (es decir la infraestructura y mantenimiento) y del coste variable de la misma (es decir, las tarifas de energía, ambiental y de afecciones hidroeléctricas), y sólo se tiene en cuenta para la valoración del coste medio del agua cada año seco dicho coste fijo.



Gráfica 2.3. Coste medio del agua trasvasada en función del volumen transferible en el Trasvase del Ebro propuesto en el Proyecto de Transferencias (Trasagua, 2003)

Con esta gráfica final, se argumenta de por sí la irracionalidad del proyecto del Trasvase del Ebro, teniendo en cuenta los previsibles efectos del Cambio Climático que disminuirán paulatinamente las aportaciones en las regiones mediterráneas¹⁶, y la posibilidad de otras alternativas competitivas no dependientes de la climatología como la desalación.

¹⁴ Sin embargo, existe un informe realizado por BS Ingeniería (2003) que reduce considerablemente los caudales detraibles del Bajo Ebro supuestas las demandas contenidas en el 2º horizonte de planificación propuesto en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro

¹⁵ Según un informe de Estevan (2003), el año hidrológico 2000-2001 habría podido trasvasar el 87% del total, el año 2001-2002 tan sólo el 12% y en el actual ya no se podría superar el 78% debido a los meses de Octubre y Noviembre tan secos.

¹⁶ Véase el informe: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Página web → <http://www.ipcc.ch/>

Anejo 3. Análisis económico del Proyecto de Transferencias

Esta sección analiza los aspectos económicos del trasvase del Ebro, que no se examinan adecuadamente en el Proyecto de Transferencias Autorizadas por la Ley del PHN y Estudio de Impacto Ambiental (Trasagua 2003). El análisis se centra en las alternativas de oferta y demanda a la escasez de agua en Levante y Sureste, y entre estas alternativas la transferencia de 1.050 hm³ desde el Ebro es solo una opción. En el análisis se pone un énfasis especial en los costes del agua transferida y en la demanda de agua del regadío de Levante y Sureste, que es el destino principal del agua del trasvase. El principal problema del trasvase en el Proyecto de Trasagua, es su falta de viabilidad económica que lo hace insostenible, ya que el coste del agua transferida es mucho mayor que el valor marginal del agua de uso agrario, y además la rentabilidad de los cultivos es insuficiente para pagar todo el caudal de agua transferido para uso agrario. Una solución de compromiso entre el aumento de la oferta de agua y la gestión de la demanda, consistiría en combinar un aumento razonable del precio del agua con la desalación de agua en las comarcas costeras del sureste. Esta solución reduciría la demanda de agua y tendría un efecto moderado sobre los ingresos y la renta neta de los agricultores. La administración española puede encontrar proyectos de inversión alternativos al trasvase del Ebro, que solucionen la escasez hídrica en el arco mediterráneo, y que sean capaces de mejorar el bienestar social.

Las recomendaciones de los expertos internacionales comisionados por el Gobierno de Aragón y por la Universidad de Cartagena, y las recomendaciones de la Unidad de Fondos Estructurales y PAC del Directorado General de Economía de la Comisión Europea, señalan los siguientes aspectos en relación al análisis económico del trasvase del Ebro: el equipo de expertos del Gobierno de Aragón indica la conveniencia de un enfoque de oferta-demanda en la evaluación de las alternativas de planificación de proyectos de suministro de recursos hídricos, lo que significa que la cantidad de agua a suministrar por un proyecto no es fija, sino que depende del coste del agua y de la disponibilidad al pago de los consumidores de agua. Como ejemplo del tradicional enfoque de oferta con una demanda rígida a los precios y que no cambia en el tiempo, se presenta el caso del Proyecto Arizona Central que es similar al trasvase del Ebro en caudal, distancia y presupuesto. Este proyecto ha sido un fracaso porque los agricultores no compran un agua que sea más cara que el coste de bombeo, y se recomienda la utilización de mercados del agua para equilibrar la oferta y demanda de recursos hídricos. También se señala que el estudio de demanda de agua en Levante y Sureste del Gobierno de Aragón examina dos cuestiones clave: los precios del agua que equilibran la oferta y demanda de las cuencas de Levante y Sureste, y si los precios elevados del trasvase pueden conseguir un uso sostenible de los acuíferos.¹⁷

El equipo de expertos de la Universidad de Cartagena señala que en el proyecto de trasvase del Ebro se deben considerar diferentes alternativas de suministro de agua en lugar de considerar únicamente las dos alternativas de transferir o no transferir los 1.050 hm³. También se señala que los costes reales suelen ser mucho mayores que los anticipados en proyecto, que la calidad del agua trasvasada es muy deficiente, que el coste de compensación a la cuenca cedente se determina de manera administrativa y no se basa en el análisis económico, que establecer un precio uniforme para el agua del trasvase en todas las zonas receptoras viola todos los principios de eficiencia económica, que debe examinarse la gestión de demanda mediante el mecanismo de conservación de agua, que el coste de

¹⁷ Howitt R. (2003) A Review of Economic Hydrologic Planning Pertaining to the Ebro River Transfer Proposal. Spanish National Hydrological Plan Reports of International Experts. Gobierno de Aragón. Zaragoza.

desalación se ha reducido de forma sustancial y que esta fuente debe incluirse en el análisis económico del proyecto, y que la medición de los beneficios agrícolas del trasvase deben basarse en el valor marginal del agua (precio sombra), y no en el valor medio del agua (capacidad de pago) como se hace en los documentos del Plan Hidrológico. Estos expertos recomiendan realizar un estudio de la demanda de agua de trasvase y otro estudio de los costes de agua de fuentes alternativas en las zonas receptoras del trasvase.¹⁸

Finalmente, la Unidad de Fondos Estructurales y PAC del Directorado General de Economía de la Comisión Europea señala en la Nota DG ECFIN, JNF/E3 D(2003) dirigida al Directorado General de Medio Ambiente, que la demanda actual de agua de uso agrícola en Levante y Sureste está subvencionada, lo que ha favorecido la expansión del uso agrario del agua y el surgimiento de los problemas de escasez y sobreexplotación de los recursos hídricos. Es necesario corregir la política incorrecta de subvencionar el agua, en lugar de aumentar las subvenciones mediante el trasvase. También se reconoce que el estudio de demanda de agua del Gobierno de Aragón parece riguroso y correcto, y que según el estudio un aumento de los precios del agua de 0,18 €/m³ reflejaría la escasez del recurso y sería suficiente para equilibrar la oferta y demanda de agua de las zonas receptoras del trasvase. La evaluación que realiza el MIMAM carece de un análisis de costes de oportunidad, y tampoco discute la posibilidad de corregir la sobreexplotación de recursos hídricos mediante la fijación adecuada de precios y el abandono de las actividades agrícolas poco rentables.

A continuación se presenta un análisis económico del trasvase del Ebro que responde a varias de las cuestiones y recomendaciones que plantean estos expertos, y que muestra la irracionalidad económica del Proyecto de Transferencias de Trasagua.

¹⁸ Hanemann M (2003) Appendix C: Economics. A Technical Review of the Spanish National Hydrological Plan (Ebro River Out-of-basin Diversión. Universidad de Cartagena. Cartagena.

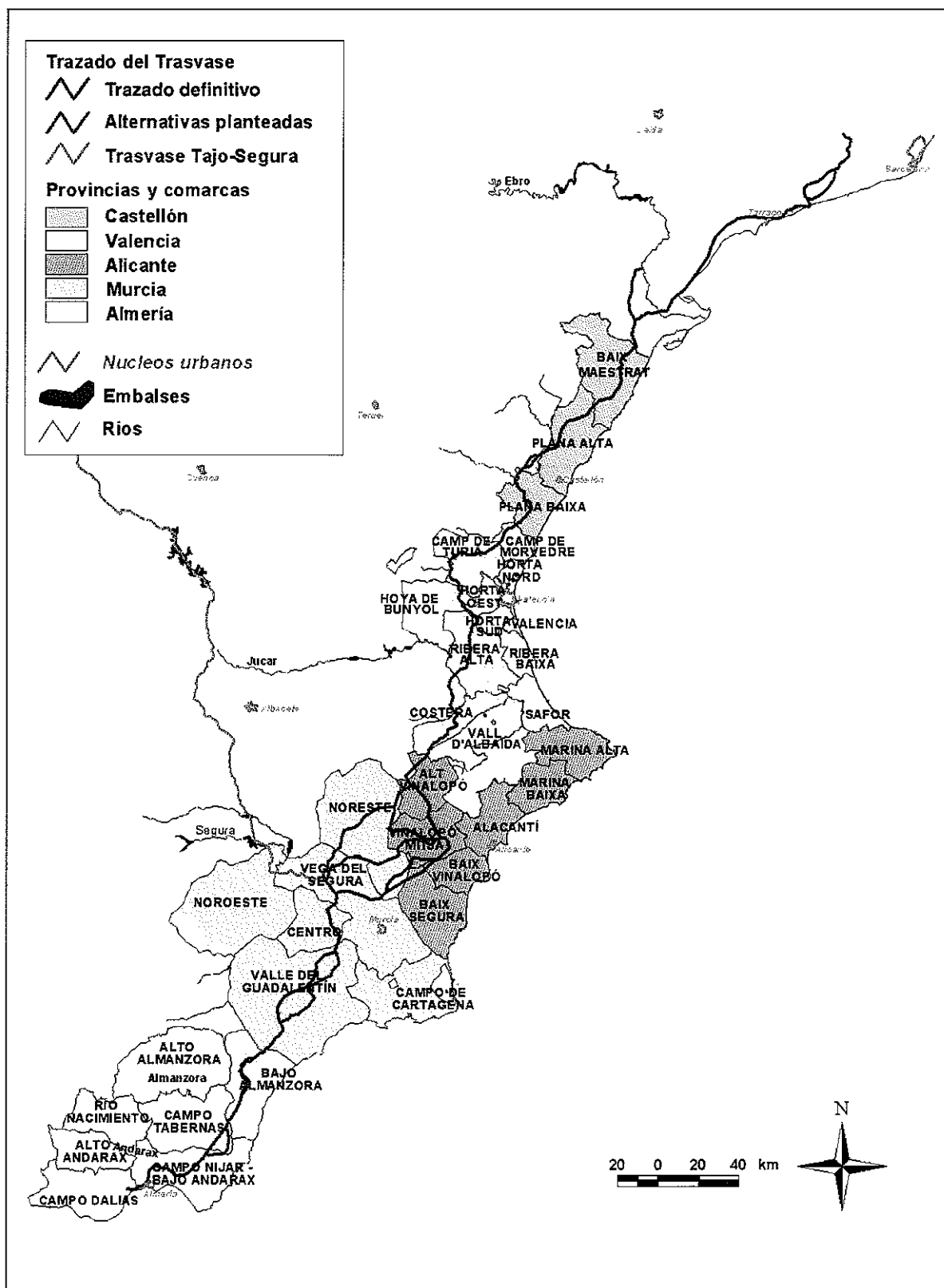


Figura 3 1. Mapa de las comarcas de Levante y Sureste y trazado del trasvase del Ebro.

ANÁLISIS DEL COSTE DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO DE TRANSFERENCIAS

El Plan Hidrológico Nacional se aprobó el año 2001 con una estimación de costes de 4.207 millones €, y un trazado que ha sido modificado para reducir el impacto sobre las zonas de protección medioambiental. A partir de este nuevo trazado se ha realizado una estimación detallada de las distintas partidas de costes de la obra, y de los costes por tramo y el coste en cada comarca de las provincias receptoras del trasvase del Ebro (Tabla 3.1). Dicho análisis de costes puede verse en el Anejo 2 de este documento.

El análisis de las alternativas al Proyecto de Transferencias de Trasagua, se realiza mediante un modelo de programación lineal que simula las distintas alternativas de oferta y demanda en las comarcas de las cuencas receptoras del trasvase del Ebro (Figura 3.1).¹⁹ Las alternativas examinadas son cuatro, dos de ellas son medidas de gestión de demanda y otras dos son medidas de expansión de oferta. La primera alternativa consiste en prohibir la sobreexplotación de acuíferos, sin transferencias externas de agua. La segunda alternativa considera un aumento en los precios del agua que equilibre la demanda de agua con los recursos hídricos disponibles, y esta alternativa sigue el principio del coste completo de recuperación de la Directiva Marco del Agua. La tercera alternativa es la expansión de la oferta de agua con el trasvase del Ebro, y la cuarta alternativa es el aumento de la oferta de agua mediante desalación.

PROHIBICIÓN DE LA SOBREEXPLORACIÓN DE ACUÍFEROS

La prohibición de la sobreexplotación de acuíferos reduce la disponibilidad de agua de la agricultura, y los efectos se concentran en las comarcas donde se encuentran estos acuíferos. En las cuencas del Júcar y del Segura, la reducción de agua afecta sobre todo a los cultivos menos rentables, pero en la cuenca Sur la reducción de agua y de superficie cultivada afecta a cultivos de invernadero muy rentables, ya que en Almería no existe la posibilidad de abandonar cultivos poco rentables. Casi el 70 por cien de las pérdidas de renta neta de los agricultores (204 millones € sobre 304 millones de pérdidas totales) ocurren en Almería, por el abandono de cultivos de invernadero. La cantidad de agua del trasvase que propone transferir el PHN es de solo 58 hm³, lo que es insuficiente para cubrir la actual sobreexplotación que alcanza los 71 hm³. Aunque se lleva a cabo el trasvase, no podrá solucionarse la sobreexplotación en Almería y se deberá recurrir a medidas de gestión de demanda y a la desalación. El grado de impacto de la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos depende de que se establezcan mecanismos de gestión de demanda para la transferencia de agua entre comarcas en el interior de las cuencas del Júcar, Segura y Sur.

¹⁹ La superficie estudiada cubre el 94% del regadío de la Comunidad Valenciana, 80% de Murcia, y 86 % de Almería. Los detalles del modelo pueden consultarse en Albiac J., Calvo E. y Tapia J. (2002). El uso agrario del agua en las comarcas de Levante y Sureste y el trasvase del Ebro. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros 196: 95-132; Albiac J. y Tapia J. (2003) La gestión de demanda de agua frente a la política de oferta del trasvase del Ebro. En J. Albiac (Ed.) Los Instrumentos Económicos en la Gestión de Demanda de Agua en la Agricultura. MundiPrensa. Madrid; Uche J., Albiac J., Valero A., Tapia J. y Meyer A. (2002) La rentabilidad del regadío en el Levante ante nuevos recursos hídricos externos. Documentación Administrativa. Gobierno de Aragón. Zaragoza

| Comarca | Utilización (hm ³) | Precios del agua (€/m ³) | | | Valor del agua (€/m ³) | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|----------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | Actual | Trasvase del Ebro | Desalación agua de mar | Ingreso por metro cúbico | Renta neta por metro cúbico | Valor del agua (precio sombra) |
| Baix Maestrat | 40 | 0,03 | 0,20 | | 1,24 | 0,61 | 0,11 |
| Plana Alta | 73 | 0,03 | 0,23 | | 0,94 | 0,52 | 0,31 |
| Plana Baixa | 132 | 0,03 | 0,29 | | 1,12 | 0,63 | 0,37 |
| Camp de Morvedre | 63 | 0,03 | 0,30 | | 0,73 | 0,36 | 0,27 |
| Camp de Turia | 148 | 0,03 | 0,31 | | 0,89 | 0,37 | 0,29 |
| Horta Nord | 57 | 0,03 | 0,31 | | 0,76 | 0,32 | 0,19 |
| Horta Oest | 50 | 0,03 | 0,32 | | 0,73 | 0,32 | 0,19 |
| Hoya de Bunyol | 20 | 0,03 | 0,32 | | 0,97 | 0,41 | 0,21 |
| Valencia | 21 | 0,03 | 0,32 | | 0,64 | 0,29 | 0,22 |
| Horta Sud | 65 | 0,03 | 0,33 | | 0,55 | 0,29 | 0,16 |
| Ribera Baixa | 195 | 0,03 | 0,35 | | 0,43 | 0,23 | 0,17 |
| Ribera Alta | 258 | 0,03 | 0,35 | | 0,75 | 0,34 | 0,28 |
| Safor | 122 | 0,03 | 0,46 | 0,52 | 0,73 | 0,35 | 0,26 |
| Vall d'Albaida | 15 | 0,03 | 0,46 | | 1,09 | 0,44 | 0,08 |
| Costera | 46 | 0,03 | 0,46 | | 0,73 | 0,33 | 0,09 |
| Marina Alta | 44 | 0,03 | 0,56 | 0,52 | 1,03 | 0,50 | 0,16 |
| Marina Baixa | 21 | 0,03 | 0,56 | 0,52 | 0,72 | 0,29 | 0,09 |
| Alacantí | 33 | 0,03 | 0,56 | 0,52 | 1,09 | 0,68 | 0,07 |
| Baix Vinalopó | 79 | 0,03 | 0,57 | 0,52 | 0,47 | 0,23 | 0,03 |
| Vinalopó Mitja | 72 | 0,09 | 0,56 | | 1,12 | 0,51 | 0,09 |
| Alt Vinalopó | 20 | 0,03 | 0,56 | | 0,32 | 0,16 | 0,03 |
| Baix Segura | 259 | 0,03 | 0,57 | 0,52 | 0,69 | 0,29 | 0,06 |
| Noreste | 79 | 0,09 | 0,72 | | 0,61 | 0,23 | 0,09 |
| Vega del Segura | 284 | 0,03 | 0,57 | | 0,76 | 0,32 | 0,09 |
| Centro | 26 | 0,03 | 0,57 | | 0,66 | 0,22 | 0,11 |
| Noroeste | 43 | 0,03 | 0,57 | | 1,14 | 0,44 | 0,10 |
| Campo de Cartagena | 54 | 0,09 | 0,61 | 0,52 | 3,14 | 1,11 | 0,09 |
| Valle del Guadalentín | 148 | 0,09 | 0,67 | 0,52 | 2,12 | 0,97 | 0,09 |
| Bajo Almanzora | 25 | 0,09 | 0,78 | 0,52 | 2,98 | 1,22 | 0,21 |
| Alto Almanzora | 30 | 0,03 | 0,92 | | 0,64 | 0,28 | 0,06 |
| Campo Tabernas | 9 | 0,03 | 0,92 | | 0,76 | 0,44 | 0,08 |
| Río Nacimiento | 11 | 0,03 | 1,05 | | 0,58 | 0,29 | 0,10 |
| Campo Níjar-Bajo Andarax | 32 | 0,09 | 1,05 | 0,52 | 4,09 | 2,40 | 0,17 |
| Alto Andarax | 16 | 0,03 | 1,05 | | 0,99 | 0,48 | 0,12 |
| Campo Dalías | 68 | 0,12 | 1,05 | 0,52 | 7,89 | 3,80 | 0,81 |

Tabla 3.1. Utilización y precios del agua en las comarcas de Levante y Sureste.

INCREMENTO DE LOS PRECIOS DEL AGUA DE RIEGO

El aumento de los precios del agua de riego es un instrumento de gestión de demanda que propugna la nueva Directiva Marco del Agua. Los precios del agua de uso agrario pueden mantenerse por debajo de los precios que pagan otros usuarios, pero la escasez en Levante y Sureste debe solucionarse elevando los precios por encima de $0,12 \text{ €/m}^3$, lo que reduciría las actividades de cultivo poco rentables como los cereales y liberaría la suficiente demanda de agua como para mitigar la escasez de recursos hídricos. Los efectos negativos sobre la renta de los agricultores podrían ser compensados a través del mercado con la compra de los derechos del agua, o a través de transferencias de otros usuarios o de la administración.

Un aumento de $0,12 \text{ €/m}^3$ en el precio del agua reduce la demanda agraria de agua en 441 hm^3 , con una caída del 4 por cien en los ingresos y del 21 por cien en la renta neta de los agricultores, debido a la disminución del cultivo de cereales y frutales poco rentables. Esta reducción de 441 hm^3 en la demanda de agua es cercana a la asignación de 561 hm^3 para agricultura y medioambiente del proyecto de trasvase del Ebro. Con este incremento en el precio del agua de riego, el volumen de agua liberado de los usos agrícolas reduciría la necesidad de expandir la oferta de agua en las cuencas de Levante y Sureste a 379 hm^3 , de los que 120 hm^3 se destinarían a usos agrícolas y ambientales y 259 hm^3 a usos urbanos e industriales. Esta expansión de oferta de 379 hm^3 es mucho menor que la expansión de 820 hm^3 que propone el Proyecto de Transferencia de Trasagua, y el coste para los agricultores de esta solución no sería muy elevado. Las pérdidas para los agricultores de 294 millones de € en renta neta anual, mide la compensación a los agricultores para que acepten voluntariamente la subida de precios. Esta compensación puede tomar la forma de compra-venta de derechos de agua, o de subvención de la administración o de otros grupos de usuarios.

Un aumento $0,18 \text{ €/m}^3$ en el precio del agua reduce en 703 hm^3 la demanda de agua agraria en las cuencas de Levante y Sureste, con una caída del 6 por cien en los ingresos y del 30 por cien en la renta neta de los agricultores, que abandonan el cultivo de cereales y reducen el cultivo de frutales. Esta caída en la demanda de agua de 703 hm^3 se aproxima a los 820 hm^3 que el Proyecto de Transferencias de Trasagua asigna a las tres cuencas tanto para uso urbano e industrial (259 hm^3) como para sobreexplotación de acuíferos y garantía de riego (561 hm^3). Esta medida de gestión de demanda de aumentar el precio del agua en $0,18 \text{ €/m}^3$ soluciona la escasez de agua equilibrando la oferta y la demanda, sin necesidad de la enorme inversión que supone extraer el agua del Ebro y transferirla. Esta medida debe ser considerada seriamente como alternativa al trasvase del Ebro por los responsables de la toma de decisiones en las Comunidades Autónomas de la cuenca cedente y de las cuencas receptoras, en el gobierno central, y en la Unión Europea, y también por los grupos políticos y de presión. La compensación necesaria para que los agricultores acepten voluntariamente esta subida de precios viene dada por los 423 millones de € de renta neta anual que pierden, y los agricultores pueden obtenerla mediante la venta de derechos de agua o mediante subvenciones públicas o transferencias de otros grupos de usuarios. Esta compensación es una alternativa que tiene la sociedad para no hacer la inversión del trasvase del Ebro. Los costes de construcción del trasvase exceden los 4.200 millones de € (algunas fuentes estiman los costes por encima de 6.000 millones), y si se invierten en otros proyectos pueden producir unos beneficios anuales superiores a 423 millones de €.

DESALACIÓN DE AGUA DE MAR

La desalación de agua de mar es una medida complementaria con la gestión de demanda mediante aumentos del precio del agua, que permite expandir la oferta de modo localizado y que hace innecesario el trasvase del Ebro. El coste de desalación es de 0,52 €/m³ (Uche et al. 2002b), y la demanda de agua efectiva a este precio en las comarcas costeras del Sureste desde la Safor a Campo Dalías es 287 hm³. Como muestra el cuadro 2, el coste de desalación es menor que los costes de transferir agua de trasvase a las comarcas costeras de Marina Alta (0,56 €/m³), Marina Baixa (0,56), Alacantí (0,56), Baix Vinalopó (0,57), Baix Segura (0,57), Campo de Cartagena (0,61), Valle del Guadalentín (0,67), Bajo Almanzora (0,78), Campo Níjar (1,05) y Campo Dalías (1,05). La combinación de la desalación y un incremento de 0,12 €/m³ en el precio del agua equilibra la oferta y la demanda de agua en las cuencas de Levante y Sureste. La demanda efectiva del agua de desalación en las comarcas costeras desde Safor a Campo Dalías es 287 hm³ y la reducción de demanda al incrementar los precios en 0,12 €/m³ es 441 hm³. Ambas suman 728 hm³, una cantidad muy cercana al volumen autorizado en el Proyecto de Transferencias de Trasagua para todos los usos.

INCONSISTENCIA DE LAS DOTACIONES DE AGUA DEL PROYECTO DE TRANSFERENCIAS

El agua del trasvase tendrá unos costes elevados que dependen de la distancia desde la toma del Ebro, con un rango de costes que varía entre 0,20 €/m³ en la comarca de Baix Maestrat y 1,05 €/m³ en Campo Dalías (Tabla 3.2). Estos precios están muy por encima de los bajos precios entre 0,03-0,09 €/m³ que los agricultores pagan actualmente, y solo pueden pagarse en comarcas con cultivos muy rentables. El volumen de agua transferida que se puede absorber en las comarcas a este precio es 694 hm³ en el Júcar, 158 hm³ en el Segura y 108 hm³ en el Sur. Estas cantidades contrastan con la asignación de agua de trasvase para uso agrícola y medioambiental, que es 141 hm³ en el Júcar, 362 hm³ en el

| | <i>Júcar</i> | <i>Segura</i> | <i>Sur</i> | <i>Total</i> |
|--|--------------|---------------|------------|--------------|
| Reducción de Demanda de Agua de Uso Agrario... | | | | |
| ...por prohibición de sobreexplotación de acuíferos | 157 | 226 | 71 | 454 |
| ...por incremento de precio en 0,12 €/m ³ | 141 | 263 | 37 | 441 |
| ...por incremento de precio en 0,18 €/m ³ | 325 | 327 | 51 | 703 |
| 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 precios de trasvase (0,20 a 1,05 €/m ³) | 694 | 158 | 108 | 960 |

Tabla 3.2. Alternativas de demanda de agua y asignación del Proyecto de Transferencias (hm³).

Segura y 58 hm³ en el Sur. Por lo tanto en la cuenca del Segura hay un grave problema de inconsistencia del Proyecto de Transferencias de Trasagua, ya que la cuenca solo puede absorber 158 hm³ del agua destinada a uso agrario al precio de trasvase, lo que no cubre la asignación de 362 hm³ para cubrir la sobreexplotación de acuíferos y la garantía de riego. Los agricultores de la cuenca del Segura y de algunas comarcas de Alicante no pueden pagar por el volumen de agua sobreexplotada a precios de trasvase, por lo que la sobreexplotación continuará.

Esta incoherencia del Proyecto de Transferencias de Trasagua se podría resolver mediante la subvención del precio del agua transferida para uso agrario, cargando precios más elevados a otros grupos de usuarios, lo que aseguraría la supervivencia de las actividades agrarias menos rentables, que están subvencionadas por la PAC. La opción de subvencionar el agua de trasvase de uso agrario sería costosa para los usuarios no agrarios del Segura. Si se establece en Murcia un recargo sobre el actual uso urbano e industrial y sobre la dotación del trasvase para uso urbano e industrial, la subvención necesaria es de 207 millones de € y supone un recargo de 0,84 €/m³ y un precio final para los usuarios urbanos e industriales de 1,73 €/m³. Para mantener los bajos precios del agua que los agricultores pagan actualmente en todo Levante y Sureste, la subvención requerida es 336 millones de €.

CONCLUSIONES

Este análisis económico cuestiona la sostenibilidad económica del Proyecto de Transferencias de Trasagua. En primer lugar se han examinado los costes de la inversión del Proyecto de Transferencias, con una estimación detallada de los diferentes elementos de coste y de los costes de la inversión por tramos. Un aspecto interesante de estos cálculos es la estimación del consumo de energía en cada tramo. En segundo lugar se ha examinado el impacto de las soluciones alternativas a la escasez de recursos hídricos en el Levante y Sureste (Tablas 3.2 y 3.3). Las alternativas consideradas son la prohibición de la sobreexplotación de acuíferos, un aumento del precio del agua de 0,12 €/m³ con un exceso de demanda remanente de 379 hm³,²⁰ un aumento del precio del agua de 0,18 €/m³ que

| | Júcar | Segura | Sur | Total |
|---|-------|--------|-----|-------|
| Pérdidas de Renta Neta de los Agricultores... | | | | |
| ... por prohibición de sobreexplotación de acuíferos | 24 | 76 | 204 | 304 |
| ... por incremento de precio en 0,12 €/m ³ | 180 | 94 | 21 | 294 |
| ... por incremento de precio en 0,18 €/m ³ | 263 | 129 | 30 | 423 |
| Necesidad de Subvenciones para que el Trasvase... | | | | |
| ... cubra la diferencia entre los costes de agua transferida (0,20 a 1,05 €/m ³) y los bajos precios actuales | 65 | 207 | 64 | 336 |

Tabla 3.3. Pérdidas de renta neta y subvenciones bajo medidas alternativas (mill. € año).²¹

²⁰ Como muestra la tabla 3.2, el exceso de demanda remanente es igual a los 820 hm³ del Proyecto de Transferencias menos los 441 hm³ de reducción de demandad de agua cuando el precio aumenta 0,12 €/m³.

²¹ Estas pérdidas y subvenciones corresponden a los cultivos estudiados (que cubren el 88% de la superficie total de regadío), y estas cifras serían mayores para el total de regadío de Levante y Sureste

equilibra prácticamente la demanda y la oferta,²² y la alternativa considerada en el Proyecto de Transferencias de trasvasar 820 hm³ con unas necesidades de subvención a los agricultores de 336 millones de Euros para mantener los bajos precios actuales (Tabla 3.3). 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 subvencionada, sino que debe orientarse hacia medidas de gestión de demanda combinadas con la desalación en las comarcas costeras. Unos precios de agua más elevados servirán para reflejar la escasez de recursos hídricos, pero los precios no deben subir demasiado y las pérdidas de los agricultores deben ser compensadas. En otro caso, una carga excesiva sobre la actividad agraria tendría como consecuencia una fuerte oposición social y el fracaso de las medidas.

La mejor opción para la sociedad sería compensar a los agricultores por aumentar el precio del agua unos 0,18 €/m³, de forma que se equilibre el uso del agua en Levante y Sureste sin recurrir al Ebro. Pero ante la decisión firme del gobierno central de expandir la oferta de agua, una solución de compromiso entre la política de aumento de la oferta de agua y la política de gestión de la demanda, consistiría en un incremento moderado del precio del agua en 0,12 €/m³ combinado con la desalación en las comarcas costeras, ya que la demanda efectiva de agua desalada está cerca de los 300 hm³. Esta solución reduciría la demanda de agua con un efecto negativo razonable sobre los ingresos y la renta neta de los agricultores, y no excluye subvencionar la desalación. Los agricultores pueden ser compensados por los 294 millones de Euros de renta neta que pierden cuando los precios suben 0,12 €/m³, y los 294 millones de Euros anuales es la cifra a comparar con la rentabilidad de proyectos alternativos al Proyecto de Transferencias Autorizadas por la Ley del PHN, valorado en 4.207 millones de Euros. España puede encontrar proyectos alternativos que sean capaces de mejorar el bienestar social.

²² La caída de demanda de agua es 703 hm³, cercana a los 820 hm³ de asignación del Proyecto de Transferencias.

Anejo 4: Análisis de ciclo de vida (cargas ambientales asociadas) de la desalación y del Trasvase del Ebro.

En esta alegación se presentan de forma resumida los principales resultados de un trabajo científico de investigación titulado *Impacto Ambiental de Tecnologías de Producción de Agua. Análisis de Ciclo de Vida Comparado del Trasvase del Ebro frente a la Ósmosis Inversa*²³, que cuestiona claramente, desde un punto de vista puramente ambiental, la obra hidráulica del Trasvase del Ebro como la mejor alternativa posible para la provisión de 1,000 hm³/año para las comarcas del litoral Mediterráneo español, previsto en el Plan Hidrológico Español (PHN).

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología internacionalmente aceptada y reconocida para la evaluación de las cargas e impactos ambientales asociados a la elaboración de un producto o proceso teniendo en cuenta todas las etapas de la vida del mismo. Es una herramienta que **va más allá de la decisión netamente ambiental ya que abarca todas las entradas y salidas, directas e indirectas, lo que le permite manejar todos los factores ambientales.** Además, la metodología es cuantitativa, y por tanto amplía de forma objetiva los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones, compatibilizando la preocupación por el medio ambiente y los beneficios económicos en el análisis y gestión de la contabilidad tradicional, constituyendo una poderosa herramienta de gestión.

En particular en esta alegación se recogen los resultados más relevantes del trabajo mencionado anteriormente que consiste en **una evaluación rigurosa de las principales cargas ambientales asociadas al trasvase del Ebro, previsto en el PHN, y a la desalación por Ósmosis Inversa y transporte a los lugares de consumo (se ha considerado una distancia promedio de 20 km de la planta desaladora) de la misma cantidad de agua a trasvasar con objeto de determinar, de forma lo más objetiva posible, la tecnología que podría resultar, con la información actualmente disponible, menos perjudicial para el medio ambiente.**

Con objeto de obtener una perspectiva completa de las principales tecnologías de producción de agua dulce, el estudio anteriormente mencionado recoge además el ACV comparativo de los procesos de desalación más utilizados actualmente en todo el mundo - Destilación Súbita Flash (MSF), Destilación Multiefecto (MED) y Ósmosis Inversa (OI)- concluyendo que la Ósmosis Inversa, que es la tecnología más ampliamente utilizada en Europa en general y en España en particular, presenta una carga ambiental significativamente más baja (1 orden de magnitud menor) que los procesos térmicos de desalación (MSF y MED), por ser mucho más eficiente y presentar un consumo energético sensiblemente menor -aproximadamente 5 veces menos en términos de energía primaria²⁴.

Los datos utilizados en el ACV comparativo tienen tres orígenes básicamente:

- ✓ Desalación: Datos de plantas reales actualmente en operación

²³ CIRCE (2003) Impacto ambiental de tecnologías de producción de agua Análisis de Ciclo de Vida comparado del Trasvase del Ebro frente a la ósmosis inversa Documento a requerimiento del Gobierno de Aragón

²⁴ Uche, J, Valero, A., Serra, I. (2002) La Desalación y reutilización como recursos alternativos Documentación administrativa Gobierno de Aragón CIRCE - Universidad de Zaragoza.

- ✓ Trasvase: Proyecto de Transferencias y Evaluación de Impacto Ambiental (Trasagua, 2003)
- ✓ Bases de datos²⁵ implementadas en el programa SimaPro 5.0, que ha sido la herramienta utilizada para la realización del ACV.

El análisis de inventario para la desalación tiene en cuenta los siguientes aspectos: componentes de las plantas; materiales de construcción, sus procesos de transformación y transporte; operación y mantenimiento; desmantelamiento y traslado a vertedero al terminar su vida útil.

- ✓ Para los procesos de **desalación** quedan fuera de los límites los destinos o usos finales de los caudales hídricos de salida de las plantas: los rechazos del agua de aporte, la salmuera y el agua dulce. Se ha estimado oportuno considerar una tubería de una longitud media de 20 km. para el suministro del agua producto obtenido.
- ✓ Para el **trasvase** se consideran las etapas de movimiento de tierras (considerando sólo el volumen de tierra ocupado por el canal y el transporte del material extraído a una distancia media de 50 km), construcción, operación, explotación, mantenimiento y sustitución de los servicios e infraestructuras afectadas. Se asume que no se procede al desmantelamiento de las infraestructuras al acabar su vida útil. Se ha tomado como consumo energético promedio 2,5 kWh/m³, a pesar de que es un valor claramente optimista, tal y como se indica en la alegación relativa al consumo energético del trasvase (Documento 1). No se han tenido en cuenta el embalse previsto (Azorín), las balsas de regulación y almenaras, la eliminación de vegetación, construcción de vías de servicio, movimientos de tierras asociados a desmontes y obras similares, construcción de túneles e impactos biológicos asociados a la interconexión de varias cuencas hidrográficas.

Es muy importante tener presente que los valores numéricos obtenidos **no deben tomarse como valores absolutos**, sino como valores que permiten comparar *a grosso modo* las dos tecnologías desde un punto de vista ambiental y además estimar su posible evolución futura ante diferentes escenarios.

Los resultados más llamativos que se han obtenido es que a día de hoy, con el estado actual de la tecnología de desalación y a partir de la información actualmente disponible del trasvase del Ebro, **se puede concluir que:**

- ✓ **Actualmente las cargas ambientales asociadas al trasvase de 1.050 hm³/año del río Ebro son del mismo orden a las de la desalación por OI de una cantidad de agua equivalente.**
- ✓ **Las posibilidades de reducir las cargas ambientales de la desalación son significativamente mayores que las del trasvase, con indicios muy razonables y claros de que aquellas lleguen a medio plazo a ser claramente menores que las del Trasvase del Río Ebro.**

Estos resultados se han obtenido sin considerar que **la calidad del agua obtenida en la desalación es claramente superior a la del trasvase** (TDS aproximado inferior a 400 ppm para la ósmosis inversa frente a unos 800 ppm para el agua trasvasada), puesto que aquella es apta para consumo humano, agrícola y para gran parte de procesos industriales sin apenas necesidad de tratamiento adicional. Sin embargo, el agua a trasvasar procedente del curso bajo del río Ebro requerirá, en buena parte, un tratamiento previo a su utilización,

²⁵ PRé Consultants (2001) Database Manual SimaPro. The Netherlands

que no se ha incluido en este estudio, en función del uso y aplicación a la que se destine (440 hm³/año para consumo urbano y 560 hm³/año para consumo agrícola, los 50 hm³/año restantes se estima que se evaporarán a lo largo del recorrido).

Sin lugar a dudas, el mayor impacto de la desalación está asociado a la operación (más del 90%), debido al consumo de energía que requieren este tipo de plantas -actualmente alrededor de 4 kWh/m³ para la desalación por OI-. Sin embargo las tecnologías de desalación en general y la de Ósmosis Inversa en particular, presentan un futuro muy prometedor por los motivos siguientes:

1. La **desalación por OI** está experimentando actualmente una evolución y **desarrollo tecnológico muy fuerte**, en la dirección de:

- ✓ **Reducir sensiblemente su consumo energético:** ya se empieza a hablar, gracias a los nuevos sistemas de recuperación de energía, de plantas pequeñas con un consumo energético de proceso próximo²⁶ a los 2 kWh/m³ cuando hace escasamente 5 años el consumo se encontraba por encima^{27,28,29} de los 4 kWh/m³.
- ✓ **Abaratar los costes de producción:** se están firmando en la actualidad proyectos en los que el coste del agua desalada es inferior³⁰ a los 0,45 €/m³, coste que pone en duda la rentabilidad del trasvase si se considera el valor promedio que establece el Ministerio de Medio Ambiente para el agua trasvasada (0,31 €/m³) y similar o incluso inferior al estimado por el documento previo de Análisis de Costes del Proyecto de Transferencias (0,54 €/m³).
- ✓ La tendencia actual hacia la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles en la producción de energía eléctrica, a través de una mejora de la eficiencia de los procesos y de la potenciación de las energías renovables, sin duda redundará en un impacto ambiental sensiblemente inferior de todas las tecnologías intensivas en consumo de energía eléctrica, entre las que se encuentra la OI.

En cuanto al trasvase del Ebro, el **impacto asociado a la gran cantidad de materiales necesarios para construir la infraestructura del trasvase, hacen que la carga ambiental de éste sea comparable a la de la ósmosis inversa**. La tabla adjunta muestra algunas de las principales emisiones asociadas al trasvase del Ebro y a la OI para distintos

| Emisiones atmósfera | OI (4 kWh/m ³) | OI (3 kWh/m ³) | OI (2 kWh/m ³) | Trasvase (50 años amor.) | Trasvase (25 años amo.) |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| kg CO ₂ /m ³ agua | 2,26 | 1,73 | 1,20 | 1,47 | 1,6 |
| g. partículas/m ³ agua | 3,10 | 2,37 | 1,56 | 1,94 | 1,94 |
| g. NO _x /m ³ agua | 5,10 | 3,92 | 2,74 | 3,87 | 4,42 |
| g. NMVOC/m ³ agua | 1,00 | 0,76 | 0,52 | 0,79 | 0,87 |
| g. SO _x /m ³ agua | 14,7 | 11,86 | 9,08 | 8,01 | 9,06 |

Tabla 4.1. Impactos asociados a la desalación por OI y al Trasvase del Ebro bajo diferentes criterios de amortización (25 y 50 años).

²⁶ MacHarg, J. P. (2001) Exchange tests verify 2.0 kWh/m³ SWRO energy use. International Desalination & Water Reuse Quarterly. Vol 11/1, pp 1-3.

²⁷ Fariñas, M. (1999) Ósmosis Inversa Fundamentos, Tecnología y Aplicaciones Ed McGraw Hill

²⁸ Medina, J. A. (2000) Desalación de aguas salobres y de mar. Ósmosis Inversa. Ed. Mundi-Prensa

²⁹ Wangnick, K. (2001) A global overview of water desalination technology and the perspectives Conferencia Internacional El PHN y la gestión sostenible del agua Aspectos medioambientales, reutilización y desalación Zaragoza.

³⁰ Véase en el informe de Biswas y Tortajada (2003) los costes previsibles del agua desalada o el Libro de Uche et al. (2002)

consumos de energía de ésta, considerando periodos de amortización de 25 y 50 años para el trasvase.

Se ha estimado, a partir de la información del anteproyecto del PHN³¹, que la obra del trasvase requiere, entre otros materiales, unos 20 millones de toneladas de cemento y hormigón, que equivale aproximadamente al 50% de la producción anual de cemento en España³².

Con objeto de obtener una perspectiva más completa y rigurosa, se han empleado distintos métodos para valorar cuantitativamente las cargas y daños ambientales, y se obtiene como resultado que **el impacto asociado a las dos tecnologías es del mismo orden para cualquiera de los tres métodos de valoración empleados** tal y como se muestra en la tabla adjunta, alcanzando la desalación puntuaciones menores para los métodos Eco 99 y Eco 97.

| Método | Unidad | OI (4 kWh/m ³) | OI (3 kWh/m ³) | OI (2 kWh/m ³) | Trasvase (50 años amor) | Trasvase (25 años amor) |
|--------|--------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Eco 99 | GPtos | 2,62 | 2,04 | 1,46 | 2,13 | 2,68 |
| Eco 97 | GPtos | 43.400 | 34.200 | 25.100 | 35.000 | 45.000 |
| CML | - | 0,546 | 0,414 | 0,283 | 0,357 | 0,364 |

Tabla 4.2. Evaluación del ACV de la desalación por OI y del Trasvase del Ebro por 3 diferentes métodos englobados en el software Simapro 5.0.

A la luz de los resultados presentados en las tablas anteriores se puede afirmar que **si se reduce el consumo energético de la OI, ésta será claramente menos perjudicial para el medio ambiente que el trasvase**. Teniendo en cuenta la evolución que ha experimentado la tecnología de desalación en los últimos 10 años y que la termodinámica establece que el consumo mínimo de energía necesario para desalar agua de mar es inferior³³ a los 0,8 kWh/m³ no es descabellado pensar que **para cuando se haya concluido la obra del trasvase (2008 - 2012), muy probablemente el ACV comparado de la desalación frente al trasvase dé como resultado un impacto mayor a la obra hidráulica**.

En el caso del trasvase el margen para reducir el impacto ambiental asociado a una mejora tecnológica es muchísimo menor debido a la gran cantidad de materiales que es necesario utilizar, cuyo impacto ambiental es prácticamente imposible de minimizar, y porque el consumo energético promedio, cercano a 2,7 kWh/m³, está asociado al bombeo de agua que es una tecnología muy madura, desarrollada y bien conocida.

Si a la disminución de consumo de energía se une la tendencia actual orientada hacia una **reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y mayor utilización de las energías renovables** se obtiene como resultado que **incluso con el estado actual de la tecnología la desalación por OI tendría menor carga ambiental asociada que el trasvase**. La tabla adjunta recoge la estimación de algunas de las emisiones asociadas a la OI y al trasvase con un modelo de producción de energía eléctrica basado en energías renovables:

³¹ Ministerio de Medio Ambiente (2000) Análisis Económicos. Plan Hidrológico Nacional. MIMAM Madrid.

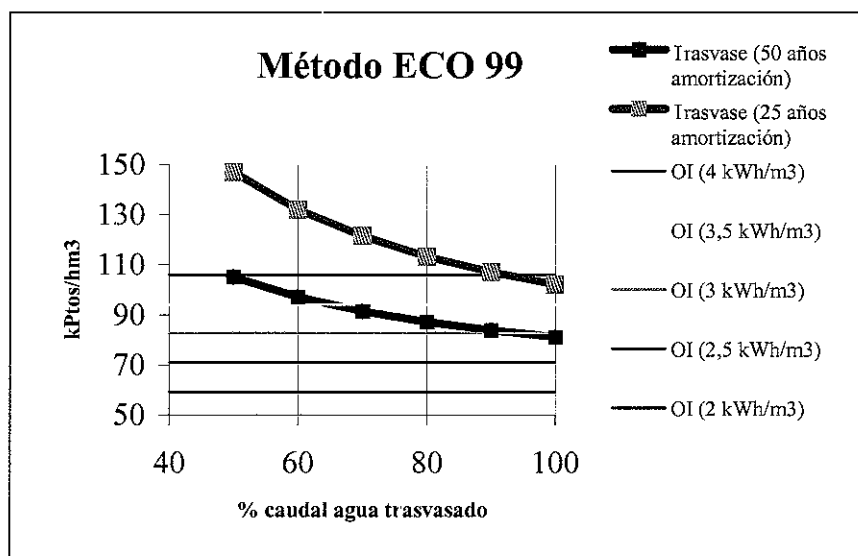
³² Instituto Nacional de Estadística (2003). Página web → <http://www.ine.es>

³³ Splieger, K.S., El Sayed, Y.M. (1994) A Desalination Primer. Balaban Desalination Publications, Italy.

| Emisiones a la atmósfera con producción de energías renovables | OI (4 kWh/m ³) | OI (3,5 kWh/m ³) | OI (2 kWh/m ³) | Trasvase (50 años amortización) | Trasvase (25 años amortización) |
|--|----------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| kg. CO ₂ / m ³ agua | 0,163 | 0,158 | 0,153 | 0,164 | 0,290 |
| g. partículas / m ³ agua | 0,036 | 0,033 | 0,031 | 0,020 | 0,026 |
| g. NO _x / m ³ agua | 0,432 | 0,420 | 0,407 | 0,952 | 1,505 |
| g. NMVOC / m ³ agua | 0,063 | 0,059 | 0,054 | 0,206 | 0,280 |
| g. SO _x / m ³ agua | 3,674 | 3,628 | 3,578 | 1,152 | 2,179 |

Tabla 4.3. Estimación de las emisiones a la atmósfera con un modelo de producción de energía basado en energías renovables

Se ha analizado también qué resultados se obtendrían en función de los volúmenes medios de agua a trasvasar, es decir, en el caso de que no se pueda trasvasar la cantidad total prevista de 1050 hm³ anuales. Tal y como se muestra en la gráfica 2.2, existe el precedente histórico de períodos de sequía en los que el volumen de agua del río Ebro no es suficiente como para suministrar todo el caudal medio previsto en el trasvase (1.050 hm³/año). Sin embargo, la desalación no está sujeta a condicionamientos de esta índole y el **suministro de agua está garantizado** independientemente de la cuantía de precipitación que se produzca a lo largo de un año. Los resultados que se han obtenido se muestran en la gráfica adjunta³⁴.



Gráfica 4.1. Análisis de ciclo de vida (según método ECO 99) en función del caudal finalmente trasvasable cada año.

Se observa que considerando 50 años de amortización para el trasvase (que es el escenario más favorable para éste y menos ventajoso para la OI):

- Para aproximadamente el 70% del caudal trasvasado, la carga ambiental asociada al trasvase es igual a la OI cuando el consumo energético de ésta es de 3,5 kWh/m³.
- Para aproximadamente el 100% del caudal trasvasado, se alcanza la igualdad de cargas ambientales cuando el consumo energético de la OI es de 3 kWh/m³.

³⁴ Excepto para el análisis de la tabla 3.3, el modelo de producción de energía utilizado es el del parque español: 51,3% de origen térmico, 13,3% hidroeléctrico y 35,4% nuclear

- Considerando 25 años de amortización para el trasvase (que es el escenario menos favorable para éste y más ventajoso para la OI):
 - Para aproximadamente el 90% del caudal trasvasado, la carga ambiental asociada al trasvase es igual a la OI cuando el consumo energético de ésta es de 4 kWh/m³.
 - Si el consumo energético de la OI es de 3,5 kWh/m³, la carga ambiental asociada a ésta es inferior a la del trasvase incluso para el 100% del caudal trasvasado

Otro aspecto que no es desdeñable y que se debe tener en cuenta a la hora de comparar los resultados del ACV de las dos opciones analizadas es el siguiente. Efectivamente para las zonas deficitarias de agua del mediterráneo español tanto el trasvase como la desalación suponen un aumento de los recursos hídricos de la zona. Sin embargo, no hay que perder de vista que la **desalación es una tecnología de producción de agua que aumenta la cantidad total de recursos disponibles** en el conjunto de España, mientras que el trasvase no. Las **obras hidráulicas representan una herramienta de gestión de los recursos hídricos disponibles sin aumentarlos en cantidad**. Por tanto, desde la perspectiva que proporciona el Análisis de Ciclo de Vida se está obteniendo como resultado que **sería posible aumentar los recursos de agua a través de la desalación en el litoral Mediterráneo español con un efecto sobre el medio ambiente similar al asociado al trasvase de una cantidad de agua equivalente desde la cuenca del Ebro, sin reducir la disponibilidad de agua en la cuenca del Ebro.**

En definitiva, tras comparar los resultados del ACV de la Ósmosis Inversa y del trasvase del Ebro se obtiene que la desalación tiene asociada una carga ambiental comparable a la del trasvase del Ebro (con un gran peso de la infraestructura perenne a construir) y muy probablemente cuando la infraestructura del trasvase esté completada (8 ó 10 años) el ACV de la desalación será claramente favorable al del trasvase, con la ventaja de que aquella es una tecnología en fuerte desarrollo cuyos impactos ambientales muy probablemente se podrán reducir significativamente, en contraposición a la obra hidráulica del trasvase, que apenas presenta margen para la mejora tecnológica.

