

**PLATAFORMA EN DEFENSA DE L'EBRE**

**LA GESTIÓN DEL AGUA**  
**EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL**

**LA NECESIDAD DE UNA SOLUCIÓN EUROPEA  
PARA UN PROBLEMA EUROPEO**

Informe elaborado por

**Antonio Estevan**

**gea21, S.L.**

**Madrid, Julio 2002**

# ÍNDICE

	Pág.
<b>0. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ANTECEDENTES: PROYECTOS FRACASADOS Y PROBLEMAS CONSTRUIDOS .....</b>	<b>6</b>
1.1. El Acueducto Tajo-Segura: un fracaso que no sorprendió.....	7
1.2. Agua del Ebro para Castilla-La Mancha.....	10
1.3. Conclusión: abordar la reordenación agraria y la gestión de la demanda.....	14
<b>2. EL MARCO TECNOLÓGICO: UNA RÁPIDA TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>17</b>
2.1. La desalación de agua de mar, una tecnología en pleno desarrollo.....	17
2.2. Una continua reducción de costes .....	20
2.3. Conclusión: mejorar la eficiencia ecológica de la desalación .....	21
<b>3. UNA SOLUCIÓN DOBLEMENTE INÚTIL: TRASVASAR AGUA DE MALA CALIDAD. ....</b>	<b>23</b>
3.1. El Ebro, un río con serios problemas de calidad del agua.....	23
3.2. Una clara tendencia a empeorar .....	24
3.3. Conclusión: replantear la estrategia de calidad del agua.....	28
<b>4. LOS COSTES DE UNA ESTRATEGIA EQUIVOCADA.....</b>	<b>30</b>
4.1. Cálculo de los costes reales por unidades de demanda .....	31
4.2. Unos beneficios sobrevalorados.....	34
4.3. Conclusión: trabajar con los costes reales de cada alternativa .....	36
<b>5. LOS CONSUMOS DE ENERGÍA EN EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO...38</b>	
5.1. La necesidad de una actualización metodológica.....	38
5.2. Aproximación a la evaluación energética de los trasvases.....	39
5.3. Conclusión: evitar una nueva amenaza para el Protocolo de Kyoto.....	44
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## 0. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos meses, los trasvases del Ebro contemplados en el PHN se han ido convirtiendo de modo cada vez más evidente en un problema europeo. Así lo demuestra la atención que el Parlamento Europeo le ha dedicado al tema, la intensidad con que los miembros del Parlamento han participado en los debates, y los esfuerzos que está desplegando la Comisión para analizar con especial profundidad este proyecto, incluyendo la solicitud de nueva y más detallada información al gobierno español.

En realidad, con este interés las instituciones comunitarias simplemente están reconociendo al proyecto de trasvases una proyección europea que tiene por derecho propio, por muy diversas razones:

- Los trasvases del Ebro afectarán negativamente a varios espacios de interés comunitario, especialmente humedales, que están clasificados bajo diferentes figuras (ZEPAS, LICs, RAMSAR, NATURA 2000, etc..) y que son fundamentales para la continuidad de los ciclos migratorios o reproductivos de diversas especies de aves de Europa.
- Millones de ciudadanos comunitarios pasan sus vacaciones o tienen segundas residencias en las costas mediterráneas españolas, por lo que tienen interés directo en ser abastecidos con agua de calidad durante sus estancias en España
- Según indica un número creciente de estudios independientes, las subvenciones a los trasvases que el estado español está demandando a la Unión Europea podrían constituir una asignación muy ineficiente de un gran volumen de recursos económicos comunitarios, además de presentar perfiles dudosos en relación con las políticas de defensa de la competencia en varios sectores económicos.
- Los impactos energéticos de los trasvases son muy elevados, y pueden tener una importante repercusión en el cumplimiento del Protocolo de Kyoto, que constituye una obligación comunitaria, a cuenta de la cual la Unión ha invertido ya, y va a invertir en los próximos años, grandes sumas de recursos.

Es dudoso que estos importantes intereses comunitarios queden adecuadamente protegidos si los proyectos de trasvase presentados acaban recibiendo el visto bueno de la Comisión. Desde la presentación del PHN, el tema de los trasvases ha sido conducido políticamente en España con unos grados de vehemencia y crispación inusuales, que crean condiciones poco adecuadas para la adopción de decisiones serenas y juiciosas. Lejos de remitir con el paso del tiempo, los enfrentamientos institucionales y sociales en torno a este tema han ido adquiriendo en los últimos meses un grado de enconamiento preocupante. Ello ha convertido al PHN en algo parecido a una bandera de combate del gobierno estatal y de varios gobiernos autonómicos, que se muestran dispuestos a imponerlo literalmente a cualquier precio, apelando a conceptos tales como el patriotismo y la lealtad.

La Unión Europea no debería confiar en que de semejante contexto pueda surgir una valoración y una recapitulación desapasionada y neutral acerca de la conveniencia de mantener el proyecto, ante las numerosas incoherencias que van apareciendo en la concepción técnica y económica del mismo. Como se ha podido comprobar, ni las masivas protestas populares, ni la opinión quasi unánimemente contraria al proyecto que ha expresado la comunidad científica y técnica independiente, han servido para modificar en lo más mínimo las posiciones oficiales. El PHN hace muchos meses que parece haberse convertido en España en una cuestión de principio de autoridad y en un objeto de confrontación política.

Si desea reconducir este problema europeo hacia cauces de debate más racionales, la Comisión debe adoptar iniciativas para estudiar alternativas que protejan razonablemente todos los intereses en presencia, con impactos ambientales asumibles, y con niveles aceptables de eficiencia económica y energética. El presente informe pretende aportar algunos datos y consideraciones en esa dirección. Intenta mostrar cómo los datos técnicos aportados en los documentos oficiales del Gobierno Español para justificar los trasvases del Ebro, si son correctamente interpretados, no sólo no justifican las obras, sino que recomiendan la cancelación inmediata del proyecto por su evidente inviabilidad hidrológica, económica y energética.

El informe se estructura en torno a una breve serie de aspectos clave, que se sintetizan en el gráfico incluido al término del presente capítulo, en el que se indica el capítulo en el que se trata cada aspecto:

- En el primer capítulo se aporta una breve descripción de determinados antecedentes que se consideran de utilidad para ayudar entender el fondo del problema que se está valorando.
- En el segundo capítulo se describe someramente el cambio tecnológico en el que actualmente están inmersas algunas tecnologías del agua, y especialmente la desalación de agua de mar.
- En el capítulo tercero se revisa el alcance y las perspectivas de los problemas de calidad del agua del Ebro.
- En el capítulo cuarto se reinterpretan los datos oficiales de costes, individualizándolos para cada unidad de demanda, con un enfoque de aproximación a los costes marginales.
- En el capítulo quinto se valoran los costes energéticos, con un enfoque de ciclo de vida del proyecto.

Como norma general, los análisis aquí realizados utilizan los datos oficiales presentados por el gobierno español, ya sea en el PHN o en otras fuentes oficiales de información. Aunque la neutralidad de algunos de estos datos ha sido cuestionada por especialistas reconocidos, se considera que su aceptación como punto de partida de los análisis incluidos en el presente informe, puede facilitar su utilización en eventuales procesos futuros de debate en torno al problema de los trasvases del Ebro

Interesa señalar, asimismo, que en cada uno de los capítulos que siguen se añaden sendos apartados de conclusiones y recomendaciones, en los que, entre otros aspectos, se especifican algunas condiciones que debería cumplir la deseable “solución europea” a la que se alude en el título del presente informe.

Se considera que esa solución europea deberá ser plenamente coherente con las diversas políticas y normativas comunitarias a las que afecta el problema de la gestión del agua en el mediterráneo español. En particular, las principales de estas condiciones<sup>1</sup> pueden sintetizarse como sigue:

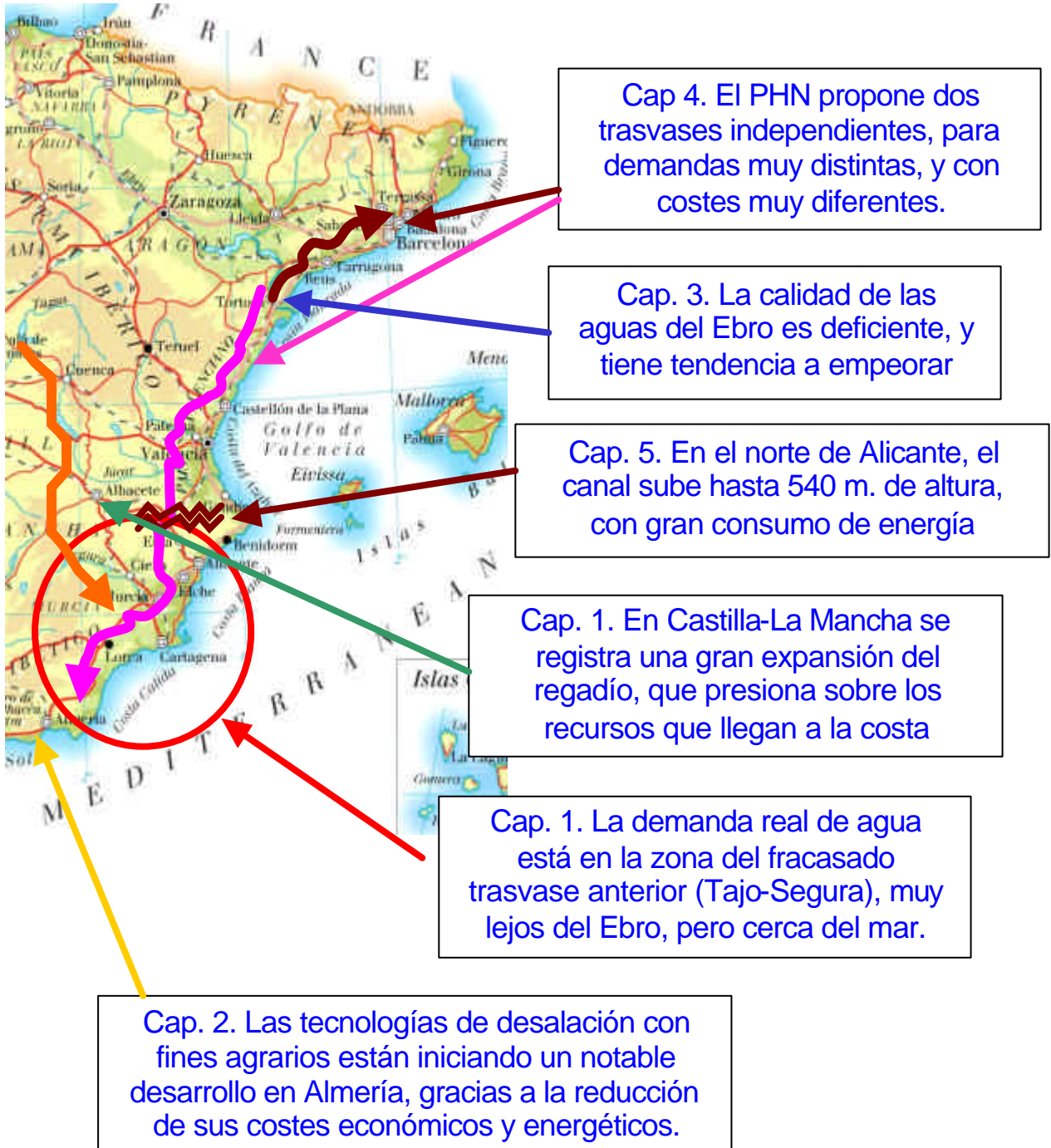
- Allá donde los problemas hidrológicos estén asociados a problemas o disfunciones en las estructuras y las políticas agrarias, tendrá que ser prioritario el tratamiento de estos aspectos, asumiendo las directrices propuestas para la revisión de la PAC.
- Los problemas de calidad del agua deberán ser abordados en estricto seguimiento de lo dispuesto en la Directiva Marco de Aguas, especialmente en lo que se refiere a la minimización de los tratamientos que deban recibir las aguas urbanas.
- La asignación de costes deberá seguir de modo igualmente estricto el principio de plena recuperación de costes de la Directiva Marco, y las medidas elegidas deberán ser aquellas que mejor contribuyan a la mejora del estado ecológico de las diversas masas de agua afectadas, a menor coste.
- La responsabilidad energética, con vistas a la minimización de los costes asociados al cumplimiento del Protocolo de Kyoto, deberá de ser otro de los criterios clave para la selección de las medidas a adoptar.

Una de las finalidades principales del presente documento es la de contribuir, siquiera de modo muy preliminar, a la nutrida línea de estudios y razonamientos alternativos a los oficiales, que en los próximos meses y años demostrará que existe una o varias soluciones coherentes con las políticas y normativas europeas, que estas soluciones se pueden implementar con unos costes asumibles, muy inferiores a los de los trasvases, y que, además, pueden garantizar de modo mucho más eficiente la protección de los intereses de todos los usuarios del agua en la vertiente mediterránea.

---

<sup>1</sup> No se incluyen los aspectos directamente relacionados con la protección del medio natural, dado que el tratamiento de estos aspectos, con las importantísimas afecciones esperables de los trasvases, no es objeto del presente informe.

## ASPECTOS CLAVE DEL PHN



## 1. Antecedentes: proyectos fracasados y problemas construidos

El llamado “problema hidrológico español” es un conflicto hídrico de corte muy clásico, en el que varias comunidades agrarias se disputan el uso de los ajustados recursos disponibles en el cuadrante suroriental de la Península. Este conflicto tiene dos grandes facetas, una visible y otra invisible.

La faceta visible es la existencia de unas 60.000 hectáreas de tierras ubicadas en Murcia y en el sur de Alicante, que fueron oficialmente clasificadas como de regadío en las postrimerías del franquismo al amparo del fracasado trasvase o Acueducto Tajo-Segura (ATS), pero que siempre han carecido de una dotación adecuada de agua.

La parte invisible, o poco publicitada, es el reciente desarrollo de una masiva agricultura de regadío en la Mancha Oriental, que está introduciendo serias tensiones adicionales en los ya precarios resultados del trasvase Tajo-Segura, y está rompiendo el equilibrio histórico de la cuenca del río Júcar, que abastece al grueso de la agricultura valenciana.

Ambos son problemas técnica e institucionalmente construidos en las últimas décadas del siglo XX. El primero, por la política de la administración hidráulica española, que lleva muchas décadas alimentando expectativas de riego y permitiendo la expansión de regadíos en la cuenca del Segura, que luego no es capaz de atender. Y el segundo por la Política Agraria Común de la Unión Europea, que a través de las subvenciones agrarias ha estimulado en Castilla-La Mancha la extensión de varios cultivos ecológicamente inadecuados para una meseta semiárida, como el maíz o la alfalfa.

El resto de los problemas hidrológicos que pretende “resolver” el PHN a lo largo de la costa mediterránea, o son problemas locales de entidad limitada y manejable, resolubles a escala local, o sencillamente no existen. Esta percepción no sólo está generalizada en los medios profesionales relacionados con el tema, sino que la corrobora el hecho de que varios de estos “déficits” no aparecían con claridad en los respectivos Planes Hidrológicos de Cuenca, y especialmente en los primeros borradores de los mismos. Tales “demandas” surgieron durante la redacción del PHN, contribuyendo a engrosar la macrodemanda mediterránea agregada que otorga escala y sentido hidráulico a los trasvases del Ebro.

En el presente apartado inicial interesa explicar brevemente estos dos problemas centrales. Si no se conocen estos antecedentes, no es posible interpretar correctamente el embrollo del Plan Hidrológico Nacional y de su proyecto clave, el trasvase del Ebro al Segura. Sin tomar en consideración la historia del problema y la situación del regadío en la cuenca del Segura y en la Mancha Oriental, no será posible afrontar la búsqueda de posibles soluciones superando los prejuicios estructuralistas, condición imprescindible para hallar una solución racional y viable a este conflicto hídrico, que como tantos otros, ha sido artificialmente creado en épocas recientes, ya sea por políticas equivocadas, o por acciones realizadas en beneficio de unos pocos grandes intereses económicos.

### **1.1. El Acueducto Tajo-Segura: un fracaso que no sorprendió**

Desde la administración hidrológica española se sostiene oficialmente la idea de que el fracaso del ATS (que ha trasvasado en promedio menos de la mitad de lo previsto para su primera fase, y menos de un tercio del total de diseño), se debió a un “error de cálculo” en el origen del proyecto, esto es, a una evaluación demasiado optimista de los recursos disponibles. Con la perspectiva actual, es muy difícil aceptar una explicación como ésta.

Probablemente sea más acertado concluir que se dieron por buenos unos volúmenes de “excedentes” de agua en el alto Tajo que era más que dudoso que existieran, pero que permitían justificar las gigantescas obras propuestas. En la tramitación del proyecto transcurrieron dos años justos desde que se firmó la primera orden de estudio a finales de julio de 1966 hasta que se aprobó definitivamente a principios de agosto de 1968, tras una parodia de información pública que abrió paso al comienzo de las obras pocos meses después. Las rápidas y excelentes oportunidades de negocio constructivo e hidroeléctrico que proporcionó el trasvase quedaron sumariamente justificadas mediante la creación de unas expectativas y derechos de riego que, por mucho que fueran socialmente demandados, en realidad eran insostenibles. Un cuarto de siglo más tarde, estas expectativas frustradas sirven de justificación para un nuevo trasvase, esta vez desde el Ebro.

Algo muy parecido había ocurrido en la misma cuenca del Segura un cuarto de siglo antes, con la aprobación del PAICAS (Plan de Aprovechamiento Integral de la Cuenca Alta del Segura) en 1941: se sobredimensionaron los recursos disponibles en la cuenca –y las obras a realizar- y se generaron unas expectativas de regadío que no correspondían a la realidad. Los regadíos precarios o abusivos que se iban creando, alentados por estas expectativas, acabaron siendo consolidados en sucesivos decretos de ordenación de recursos y atribuciones de derechos, entre los que destaca el decreto de 1953, que alentó una nueva oleada de demandas de regadío y transformaciones “de facto”. Estos regadíos precarios sirvieron de justificación para las cuantiosas inversiones y obras del trasvase Tajo-Segura: una y otra vez, los caudales no estaban donde se había imaginado al principio, sino más lejos, siempre más lejos, y con más necesidad de obras para transportarlos.

Y aún remontándose al Plan Gasset de 1902 y a las obras contempladas en el mismo que fueron realizadas en esa cuenca en las primeras décadas del siglo XX, cabe hallar antecedentes de un ciclo esencialmente similar, en el que una primera oleada de nuevas obras comenzó a generar expectativas de regadío (las primeras ampliaciones de las huertas tradicionales) muy por encima de lo que permitían los recursos disponibles.

El proyecto del trasvase del Ebro no es, en realidad, más que el cuarto ciclo de la espiral de obras hidráulicas sobredimensionadas, expectativas de regadío frustradas, y nueva oleada de obras, que cada 20 o 30 años (el tiempo que tardan en madurar los grandes proyectos hidráulicos) se viene reproduciendo en la cuenca del Segura. El trasvase del Ebro es la consecuencia lógica del trasvase Tajo-Segura, igual que éste fue la consecuencia del PAICAS, y éste a su vez la del Plan Gasset, proyectos o programas todos ellos sobredimensionados en su diseño y ejecución, bajo la permanente presión social a favor de la ampliación del regadío que caracteriza a la cuenca del Segura.

Aunque el fondo del asunto ha permanecido más o menos inmutable, la justificación oficial utilizada en cada ciclo ha ido adaptándose al espíritu de la época. Si la idea del **progreso técnico** como motor de la regeneración de España definía el imaginario colectivo en los comienzos del siglo XX, la simple **supervivencia alimentaria** pasó a ser el argumento irrefutable de la extensión del regadío en los años de la posguerra. Más tarde, en los años sesenta y setenta, el **desarrollo económico** fué el mito social indiscutible, mientras que la **protección del medio ambiente** es el argumento políticamente más correcto en la actualidad, además de ser el que más facilita la obtención de Fondos de Cohesión.

Evidentemente, esta evolución no es privativa de la cuenca del Segura, sino que es característica del conjunto de la política de obras hidráulicas en España, el país del mundo con más presas por unidad de superficie y de población, pese a contar con grandes capacidades de regulación subterránea. El caso del Segura es simplemente el más evidente y más nítido ejemplo, porque en esa cuenca el potencial de incremento de la productividad agraria que se puede conseguir con cualquier nueva aportación de agua es superior al de casi cualquier otra región de España. Ello ha impulsado y ha legitimado socialmente más que en ningún otro lugar el tándem mutuamente alimentado de la industria de las obras hidráulicas y la extensión del regadío a las grandes fincas de secano, generadora de extraordinarias plusvalías.

Esta presión social, alentada por las autoridades políticas de la práctica totalidad de los niveles administrativos, viene forzando crecientemente la selección de tipos de suelo a poner en riego. Según reconoce el propio Plan de Cuenca, “las tierras más aptas para el riego, [que] corresponden a las clases 1 y 2, ya están transformadas hace tiempo”. Los últimos ciclos de puesta en riego se han basado principalmente en suelos de clase 3 y hasta 4, que ya presentan apreciables limitaciones

Existen incluso varios miles de hectáreas de suelos salinos (algunos autores apuntan más de 10.000), correspondientes a antiguos saladares naturales del entorno del Parque Natural de El Hondo, en Albaterra, Crevillente y Elche, que fueron puestos en regadío a lo largo del siglo XX en varios intentos sucesivos, alentados por los diversos planes de aportación de nuevos recursos hídricos ya citados. De este modo, además de haber dilapidado una y otra vez los dineros públicos invertidos, se han generado cultivos de baja rentabilidad por la salinidad de los suelos, agravada por la baja calidad de las aguas que reciben, procedentes de retornos de riego de aguas arriba de la cuenca. En estas zonas apenas se puede cultivar otra cosa que palmeras, higueras, granados, y algunas otras especies de gran resistencia a la salinidad. Sin embargo, estas tierras, y otras de condiciones parecidas en otros lugares de la cuenca, están computadas en el PHN entre los regadíos infradotados, por lo que sus demandas de agua se suman a las que justifican el trasvase Ebro-Segura. Obviamente, seguir manteniendo en la actualidad estos planteamientos propios del desarrollismo agrario de décadas pasadas, carece de toda racionalidad agronómica e hidrológica.

El gráfico adjunto, tomado del PHN (Vol 3 pág 232), muestra la evolución de las superficies regadas en la cuenca del Segura. Las aproximadamente 90.000 hectáreas que estaban en riego antes de la guerra civil en toda la cuenca del Segura se han transformado en 250.000 en la segunda mitad del siglo XX. Se observa también que el salto más acusado,

que de hecho es el responsable de la situación actual, se produce en torno a 1980, con la entrada en servicio del Acueducto Tajo-Segura.

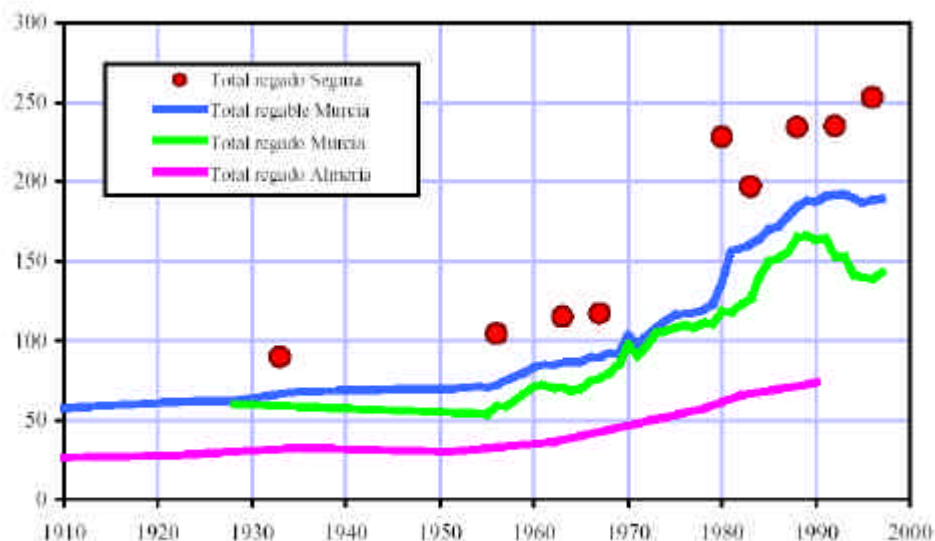


Figura 144. Evolución de las superficies de regadío

El PHN insiste en crear la opinión de que el regadío en el Segura está estabilizado, y que la finalidad del trasvase del Ebro es simplemente recuperar los acuíferos que están actualmente sobreexplotados. El propio gráfico desmiente esa pretensión. Al parecer, las superficies regables en Murcia se estabilizaron en los años noventa, y las regadas disminuyeron, por efecto de las fuertes sequías de la década, y también como consecuencia de los procesos de urbanización. Pero en el conjunto de la cuenca (serie de puntos rojos) las superficies regadas continúan aumentando, y no hay signo alguno de que se vayan a estabilizar. Antes al contrario, si se llevase a término el trasvase se asistiría con toda probabilidad a un nuevo salto en el gráfico histórico de las superficies regadas. No hay ninguna razón para pensar lo contrario, a la vista de las presiones económicas reinantes, que parece que son y seguirán siendo capaces de desbordar todas las directrices de políticas agrarias e hidrológicas, en el supuesto de que no estuvieran de acuerdo con ellas.

La única diferencia de este cuarto ciclo respecto a los anteriores estriba en que si se llegase a ejecutar, sería el último. No porque finalmente se llegase a implantar la cordura hidrológica, sino porque una vez esquilados el Júcar y el Ebro, ya no quedarían más ríos sobre los que pudieran plantearse iniciativas de trasvase. No obstante, como se verá en el siguiente capítulo, para entonces la desalación de agua de mar estará en condiciones de tomar el relevo, por lo que el problema ambiental que se perfila en el horizonte, en zonas como el sureste de la Península Ibérica, será más bien el de cómo evitar que la disponibilidad de agua desalada no facilite el incremento ilimitado de actividades de transformación agraria, turística o infraestructural, con fuertes impactos territoriales.

## 1.2. Agua del Ebro para Castilla-La Mancha

En el debate sobre el PHN ha pasado prácticamente desapercibido el hecho de que en el reparto de nuevos caudales en la Cuenca del Júcar, derivado del trasvase del Ebro, se le asignan a Castilla La-Mancha del orden de 200 hm<sup>3</sup> de nuevas dotaciones de agua, cantidad superior a la asignada tanto a Cataluña (190 hm<sup>3</sup>) como a Almería (95 hm<sup>3</sup>).

La imagen transmitida por los medios gubernamentales de que la finalidad del trasvase consiste en llevar agua del Ebro a la "sedienta" costa mediterránea, ha permitido que el importante papel que ha jugado Castilla La-Mancha en la gestación del trasvase del Ebro se haya mantenido entre bastidores. Sin embargo, la grave problemática del agua en Castilla-La Mancha es una de las claves del PHN, y es la razón del enérgico apoyo que el Plan viene recibiendo de José Bono, presidente de la Junta de Castilla-La Mancha.

Como se puede observar en el mapa de la página siguiente, la Cuenca del Júcar incluye la mayor parte del territorio de la Comunidad Valenciana, pero también buena parte de las provincias castellano-manchegas de Albacete y Cuenca, incluyendo las dos capitales. Textualmente, por lo que se refiere al reparto de nuevos caudales del PHN dentro de la Cuenca del Júcar, el documento oficial del PHN señala:

*“Nótese, por otra parte, que con las cifras indicadas se alcanza una cierta equidad territorial entre Valencia y Castilla-La Mancha en las nuevas asignaciones de recursos, con valores próximos en ambos casos a los 200 hm<sup>3</sup>/año” (PHN, Vol. 3, pág. 285).*

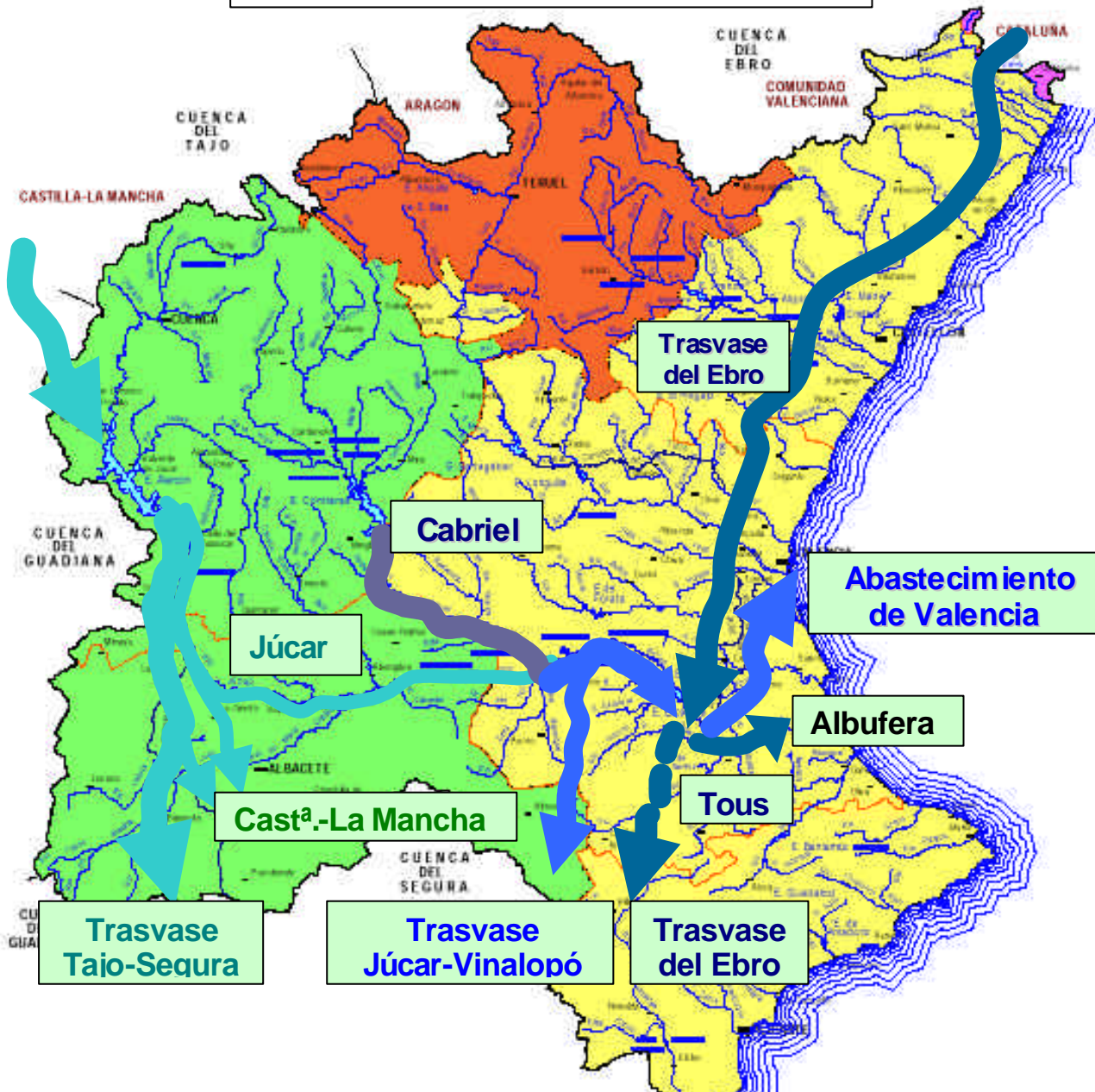
En síntesis, el balance de aguas del PHN para la Cuenca del Júcar es el siguiente:

- Transferencias externas: entrada de 315 hm<sup>3</sup> anuales desde el Ebro
- Ahorros: unos 90 hm<sup>3</sup> por modernización del sistema de la Acequia Real del Júcar
- Total nuevos recursos a reasignar:  $315 + 90 = 405$  hm<sup>3</sup>

Según establece el texto oficial, estos 405 hm<sup>3</sup> se reparten aproximadamente a partes iguales entre la Comunidad Valenciana (principalmente en Alicante y algo en Castellón) y la de Castilla-La Mancha (básicamente en Albacete, con extensiones hacia otras provincias).

Por razones geográficas obvias, la entrega del agua del PHN a la meseta de Castilla-La Mancha sólo se puede hacer mediante compensación con caudales del Júcar, pues no es razonable enviar físicamente el agua del Ebro a Castilla-La Mancha. En consecuencia, si se ejecutase el trasvase del Ebro, 200 hm<sup>3</sup> de agua del alto Júcar se quedarían legalmente en Castilla-La Mancha, además del agua que ya es captada hoy en día en esta comunidad. Estos nuevos caudales serían compensados en las provincias costeras con agua del Ebro. De este modo, Castilla-La Mancha, además de ser la segunda comunidad autónoma receptora de agua, sería la primera y de hecho la única beneficiaria en calidad, ya que sería la única que sólo recibiría agua pura del Júcar, que es el recurso con mejor calidad de todos los involucrados en el trasvase del Ebro.

## EL JÚCAR DESPUÉS DEL PHN



Tres trasvases en menos de 200 kilómetros. El río Júcar es la clave de toda la reasignación de recursos en la costa mediterránea y en la Mancha Oriental que pretende realizar el PHN. Las cantidades que se pretenden extraer del río Júcar en cabecera son superiores a las que se aportarán aguas abajo, y sobre todo, el agua que se extraerá es de una calidad muy superior a la del agua que se aportará. En su curso medio, el río desaparecerá en ciertas épocas del año (ya ha ocurrido en algunas ocasiones), y en su curso bajo, sus caudales residuales no podrán aportar suficiente dilución a los abundantes vertidos de las superpobladas comarcas de la Costera y las Riberas Alta y Baja. Del mismo modo que el trasvase Tajo-Segura acabó de arruinar ecológicamente a una Vega Baja del Segura ya afectada por las imprudentes políticas hidrológicas anteriores, el trasvase del Ebro ocasionará la ruina ecológica de la Ribera Baja del Júcar.

El uso del agua en Castilla La Mancha es fundamentalmente el riego agrario, y en particular de maíz y otras herbáceas:

#### UTILIZACIÓN DEL AGUA AGRARIA EN CASTILLA LA MANCHA (1999)

Datos en miles de metros cúbicos:

Maiz	963.639
Otras herbáceas y cereales	435.062
Cultivos industriales	147.439
Patatas y hortalizas	39.912
Frutales	54
Otros cultivos	149.011
<b>TOTAL</b>	<b>1.735.117</b>

Fte: Instituto Nacional de Estadística

Se observa que sólo en cultivar maíz se consumieron en 1999 en Castilla La Mancha 964 hm<sup>3</sup>, esto es, más agua que la que el PHN pretende trasvasar desde el Ebro hacia el sur (860 hm<sup>3</sup>). El cultivo del maíz en Castilla-La Mancha se concentra en la provincia de Albacete, que en 1999 representó el 53% de la producción regional y el 48 por ciento de la superficie plantada y del consumo de agua en el cultivo de este cereal. Esta provincia es asimismo la principal receptora del agua del trasvase compensada mediante agua del Júcar.

La finalidad del trasvase del Ebro por lo que se refiere a Castilla-La Mancha es posibilitar el mantenimiento e incluso la expansión de estos cultivos de regadío, que ya no son sostenibles por la severa sobreexplotación que han ocasionado en los acuíferos de la Mancha Oriental y en el manto freático del Júcar. Sin embargo, la expansión del regadío continúa. Está previsto para el próximo año el inicio de la construcción del Canal de Albacete, una de las principales infraestructuras de riego previstas en el Plan Nacional de Regadíos, que creará más de 6.000 hectáreas de nuevos regadíos en la meseta manchega. Los usos urbanos representan menos del 5% de las nuevas asignaciones, por lo que no son significativos a los efectos del trasvase, aunque se han utilizado como argumento de justificación.

Es sabido, sin embargo, que la productividad del agua asignada al cultivo del maíz en las estepas españolas es una de las más bajas de todas las aplicaciones agrarias conocidas:

<b>El cultivo del maíz en Albacete en 1999</b>		
<b>CONCEPTOS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Datos 1999</b>
Superficie	Has	22.535
Producción	Tm	272.373
Precio oficial del maíz	Pts/kg	23,46
Valor de la producción	Millones Pts	6.390
Subvenciones PAC al maíz	Millones Pts	1.266
Renta Bruta Total del maíz	Millones Pts	7.656
Agua Utilizada	Hm <sup>3</sup>	466,2
Consumo Unitario de agua	m <sup>3</sup> /kg maíz	<b>1,71</b>
Productividad bruta del agua	€/m <sup>3</sup>	<b>0,10</b>

Ftes.: Elaboración propia sobre datos del INE y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

Cada metro cúbico de agua asignado al cultivo del maíz en Castilla-La Mancha produce una renta bruta (antes de descontar combustibles, abonos, tiempo de trabajo y demás costes de producción), de tan sólo 16,4 Pts., esto es, algo menos de 0,1 Euros.

Sin embargo, el coste de un metro cúbico de agua trasvasado desde el Ebro a la cuenca del bajo Júcar sería de 52 pts (0,31 Euros), según los datos oficiales del PHN, aunque en realidad los costes pueden ser muy superiores, incluso hasta el doble, como se verá en posteriores apartados del presente informe. Esto significa que el coste del agua a trasvasar desde el Ebro al Júcar para equilibrar la sobreexplotación de los cultivos de maíz sobre los recursos hídricos de la Mancha Oriental sería al menos tres veces superior a la producción bruta generada, y podría superarla hasta en seis veces. Obviamente, cuando se afirma que el agua del trasvase no irá a Castilla La Mancha, se está ocultando el hecho de que sin las nuevas asignaciones de agua del alto Júcar a esta comunidad, habría que trasvasar 200 hm<sup>3</sup> menos desde el Ebro. Se trata de un caso típico de compensación de caudales.

Es bien sabido que el maíz es un cultivo absolutamente inadecuado desde el punto de vista ecológico para una meseta semiárida como es La Mancha. Si se ha expandido como lo ha hecho en los últimos años, con producciones medias por encima del medio millón de toneladas anuales, ha sido por efecto de las subvenciones de la PAC, combinadas con una política permisiva o incluso alentadora de la apertura indiscriminada de pozos, que han conducido a la sobreexplotación y esquilma de los acuíferos manchegos, con las graves consecuencias ecológicas de todos conocidas: desaparición de tramos enteros del río Guadiana, afecciones al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, alteración de las lagunas de Ruidera, etc.. La solución que ahora aporta el PHN es trasvasar agua del Ebro a las provincias costeras para compensar la esquilma de los recursos naturales de agua por el cultivo de maíz y otros productos de baja rentabilidad en Castilla-La Mancha.

La pregunta que no contesta el PHN es la de quién pagará ese agua. Obviamente no lo harán los agricultores de Castilla La-Mancha, que seguirán bombeando agua de sus pozos con un coste de recurso cero, mientras alguien recarga sus acuíferos reponiendo agua con fines "ecológicos" desde los embalses de cabecera hacia diversos cursos fluviales y zonas húmedas. El gobierno español confía en obtener financiación de la Unión Europea, lo cual le permitiría abordar con gran flexibilidad la interpretación del principio de la plena recuperación de costes, y la consiguiente fijación de los precios del agua.

El resultado para la Unión Europea, si acabase aportando fondos para la construcción del trasvase del Ebro, podría acabar siendo bastante inaceptable también en el campo de la agricultura continental, que aparentemente no estaba afectada por el trasvase del Ebro. La Unión estaría pagando considerables subvenciones de la PAC para mantener la agricultura continental de regadío en las estepas semiáridas manchegas, y además estaría aportando, vía fondos de cohesión, subvenciones *de facto* para el agua de cultivo de una cuantía muy superior, por unidad de producto, a las entregadas vía PAC.

### **1.3. Conclusión: abordar la reordenación agraria y la gestión de la demanda**

De los apartados anteriores se desprende la conclusión obvia de que las soluciones a los problemas hidrológicos en la cuenca del Segura, así como en Castilla-La Mancha, ya se trate de trasvases o de cualquier otra medida, deberían haber sido planteadas como apoyo a medidas previas de reestructuración agraria que corrigiesen los errores o fracasos del pasado en materia de desarrollo del regadío. Por el contrario, el PHN ha cerrado los ojos a estas realidades, asumiendo acriticamente el *statu quo* agrario de la zona, y se ha aprestado a buscar recursos para mantener espacios de riego que son inadecuados para este uso por razones edafológicas, climáticas, y otras.

Esta es exactamente la concepción opuesta a la metodología de gestión de la demanda, cuya esencia consiste en tratar en cualquier problema hidrológico la demanda estructural de agua de cualquier sector –agrario, industrial, urbano...– como una variable más, que puede ser sustancialmente modificada, si así lo aconsejan los pertinentes análisis socioeconómicos y medioambientales, mediante la decisión política, la intervención técnica y el consenso social. Por el contrario, el PHN descarta como propia de la gestión de la demanda agraria cualquier posible modificación de las superficies calificadas como regables, y cualquier intervención sobre la selección de especies a cultivar. Para los redactores del Plan, la gestión de la demanda agraria se limita, explícitamente, a las técnicas de mejora de los sistemas de administración del agua de riego. Lógicamente, esta “gestión de la demanda agraria”, identificada con la “modernización de regadíos”, tendrá necesariamente capacidades de ahorro limitadas en zonas como el Segura, en las que el recurso ha sido históricamente escaso, porque las técnicas de riego están ya adaptadas a la escasez.

Sin embargo, en el sector agrario, tanto en la cuenca del Segura como en Castilla La Mancha, las posibilidades de racionalización de los consumos de agua mediante políticas agrarias razonables, son enormes. Partiendo de la determinación de las superficies que tiene sentido regar desde el punto de vista económico y ecológico, para continuar con la identificación de los productos que tiene sentido cultivar en función de la disponibilidad de agua y de otros factores de producción, así como de los mercados disponibles, y abordando en último término la mejora de la eficiencia técnica de la administración del agua a los regadíos y cultivos concretos que los anteriores análisis hayan recomendado mantener, las necesidades de agua para la agricultura pueden descender de modo drástico.

Para hacer posible esta reducción sin generar traumas socioeconómicos, la planificación hidrológica y la planificación agraria, adecuadamente coordinadas, deben organizar los procedimientos técnicos, las compensaciones económicas y la mediación social necesarias para llevar a la práctica las adecuadas reestructuraciones de regadíos y cultivos.

La reforma de la Política Agraria Común puede ser de gran ayuda en esta reorganización. De acuerdo con la filosofía de adaptación ecológica que inspira a esta reforma, se deberían establecer limitaciones de los cultivos subvencionables en función de la adecuación ecológica de los cultivos al territorio, siendo obviamente la demanda de agua en relación con la climatología natural una de las claves de esta adaptación. En cuanto la nueva PAC disuadiera en Castilla-La Mancha el cultivo de maíz y otras especies de gran consumo de

agua, y estimulara los cultivos de secano, o algunas alternativas de cultivo en regadío razonables, como el cereal con un único riego de apoyo en primavera, los cientos de hectómetros cúbicos que así se liberarían restaurarían en pocos años el equilibrio hidrológico de la Mancha, incluyendo sus extraordinarias zonas húmedas y otras masas de agua. De este modo se reduciría también la creciente presión actual sobre los recursos del Júcar y del ATS, que se trasmite aguas abajo, reforzando en la costa las demandas a favor del trasvase Ebro-Segura. Estas medidas se podrían aplicar sin merma alguna de las rentas agrarias actuales, y sin coste adicional para las arcas comunitarias.

En el Segura, por su parte, la única solución razonable pasa por actuar sobre las 60.000 hectáreas mal dotadas de agua que constituyen “el problema hidrológico español”. La plena dotación de estas hectáreas, a razón de 6.000 o 7.000 m<sup>3</sup> por hectárea y año, genera la “demanda” agraria de 300 ó 400 hm<sup>3</sup> de la cuenca del Segura, para cuya satisfacción se ha construido todo el proyecto de los dos trasvases del Ebro. La zona de Almería no se debe de considerar, pues está resolviendo ya sus déficits mediante desalación.

De estas superficies, hay una primera bolsa de entre 10.000 y 15.000 hectáreas que nunca debieron haber sido transformadas en regadío, por falta de aptitud agronómica, y que deberían ser, o bien devueltas al secano, o en su mayor parte, renaturalizadas como saladares o zonas húmedas, que es su verdadera vocación. La Unión Europea estaría directamente interesada en contribuir a esta solución ayudando a compensar a los propietarios afectados, porque de este modo facilitaría la recuperación del entorno del Parque Natural del Hondo, e incluso podría ayudar a restituir en parte la antigua gran Albufera de Elche, un espacio natural de valor europeo, cuyo potencial ecológico es comparable al de la Albufera de Valencia, y en algunos aspectos, superior. Por el contrario, apoyando el trasvase contribuiría a la degradación a largo plazo de este espacio, al facilitar la intensificación de las actividades agroindustriales de alto impacto en el entorno.

Una segunda bolsa de tierras, quizá de entre 15.000 y 20.000 hectáreas, seleccionadas de entre las de menor aptitud agronómica y derechos más recientes o menos consolidados (origen ilegal, etc...), deberían pasar a la categoría de regadíos eventuales, que sólo recibirían agua para riego en los años en que la disponibilidad de recursos superase un cierto umbral a determinar. Dotando el cambio de clasificación con subvenciones suficientemente interesantes, es probable que una convocatoria pública de reclasificación reuniese las superficies previstas a título voluntario. Dado que esta sería una medida con claro contenido ambiental (reducir de modo definitivo la presión sobre los recursos de agua en zonas semiáridas), estaría justificada la financiación europea de la misma.

El resto, entre 25.000 y 35.000 hectáreas seleccionadas entre las de mayor potencial agronómico, necesitarían unos 150 hm<sup>3</sup> anuales para asegurar su dotación. Para satisfacer esta demanda hay que tener en cuenta, en primer lugar, que la intervención arriba señalada sobre los usos del agua en Castilla-La Mancha permitiría reducir la presión sobre los caudales del ATS, lo cual podría aliviar notablemente la situación.

Para completar las aportaciones, posiblemente habría que recurrir a soluciones de desalación o desalobración. Se trataría de incorporar entre 50 y 100 hm<sup>3</sup> anuales, para lo cual se precisaría una inversión de entre 100 y 200 millones de Euros en dos o tres grandes

plantas, si se trata de desalación de agua de mar, y de cantidades sensiblemente inferiores si se resolviera parcialmente con desalobración. Estas medidas deberían ser incorporadas al esquema de explotación del ATS, pues en realidad si se llegan a implantar será debido al fallo de este trasvase en la aportación de los recursos previstos. Se trataría de completar el ATS, 20 años después, con medidas complementarias de producción de recursos en cola, ante la insuficiencia de los recursos de cabecera.

En un esquema integrado de aguas superficiales, desalobración y desalación en el sistema del ATS, con precios unificados para las aguas urbanas y agrarias, el incremento de costes finalmente resultante sería bastante asumible tanto por los usuarios urbanos como por los agrarios. Las tendencias a la reducción de los costes de desalación, que se analizarán en el siguiente capítulo, facilitarían grandemente esta solución. Además, la entrada en el sistema de agua de muy elevada calidad, ya sea a través de los usos urbanos o agrarios, además de mejorar los servicios hidráulicos obtenidos, facilitaría la reutilización, abaratando su coste.

Por supuesto, como se verá en el próximo apartado, las soluciones de desalación se pueden aplicar en cualquier lugar de la costa o del interior sin coste adicional de conducción o elevación, actuando en este último caso por compensación de caudales con algún usuario costero que esté recibiendo actualmente recursos procedentes del interior, los cuales suman cientos de hm<sup>3</sup> en la actualidad. La superior calidad de los recursos desalados a compensar facilitaría la aceptación de estas compensaciones.

## **2. El marco tecnológico: una rápida transformación**

### ***2.1. La desalación de agua de mar, una tecnología en pleno desarrollo***

El contexto tecnológico en el que se encuadra el PHN, y concretamente los trasvases del Ebro, se encuentra en una fase de rápida transformación. Inexplicablemente, este proceso de desarrollo tecnológico no ha sido tomado en consideración durante la elaboración del anteproyecto de los trasvases del PHN, pese a que presenta implicaciones decisivas sobre los mismos, como se verá a continuación.

La evolución tecnológica en los diferentes subsectores sobre los que se articula la política hidrológica presenta en la actualidad unos rasgos marcadamente asimétricos. Por una parte, las tecnologías hidráulicas tradicionales han llegado a lo largo del último siglo a un elevado grado de maduración, por lo que ya no es posible conseguir mejoras apreciables de eficiencia en los parámetros básicos que definen los grandes proyectos hidráulicos. Los rendimientos de los bombeos y turbinaciones a gran escala ya sólo pueden lograr mejoras incrementales, pues se encuentran en general a pocos puntos porcentuales de sus máximos teóricos o situaciones ideales. Otro tanto ocurre con el diseño de tuberías, canales y demás elementos de la ingeniería hidráulica. Las mejoras de cierta importancia en este campo ya sólo pueden venir a través del perfeccionamiento de la gestión, y concretamente de la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación al control y la optimización del funcionamiento de los sistemas. Las grandes obras hidráulicas hay que dejar de construirse, y hay que empezar a gestionarlas.

En el otro extremo del ciclo del agua, en la recuperación de las aguas residuales, se están produciendo avances tecnológicos sustanciales, que están permitiendo obtener aguas de gran calidad, aptas prácticamente para cualquier uso, a partir de las aguas residuales urbanas e incluso industriales. A este avance están contribuyendo especialmente las nuevas tecnologías de filtración, esto es, la micro, ultra y nanofiltración, así como la ósmosis inversa, cuyo aumento de eficiencia y consiguiente abaratamiento le está abriendo las puertas de grandes mercados potenciales.

También se están registrando considerables avances en materia de eficiencia en los puntos de uso del agua, tanto en los usos domésticos, con nuevas generaciones de electrodomésticos y sanitarios con estándares de consumo mucho más bajos, como en los procesos industriales, que han reducido drásticamente sus consumos unitarios, y en los consumos agrarios, que, aunque más lentamente, también van incorporando nuevas tecnologías de eficiencia.

Todos estos cambios están influyendo profundamente en la planificación hidrológica en todos los países desarrollados, que van comprendiendo que no tiene sentido seguir por más tiempo concibiendo la gestión del agua como el arte de satisfacer demandas siempre crecientes con recursos naturales cada día más escasos. Pero sin duda la evolución tecnológica más espectacular la están experimentando las tecnologías de desalación, tanto en el campo de las aguas salobres como, sobre todo, del agua de mar.

La tecnología de desalación de agua de mar es reputada como una tecnología de muy alto consumo energético, y por tanto, como una fuente intrínsecamente cara y con elevado impacto ambiental. Sin embargo, esta visión no es esencialmente cierta. Si hasta el momento actual la desalación de agua de mar ha sido una tecnología de elevado consumo energético, ello se ha debido fundamentalmente a la inmadurez tecnológica del sector, y por otra, a la concentración de la demanda mundial de agua desalada en un territorio –el Golfo Pérsico- en el que la energía tiene unos precios irrisorios.

La realidad es que el límite físico teórico del coste energético de la desalación de agua de mar, en condiciones ideales, se sitúa en 0,77 kWh/m<sup>3</sup>, que es aproximadamente la energía necesaria para extraer agua de un pozo de unos 200 metros de profundidad con una bomba sumergible de buen rendimiento. Obviamente, estas condiciones son inalcanzables en la realidad, pero la tecnología de ósmosis inversa está permitiendo en los últimos años aproximarse hacia esas cotas de consumo de una forma que parecía imposible hace tan sólo una década. Interesa explicar, siquiera muy brevemente, las líneas básicas del salto tecnológico cualitativo que está dando el sector de la desalación en la actualidad.

Por las peculiaridades técnicas del proceso de desalación, una parte sustancial de la energía incorporada al proceso queda asociada a la salmuera, que es el residuo del proceso. La recuperación de la energía de la salmuera es una de las claves de la eficiencia energética del proceso de desalación. La otra es la arquitectura de las membranas, que es donde en definitiva se produce la separación física de la sal y el agua.

La recuperación de la energía en las plantas industriales de ósmosis inversa se ha venido realizando mediante la aplicación de tecnologías de origen hidroeléctrico, sobre todo ensamblando turbinas clásicas, tipo Francis y tipo Pelton. Esta combinación marca un límite bastante estricto a los porcentajes de recuperación de energía de la salmuera, por debajo del 70%. Con esta limitación, y con las membranas disponibles hasta finales de la década de los noventa, no era fácil bajar del entorno de los 4 kWh/m<sup>3</sup>, incluyendo los consumos periféricos (captación, filtrado del agua de mar, etc.). Por ejemplo, la planta de Bahía de Palma, que es la mayor y posiblemente la más eficiente de las grandes plantas españolas, consume actualmente 3,25 kWh/m<sup>3</sup> en las operaciones de desalación, y 0,6 kWh/m<sup>3</sup> en la captación y filtrado del agua de mar, aunque este último consumo está bastante penalizado por la gran distancia del mar a la que está situada la planta (5 km.).

Sin embargo, a mediados de los años noventa comenzaron a aplicarse a la recuperación de energía determinadas tecnologías de origen minero, conceptualmente distintas a las tradicionales. En términos técnicos estas tecnologías se conocen como “tecnologías de desplazamiento positivo”, aunque pueden ser descritas gráficamente como tecnologías “de pistón”, por oposición a las de turbina o rueda alabeada tradicionales. Desde los prototipos iniciales, que estaban afectados por diferentes problemas de operación y mantenimiento, estos dispositivos han evolucionado hacia equipos más robustos y fiables. En condiciones adecuadas, las nuevas generaciones de equipos pueden lograr porcentajes de recuperación del orden del 95% y superiores, con lo que el consumo en planta desciende netamente por debajo de los 3 kWh/m<sup>3</sup>, y contando con los consumos periféricos, se obtienen consumos globales en el entorno de 3 kWh/m<sup>3</sup> o inferiores.

Diversas compañías compiten actualmente para imponerse en este nuevo mercado, que está atravesando en estos momentos una etapa de gran creatividad y competitividad tecnológica. Hace 2 ó 3 años comenzó a generalizarse la implantación de estos dispositivos en pequeñas unidades de desalación, mientras las grandes plantas continuaban siendo equipadas con las turbinas tradicionales, menos eficientes, pero más robustas y fiables. Parecía que aún pasarían algunos años antes de que los nuevos sistemas llegasen a las grandes instalaciones, pero en 2001 comenzó, en lugares como Chipre, Lanzarote, Antillas holandesas y otros, el equipamiento de plantas medianas y grandes con este tipo de dispositivos, con resultados que al parecer están siendo muy satisfactorios.

En el último congreso de la International Desalination Association, celebrado en Bahrein en el pasado mes de febrero de 2002, se presentó el siguiente estudio comparativo de la eficiencia de los sistemas actualmente disponibles de recuperación de energía. Los datos de la tabla indican los consumos energéticos globales que se obtienen con cada sistema, expresados en kWh/m<sup>3</sup>:

Case	1	2	3	4	5	6
Production m <sup>3</sup> /train	300	300	1.000	1.000	6.000	6.000
Recovery %	45	35	45	35	45	35
<b><i>Fedco turbocharger</i></b>	<b>3.25</b>	<b>3.92</b>	<b>3.57</b>	<b>4.29</b>	<b>XXX</b>	<b>XXX</b>
Francis turbine	XXX	XXX	4.30	4.73	3.22	3.59
Calder Pelton wheel	2.97	3.35	3.68	4.26	3.04	3.34
<b><i>ERI PX</i></b>	<b>2.51</b>	<b>2.67</b>	<b>2.44</b>	<b>2.59</b>	<b>2.61</b>	<b>2.74</b>
Pump Eng. Turbo	3,34	4.43	3.76	4.55	3.11	3.69
<b><i>Desalco work exchanger</i></b>	<b>XXX</b>	<b>XXX</b>	<b>2.53</b>	<b>2.70</b>	<b>2.60</b>	<b>2.70</b>

Fte: "What Seawater Energy Recovery Systems Should I Use? – A Modern Comparative Study by Irving Moch, Jr. of I. Moch & Associates and Chip Harris of Advanced Membrane Systems. IDA World Congress, Bahrain 2002.

En la tabla se destacan en negrita los tres sistemas de desplazamiento positivo analizados en el estudio comparativo. Los dos sistemas aplicables a trenes de 6.000 m<sup>3</sup>/día, escala propia de las grandes instalaciones, se sitúan en el entorno de consumo de 2,60 kWh/m<sup>3</sup>, a lo que hay que añadir los consumos periféricos, que deben ser inferiores a 0,5 kWh/m<sup>3</sup>, con lo que el consumo total se sitúa en torno a los 3 kWh/m<sup>3</sup>. Recientemente una de las empresas citadas en la tabla ha certificado en los laboratorios de la Marina de los Estados Unidos en Port Hueneme, en la costa del Pacífico, un consumo de 2,0 kWh/m<sup>3</sup>, si bien lo ha logrado en una instalación piloto y en determinadas condiciones que no son aplicables a grandes instalaciones, por el momento. No obstante, hace simplemente tres años se consideraba físicamente imposible alcanzar un resultado similar, ni siquiera en laboratorio.

Si el estándar de los 3 kWh/m<sup>3</sup> está prácticamente consolidado y será la referencia general de la industria antes de dos años, a finales de la presente década se espera alcanzar el estándar de los 2 kWh/m<sup>3</sup>. Para llegar a este nivel de consumo, dado que las posibilidades que ha venido ofreciendo hasta ahora la recuperación de energía ya estarán prácticamente agotadas, se confía en el desarrollo tecnológico del otro elemento clave del sistema, esto es,

las membranas. Como regla general, rebajando la presión de trabajo de las membranas actuales se consume menos energía, pero los rendimientos del proceso son también más bajos. El objetivo es conseguir nuevos tipos de membranas de baja presión capaces de obtener buenos rendimientos con presiones de trabajo inferiores a las 50 atmósferas. En este rango de presiones el consumo teórico se sitúa en torno a 1,35 kWh/m<sup>3</sup>.

## 2.2. Una continua reducción de costes

Los avances tecnológicos en el sector de la desalación han ocasionado también un notable descenso de los costes productivos. Según se puede comprobar en la tabla adjunta, el mismo experto que fue responsable de los temas relativos a la desalación en la redacción del PHN, y que es actualmente un alto cargo del CEDEX, ha publicado en fechas recientes trabajos muy documentados en los que da cuenta de esa reducción de costes en España.

### LOS COSTES DE LA DESALACIÓN DE AGUA DE MAR EN ESPAÑA

	<u>Unidades</u>	<u>1995</u>	<u>2001</u>
<b>PARÁMETROS BÁSICOS:</b>			
* Coste de inversión	(10 <sup>3</sup> Pts/m <sup>3</sup> -día)	140-145	100
* Período de amortización	(años)	15	15
* Tasa de Interés	(%)	10	4
* Consumo de energía	(kWh/m <sup>3</sup> ):	5,3	3,8
* Precio de la energía	(Pts/kWh):	11	8
<b>RESULTADOS:</b>			
* Costes de explotación	(Pts./m <sup>3</sup> ) :	77,5	52,4
* Costes de amortización	(Pts./m <sup>3</sup> ):	56,0	35,0
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>PTS./M<sup>3</sup> :</b>	<b>133,5</b>	<b>87,4</b>

Fte: Torres, M. *La desalación de agua de mar, ¿recurso alternativo?*. I Jornadas Técnicas Balears 2015: la gestión del agua. Palma de Mallorca, Junio 2001

Los costes apuntados por M. Torres representan unos 0,52 €/m<sup>3</sup>, y se basan en las últimas generaciones de los antiguos sistemas de recuperación de energía. La difusión, en los próximos dos años, de los nuevos sistemas de recuperación de energía por desplazamiento positivo descritos en el apartado anterior, consolidará el coste del agua desalada por debajo de los 0,50 €/m<sup>3</sup>, con claras expectativas de alcanzar los 0,40 €/m<sup>3</sup> a finales de la década.

Interesa señalar, por último, que así como los costes energéticos de construcción de una infraestructura tradicional de obras hidráulicas son muy significativos en el ciclo de vida global del proyecto, no ocurre lo mismo con la desalación. Las plantas de desalación son básicamente sistemas dispensadores de energía con infraestructuras muy ligeras, cuya repercusión sobre el consumo unitario resulta prácticamente inapreciable. En los análisis del ciclo de vida de proyectos de desalación se puede prescindir de computar los costes energéticos de la construcción, sin riesgo de introducir errores significativos.

## **2.3. Conclusión: mejorar la eficiencia ecológica de la desalación**

La combinación de las reducciones de consumo energético que están experimentando las técnicas de desalación, con las mejoras previstas en la generación eléctrica por la introducción generalizada de gas natural y la participación incrementada de las energías renovables, va a reducir drásticamente a medio plazo la emisión de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> producido.

Además, las mejoras de eficiencia en la desalación son acumulativas con las mejoras de eficiencia en la utilización del agua, de modo que si en paralelo con las inversiones en desalación se realizan sustanciales inversiones en eficiencia, así como en reutilización, el resultado final, en términos de reducción de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por unidad de servicio hidráulico atendido con agua procedente en su origen inicial de la desalación de agua de mar, puede ser espectacular en relación con los niveles actuales. En un escenario tecnológicamente avanzado en todo el ciclo del agua, con generalización de las mejores tecnologías actualmente disponibles en cada fase del ciclo hidráulico-energético, la reducción podría alcanzar un factor cercano a 8, lo que significa que un mismo servicio hidráulico (una unidad de lavado, una unidad de riego, etc...) se podría obtener por desalación con emisiones ocho veces menores a las actuales.

Pero ello sólo será posible a condición de que, **previamente a la implantación de la desalación**, se haga un esfuerzo técnico e inversor profundo y continuado para optimizar la eficiencia de los sistemas de utilización del agua, ya sean urbanos, industriales o agrarios. En condiciones de alta eficiencia en el uso del agua y en la generación eléctrica, la desalación podría convertirse en una alternativa de suministro de agua ecológica y económicamente aceptable. No hay que olvidar, no obstante, que la aplicación de estos planteamientos de modo coherente exige no abordar inversiones en capacidad de desalación hasta haber logrado elevados niveles de eficiencia en todo el ciclo, y haber agotado el potencial de servicio hidráulico que puedan prestar los recursos actuales con los nuevos niveles de eficiencia. La prioridad máxima ha de ser la de optimizar la demanda.

Por el contrario, la implantación de desalación masiva a corto plazo para alimentar los ineficientes sistemas de utilización actuales constituiría un fraude ambiental inadmisibles, y también sería rechazable desde el punto de vista económico, pues sería sensiblemente más cara que las medidas adoptables por el lado de la demanda, tanto en inversión como en mantenimiento. De hecho, una política de ampliación masiva de la desalación sin preocuparse de la eficiencia en la utilización no sería más que una nueva versión tecnológica de las políticas de oferta tradicionales, que resultaría ambientalmente tan dañina como los grandes trasvases, aunque sus impactos ambientales fueran distintos.

En la situación de despilfarro del agua y/o desgobierno hidrológico que reina en el estado español, y en particular en las cuencas mediterráneas, tanto la alternativa de la desalación masiva como la del trasvase masivo resultan igualmente inaceptables. Sólo cabe imaginar otra alternativa aún peor: la combinación de ambas en gran escala, sin modificar el escenario actual de despilfarro del agua. Precisamente esa es la solución que propone el PHN: más de 1.000 hm<sup>3</sup> anuales de trasvases y casi 500 hm<sup>3</sup> anuales de desalación, sin ordenar la demanda ni corregir el desgobierno del agua.

Quizá esta propensión a la desalación de que hace gala el gobierno español venga alentada por la magnanimidad con que la Unión Europea viene financiando desde hace años en España la construcción de desaladoras con cargo a los Fondos de Cohesión. Por alguna razón, estas inversiones fueron clasificadas en su día como algo similar a “medidas ambientales de lucha contra la sequía”, por lo que son financiadas de modo prácticamente automático, sin muchas preguntas acerca del rendimiento de las redes ni de la eficiencia de los sistemas de utilización en los lugares en los que se implantan. Los contribuyentes europeos están financiando la producción en España de un agua que sigue siendo cara económica y energéticamente, para que luego se dilapide en redes vetustas, y en usos ineficientes y banales, que además son subvencionados por varios caminos hasta llegar a ser ofrecidos a precios muy por debajo del coste.

Por si ello fuera poco, la asignación u ofrecimiento de desaladoras a municipios, comunidades autónomas, o grupo de usuarios, se viene realizando en los últimos años desde el Ministerio de Medio Ambiente con unos criterios harto discutibles. En lugares como las Islas Baleares, la situación ha llegado a tales extremos, que la Comisión Europea haría bien en iniciar una investigación sobre el particular.

La Comisión no debería permitir que una situación como ésta se proyectase a una escala aún mayor en una hipotética alternativa al trasvase del Ebro, en la que muy probablemente habría que incorporar medidas complementarias de desalación. Estas tecnologías, juiciosamente aplicadas, pueden ser de gran ayuda en la construcción de una alternativa viable a los trasvases del Ebro, pero cualquier inversión de fondos comunitarios en este terreno debería ir precedida de una exhaustiva auditoría de eficiencia hidrológica del sistema receptor, que garantizase la existencia de una necesidad real, y el futuro buen uso de los caudales aportados.

### **3. Una solución doblemente inútil: trasvasar agua de mala calidad.**

#### ***3.1. El Ebro, un río con serios problemas de calidad del agua.***

La deficiente calidad de las aguas del Ebro en su curso bajo es bien conocida en la hidrología española. Por un conjunto de causas naturales y antrópicas, el Ebro presenta una conductividad bastante elevada, como reconoce el propio PHN, que evalúa la conductividad media de las aguas que se tomarán en el trasvase en 1.029  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Esta cifra supera los valores indicativos de la Directiva 75/440/CEE, incorporada a la legislación española por el Real Decreto 1541/1994, que fijan un máximo de 1.000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . En las cuatro estaciones del bajo Ebro utilizadas como referencia, el propio PHN reconoce un 51% de incumplimientos de este parámetro (PHN, Vol 4, Análisis Ambientales, p. 201).

Además, el problema principal de las aguas del Ebro estriba en que la elevada conductividad que presentan se debe principalmente a la presencia de sulfatos y cloruros, dos familias de sales especialmente dañinas para la salud humana. La presencia de sulfatos en las aguas prepotables viene limitada en las normativas europea y española a 250 mg/litro, pero en términos imperativos, y no sólo indicativos, como en el caso de la conductividad. Además, la Directiva fija un valor guía (máximo recomendado) de 150 mg/litro. En 1997, según los datos del PHN, la concentración media de sulfatos entre Ascó y Tortosa se elevó a unos 230 mg/litro. En ese año, el 50% de las muestras incumplían este parámetro, esto es, superaban los 250 mg/litro. En estas condiciones puede ser cuestionable la legalidad de dedicar el agua del Ebro a usos potables, como pretende hacer el PHN con unos 440 hm<sup>3</sup>, esto es, del orden del 42% de las aguas trasvasadas.

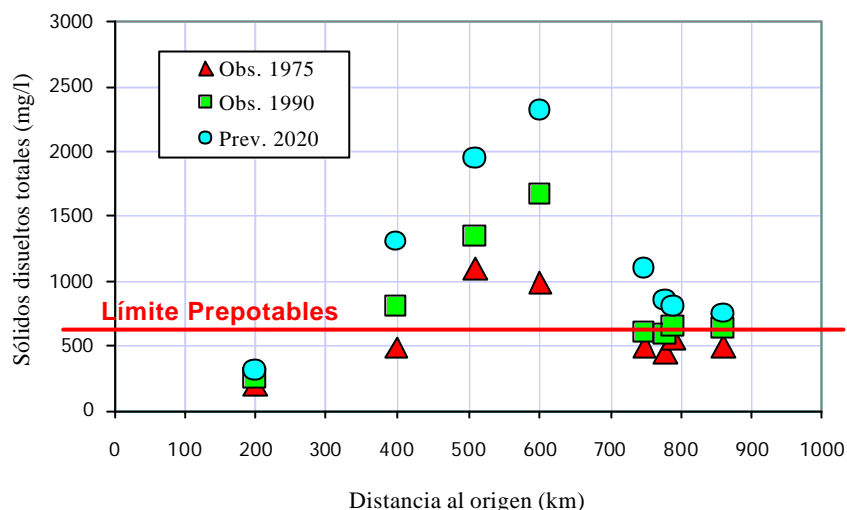
Por otra parte, en materia de conductividad y de concentraciones salinas la calidad del agua empeorará durante el transporte y regulación, debido a las pérdidas por evaporación. Asimismo, es importante recordar que la mayor parte de las sales disueltas, como los sulfatos y cloruros, sólo pueden ser retiradas del agua para hacerla plenamente potable mediante tratamientos de ósmosis inversa.

El problema de la mala calidad de las aguas trasvasadas afectará también a los usos agrarios. Las aguas del bajo Ebro son de “clase 3” (salinidades entre 750 y 2250  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) según la clasificación de aguas de riego de Richards, tradicionalmente asumida por la FAO, cuyo diagrama se presenta en el Anexo. En él se asigna un riesgo de salinización de suelos “alto”, al uso de este tipo de aguas. Para el uso de estas aguas se recomienda, además de un buen drenaje, un incremento del 20 por ciento en las dotaciones de riego para el lavado de las sales, dotación extra que no se contempla en el PHN.

Por último, aunque el PHN no hace referencia a este aspecto, es sabido que las aguas del Ebro presentan contenidos apreciables de sodio, con índices de adsorción elevados. Como se observa en el diagrama del Anexo, esta característica potencia los riesgos de salinización, y la combinación de ambas puede tener efectos muy negativos sobre el crecimiento vegetal.

### 3.2. Una clara tendencia a empeorar

Además de ser deficiente por causas tanto antropológicas como naturales, la calidad de las aguas del Ebro presenta una clara tendencia histórica hacia el empeoramiento, como puede comprobarse en el gráfico adjunto, extraído del PHN, que lo toma a su vez de Aragüés et al.<sup>2</sup>.



#### **Evolución observada y prevista de la salinidad de las aguas del Ebro**

Fte.: PHN, Análisis Ambientales, Fig. 76, pág 207.

El PHN argumenta en varias ocasiones que se observa una mejoría o al menos una estabilización de la calidad en el bajo Ebro, pero se basa para ello en observaciones limitadas al período 1990-96. Obviamente, la consideración de períodos tan cortos no permite extraer conclusiones fundamentadas en esta materia. Sin embargo, los estudios de Aragüés et al., con mucha mayor perspectiva histórica, y que parecen en principio más fiables para la valoración de las tendencias a largo plazo, y para un horizonte de 20 años pronostican un notable empeoramiento de las aguas del bajo Ebro.

No obstante, la polémica sobre la tendencia de la calidad de las aguas del bajo Ebro puede quedar aclarada acudiendo a los datos oficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro. (CHE) Existe una estación en la propia localidad de Cherta, desde donde se pretende derivar el trasvase sur, para la cual se dispone de dos series de mediciones, cuyos resultados

<sup>2</sup> ARAGÜES, R., D. QUILEZ, I. RAMIREZ. Riego, calidad del agua y calidad del suelo: la cuenca del Ebro como caso de estudio. Incluido en *Las Aguas Subterráneas en las Cuencas del Ebro, Júcar e Internas de Cataluña, y su papel en la planificación hidrológica*. Jornadas de la AIH. Lérida, 1996.

Nota.: la línea que señala el Límite de Prepotables ha sido añadida por el autor.

son accesibles vía Internet. En la tabla adjunta se presentan los datos originales, y algunas elaboraciones realizadas sobre los mismos.

RED ICA. AGUAS SUPERFICIALES.  
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. RESULTADOS ANALÍTICOS  
 ESTACION N° 512. EBRO EN CHERTA.  
 PARÁMETRO: CONDUCTIVIDAD. DATOS EN  $\mu\text{s/cm}$

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1980										1.143	1.073	1.115	ND
1981	644	679	756	672	756	612	590	691	912	1.061	1.025	1.123	793
1982	772	527	502	589	585	574	680	927	974	1.154	960	873	760
1983	522	638	676	604	630	645	629	757	1.247	1.208	1.071	1.114	812
1984	989	787	659	751	726	785	618	714	792	901	1.061	714	791
1985	792	ND	650	689	695	682	688	726	916	1.114	1.327	1.317	N.D
1986	1.107	1.183	805	618	670	686	673	813	981	944	1.107	1.045	886
(1) Media 1980-86	804	763	675	654	677	664	646	771	970	1.064	1.092	1.031	<b>818</b>
1993										805	729	811	ND
1994	633	569	717	704	828	808	747	826	1.050	1.006	984	880	813
1995	753	589	673	686	808	1.051	882	1.033	1.116	ND	1.474	ND	ND
1996	1.359	430	886	765	654	486	836	846	1.047	1.277	1.320	1.060	914
1997	680	703	820	800	740	1.140	1.160	1.400	1.140	1.220	1.540	1.320	1.055
1998	710	840	830	910	920	610	1.265	1.240	ND	ND	ND	ND	ND
1999	940	880	780	740	870	830	910	960	1.150	1.280	1.060	1.250	971
2000	930	850	890	880	760	650	770	930	990	1.060	1.280	1.030	918
2001	600	670	640	620									ND
(2) Media 1993-01	826	691	780	763	797	796	939	1.034	1.082	1.108	1.198	1.059	<b>923</b>
Variación (2) / (1)	2,6%	-9,4%	15,5%	16,7%	17,7%	19,9%	45,2%	34,0%	11,5%	4,2%	9,7%	2,7%	<b>12,9%</b>

La tendencia al empeoramiento se hace evidente en los datos oficiales de la C.H.E.. En poco más de una década, la media de las conductividades mensuales de las aguas del río Ebro en Cherta se ha elevado en casi un 13 por ciento. La tendencia de fondo de incremento de la conductividad parece estar situada en el rango de un 1 por ciento anual acumulativo. La extrapolación de esta tendencia conduce a datos consistentes con los de Aragiés et Al., que pronostican para el año 2020 una conductividad del orden de 1.300  $\mu\text{s/cm}$ .

Estas perspectivas se ven corroboradas de nuevo por las propias previsiones del PHN en materia de reducción de caudales en el Ebro, debido al incremento de los usos consuntivos previstos en los diversos subsistemas de la cuenca, y particularmente en el Segre. La aportación del Segre en Ribarroja permite una notable recuperación de la calidad de las aguas del Ebro, que llegan a Mequinzenza, embalse anterior a Ribarroja, con un grado de deterioro que las hace difícilmente aprovechables para la mayoría de los usos. El Segre es conocido como “el gran diluidor del Ebro”, según recuerda el propio PHN.

Sin embargo, en la cuenca del Segre-Cinca están previstas numerosas intervenciones, entre las que destaca, por su efecto sobre la calidad, la puesta en riego, sólo en el embalse de Rialp, de 50.000 nuevas hectáreas, más 20.000 a consolidar. En total se contempla ampliar los regadíos en esa cuenca en unas 100.000 hectáreas. La conjunción de estas intervenciones con otras de carácter ganadero, industrial y urbano conduciría a una reducción de las aportaciones del Cinca-Segre al Ebro desde los 5.400 hm<sup>3</sup> anuales a un orden de magnitud de 4.200 hm<sup>3</sup> anuales. Como consecuencia, la conductividad media en

la confluencia con el Ebro, que actualmente se encuentra en 750  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , podría fácilmente alcanzar los 1.000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  o más, debido al efecto combinado de las detracciones (que se realizan fundamentalmente en las cabeceras, donde la salinidad es mínima), y los retornos de las nuevas zonas regables y otras actividades alimentadas con las aguas detraídas.

Por otra parte, en el resto de la cuenca del Ebro, aguas arriba de la confluencia del Segre, están previstas también grandes incrementos de la demanda consuntiva, con unas 30.000 hectáreas de nuevos regadíos:

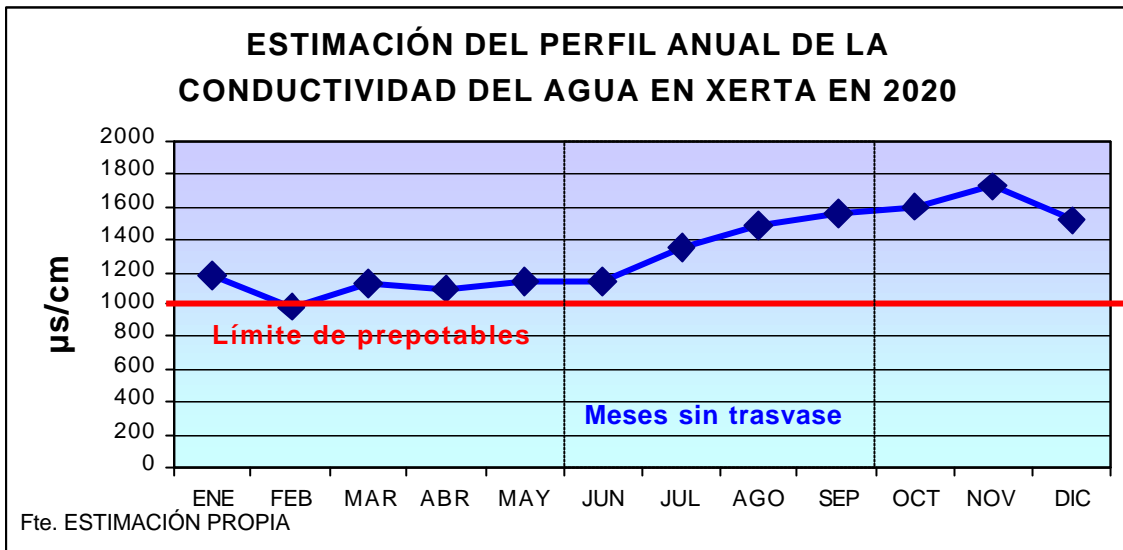
- El Pacto del Agua de Aragón contempla 220.000 hectáreas
- El Canal de Navarra, derivado de Itoiz, prevé 57.000 hectáreas
- Otras actuaciones suman las 70.000 hectáreas restantes (sin contar el Segre)

Estas ampliaciones del regadío, junto con diversas expansiones industriales y urbanas, van a suponer, según las estimaciones del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, recogidas también en el PHN, una reducción de caudales aguas arriba de Mequinenza del orden de 2.300 hm<sup>3</sup> anuales, con lo que el caudal medio del Ebro a la salida de Mequinenza sería de unos 6.500 hm<sup>3</sup>, y por las mismas razones apuntadas más arriba para el Segre, la conductividad media podría pasar desde los 1.200  $\mu\text{s}/\text{cm}$  actuales hasta el orden de 1.500.

La combinación de las aguas del Ebro y el Segre con estos caudales y estas conductividades produciría un agua con una conductividad media cercana a los 1.300  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y teniendo en cuenta que entre la confluencia del Segre y Cherta se eleva actualmente la conductividad en cerca de 50  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , el agua que se obtendría para la derivación al trasvase tendría una conductividad media de 1.350  $\mu\text{s}/\text{cm}$  como mínimo. Tras la evaporación sufrida a lo largo del transporte, y en los embalses de regulación intermedia, esta agua llegaría a destino con cerca de 1.400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Huelga señalar que con un agua de estas características no sólo no sería posible atender ningún suministro urbano, sino que su utilización a largo plazo en sistemas agrarios tan amenazados por la salinización como los mediterráneos, ofrecería considerables riesgos, como se verá más adelante.

En el gráfico adjunto se representa la probable evolución anual de la salinidad en Cherta, en la hipótesis de que se alcanzara una conductividad media de 1.350  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y de que se mantuviera el actual perfil de evolución a lo largo del año.

En ningún momento del año sería posible captar agua de calidad prepotable para el trasvase. En los ocho meses en los que está previsto realizar trasvases, la conductividad media alcanzaría casi los 1.300  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Finalmente, hay que tener en cuenta que la variabilidad de las conductividades de unos años a otros es bastante acusada, como se podía observar en la tabla anterior, que recogía las conductividades registradas en la red ICA para Cherta. Ello supone que en algunos años el agua podría alcanzar durante muchos meses seguidos conductividades por encima de los 2.000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , con importante participación de sulfatos, y abundante presencia de sodio, lo que las invalidaría para numerosos usos, incluso agrarios. En tales años, el trasvase sería de hecho inviable.



A la luz de los datos disponibles, una evolución de la conductividad de este tipo puede considerarse altamente probable, y en cualquier caso, mucho más probable que la situación de estabilidad que arbitrariamente asume el PHN.

### **3.3. Conclusión: replantear la estrategia de calidad del agua**

La estrategia hidrológica de la fachada mediterránea debería haberse planteado asumiendo la mejora real de la calidad del agua como prioridad principal de las actuaciones. Ello exige, en primer lugar, tratar con gran cuidado los recursos de mejor calidad

Dada la intensidad de usos del agua que caracteriza a la fachada mediterránea, cualquier nueva aportación de agua a estas zonas, sea cual sea su origen, debe contar ante todo con una salinidad inicial muy baja, que amortigüe las consecuencias de la intensiva utilización a que va ser sometida posteriormente. Además, las tecnologías de regeneración con desalobración deben estar presentes en los puntos críticos de los ciclos de reutilización, para garantizar el mantenimiento de una calidad adecuada en cualquier nueva aplicación del agua regenerada. Esta es exactamente la estrategia opuesta a la seleccionada por el PHN, que al cerrar los ojos al problema de la calidad, probablemente ha colocado al proyecto de trasvase en un callejón sin salida, contraviniendo el Artículo 7 de la Directiva Marco del Agua, que aboga por políticas que contribuyan a “reducir el nivel del tratamiento de purificación necesario para la producción de agua potable”.

En efecto, para utilizar el agua del Ebro de forma masiva en abastecimientos urbanos (440 hm<sup>3</sup> suponen el abastecimiento de 4,5 millones de habitantes) sólo cabe una doble opción: o se impone por la fuerza su intercambio con los mejores recursos naturales destinados a la agricultura a lo largo de toda la fachada mediterránea, o se somete a las aguas trasvasadas a masivos tratamientos de reducción de la salinidad, con los costes económicos y energéticos que ello conllevaría.

La primera solución condena a miles de usuarios agrarios de regadíos tradicionales a soportar todo el deterioro ecológico derivado de la mala calidad de las aguas del trasvase, y contradice el principio básico, comúnmente asumido, de que un trasvase no puede perjudicar a los usuarios actuales. Este criterio, sin embargo, no se aplica en el bajo Júcar, y a otras zonas de la Comunidad Valenciana, donde una vez más, y como ya ocurriera en la Vega del Segura con el ATS, los agricultores tradicionales tendrían que soportar el deterioro de sus recursos de agua y suelo en beneficio de los intereses turísticos o agroindustriales.

La segunda solución, la desalobración a gran escala, además de incrementar los costes hasta niveles aún menos competitivos con otras alternativas de suministro, ocasionaría nuevos problemas no previstos. El primero sería el de la disposición de las salmueras. Los procesos de desalobración de aguas como las del Ebro generan efluentes con salinidades de 8 gramos por litro como mínimo, y muy superiores en caso de doble ciclo, cuyo vertido a cauces naturales difícilmente sería autorizable. Ello obligaría a restringir las operaciones de desalobración a emplazamientos costeros, y por tanto limitaría la utilización de las aguas trasvasadas a estas zonas. El segundo será el de la propia pérdida de recursos, ya que las operaciones de desalobración conllevan importantes rechazos que merman el recurso disponible en destino.

Estas contradicciones dan buena cuenta de la incapacidad de afrontar el problema de la calidad del agua que se percibe en el PHN. En realidad, en este aspecto como en otros, el PHN ha sido víctima de su enfoque metodológico general. Para afrontar la gran diversidad de situaciones hidrológicas y de causas de las mismas que se suceden a lo largo de toda la fachada mediterránea, el PHN limitó *a priori* su búsqueda a soluciones hidráulicas de gran escala, basadas en transferencias externas. Se dejó de lado, desde un principio, toda la extensa gama de posibles soluciones basadas en la gestión de la demanda urbana y agraria, en las nuevas tecnologías del agua, y en el análisis de los problemas a nivel local. Con estas premisas, y con los insalvables escollos de política internacional o nacional -bien conocidos- que afectan a todas las otras posibles cuencas cedentes, los análisis tenían que conducir infaliblemente hacia las detracciones masivas del Ebro, único gran río íntegramente español aparentemente accesible desde los lugares en que se ubican las demandas de agua.

También era perfectamente conocida la muy deficiente calidad de las aguas de este río en su curso bajo. Según las pautas regulares de la práctica hidrológica, estas condiciones deberían haber conducido a descartar inequívocamente el bajo Ebro como fuente de recursos a gran escala, al menos para usos urbanos. Sin embargo, si se descartaba por sus problemas de calidad el último gran río disponible, desaparecía toda posibilidad de realizar los grandes trasvases intercuenas demandados desde Alicante y Murcia, y con ellos, se desvanecía la propia figura del Plan Hidrológico Nacional, creada en la ley de 1985 para amparar esas obras, cuya presentación y aprobación era ya, a finales de los años noventa, un imperativo político difícilmente aplazable.

## 4. Los costes de una estrategia equivocada

Encuadrando los proyectos de trasvase en los marcos de referencia descritos en los apartados anteriores, pronto se pone de manifiesto la inviabilidad de los mismos. Aún aceptando en todos sus términos los cálculos técnicos de costes del PHN, pese a que han sido criticados por su excesivo optimismo por varios autores de reconocida solvencia<sup>3</sup>, es necesario plantear una objeción metodológica fundamental a la evaluación de costes realizada en el Plan: como se viene insistiendo en el presente documento, están proyectados dos trasvases completamente independientes, que toman el agua en puntos distintos, y la aplican a fines distintos en lugares distintos. No existe ninguna justificación técnica para analizar de modo conjunto ambos proyectos, y no resulta admisible la utilización de medias globales de todas las transferencias, que es el criterio que sigue el PHN para examinar la viabilidad económica de los trasvases del Ebro.

Pero además de la existencia de dos proyectos independientes, el proyecto principal (el trasvase hacia el sur) pretende atender a demandas totalmente independientes entre sí, ubicadas a centenares de kilómetros de distancia unas de otras, y con características y problemáticas también distintas. Tampoco en este caso tiene ninguna justificación la utilización de medias aritméticas para el conjunto del proyecto, que sólo conducen a ocultar los problemas insalvables que presentan las soluciones propuestas para satisfacer algunas de las demandas presentes.

Para afrontar este tipo de situaciones el enfoque estándar en la teoría de evaluación de proyectos es desde hace mucho tiempo el análisis de costes marginales. El coste marginal es, en su definición estricta, la primera derivada de la función de costes respecto a la variable producción. En términos más sencillos, se puede definir como el coste de producir la siguiente unidad en un determinado contexto productivo.

En el caso de un problema como el del trasvase del Ebro hacia el sur, el enfoque correcto es aplicar el análisis de costes marginales a las sucesivas unidades de demanda que el trazado va encontrando en su recorrido hasta Almería. En todo proyecto de esta clase, conforme la conducción se aleja del origen la satisfacción de las sucesivas demandas se va encareciendo, hasta llegar a un punto en el que otras alternativas de suministro comienzan a ser más eficientes. La determinación de ese punto ha de ser un objetivo fundamental en la evaluación del proyecto.

En el presente análisis se ha realizado este ejercicio para la solución de trazado que el texto del PHN reconoce como óptima, única para la cual se dispone de los datos oficiales. Hay que señalar que esta solución difiere en algún aspecto de la que se aprobó en la ley 10/2001, de 5 julio, del Plan Hidrológico Nacional, y en alguno más de la que al parecer se está adoptando como base para el inicio de la tramitación del proyecto. El primer cambio afecta al trasvase Sur, que en el PHN legalmente aprobado tiene su origen en el Bajo Ebro, en lugar de en el Segre. El segundo afecta al itinerario seguido por el trasvase hacia el Sur a

---

<sup>3</sup> Ver las aportaciones de varios de los expertos consultados sobre el PHN por el Ministerio de Medio Ambiente en Octubre de 2000, recogidas en ARROJO, P. (Coord.) *El Plan Hidrológico Nacional a debate*, Ed. Bakeaz., Bilbao, 2001.

partir de Villena, que ya no se plantea por Cartagena Litoral, sino por otro itinerario más interior. Estos cambios no sólo no contradicen los planteamientos aquí expuestos, sino que los refuerzan. Así, por ejemplo, las aguas del trasvase norte, destinadas a abastecimientos, y que en la versión inicial eran aguas de alta calidad del Segre, según la versión finalmente aprobada son aguas de baja calidad del Ebro, lo que obligará a aplicarles costosos tratamientos.

#### **4.1. Cálculo de los costes reales por unidades de demanda**

Los resultados del análisis realizado se presentan en la tabla de la página siguiente, cuyo procedimiento de cálculo puede seguirse con todo detalle en la hoja de cálculo que se adjunta en soporte informático al presente documento.

En la tabla se ha calculado el coste al que resulta el agua para cada una de las áreas de demanda, tanto en el trasvase norte (con una sola área, Barcelona), como en el trasvase sur. Para el trasvase sur, los resultados obtenidos ofrecen una aproximación razonablemente buena a la evolución de los costes marginales del agua en su camino hacia el Sur. Una evaluación más precisa debería descender a mayores detalles y precisiones, que exceden con mucho el alcance del presente documento.

La aproximación al cálculo de los costes marginales del agua se ha realizado para seis escenarios alternativos, establecidos en función del rendimiento del sistema en un doble sentido: en cuanto a la cantidad de agua que se pueda realmente captar del Ebro, habida cuenta de las limitaciones establecidas de caudal ecológico y otras, y en cuanto a las pérdidas en el transporte, por evaporación, fugas y otros eventuales problemas.

El primer escenario (Escenario A) se refiere a un funcionamiento ideal, y obviamente irreal, pues presupone un 100% de captación sobre los objetivos previstos, y pérdidas nulas. Se trata de un escenario meramente teórico que, sin embargo, es el único utilizado en la evaluación oficial.

Los siguientes cuatro escenarios (Escenarios B, C, D y E) contemplan diferentes porcentajes de captación en origen, y unas pérdidas del 12 por ciento, porcentaje que puede ser representativo de la operación de una gran canalización a larga distancia en muy buen régimen de funcionamiento. Por último, el Escenario F representa la situación a la que hacía referencia en su capítulo 4 la carta de la DG XI de la Comisión Europea al gobierno español, del pasado 23 de mayo, en la que solicitaba información y aclaraciones complementarias sobre el trasvase. Se preguntaba al gobierno español sobre los costes que se derivarían de una captación de sólo el 50% de lo previsto, sin mencionar las pérdidas.

**Aproximación a los costes marginales de los trasvases del Ebro. Euros/m3.**

		<b>Costes de desalación: 0,5 €/m3</b>		<b>Escenarios de rendimiento del trasvase</b>			
Transferencia (% sobre 1.050 Hm3):		100%	100%	90%	75%	50%	50%
Pérdidas en transporte:		0%	12%	12%	12%	12%	0%
AREAS DE DEMANDA	Demanda hm3/año	Coste €/m3	Coste €/m3	Coste €/m3	Coste €/m3	Coste €/m3	Coste €/m3
Escenarios:		A	B	C	D	E	F
Barcelona	189	0,16	0,18	0,19	0,22	0,29	0,26
Castellón-Norte	21	0,12	0,14	0,15	0,16	0,20	0,18
Mijares-Castellón	42	0,17	0,19	0,20	0,23	0,32	0,28
Castellón-Sur	21	0,19	0,21	0,23	0,27	0,38	0,34
Turia (Valencia)	0	0,20	0,22	0,24	0,28	0,40	0,36
Tous (Júcar)	63	0,23	0,26	0,28	0,33	0,48	0,42
Alicante-Benidorm	168	0,34	0,39	0,42	0,48	0,66	0,59
Bajo Segura	341	0,33	0,38	0,42	0,51	0,77	0,68
Cartagena	53	0,36	0,41	0,45	0,53	0,77	0,68
Almanzora	32	0,49	0,56	0,61	0,72	1,05	0,92
Almería	79	0,56	0,64	0,70	0,84	1,24	1,09
Altiplano	42	0,53	0,60	0,66	0,78	1,13	1,00
Coste medio	1.051	0,31	0,36	0,39	0,46	0,67	0,59
Trasvase Norte	189	0,16	0,18	0,19	0,22	0,29	0,26
Trasvase Sur	862	0,35	0,40	0,44	0,52	0,75	0,66

En la tabla se incluye también la referencia al nuevo estándar de coste de la desalación de agua de mar, que ha experimentado una considerable reducción en los últimos años. Sin embargo, en el texto oficial del PHN se utiliza un coste de referencia para la alternativa de la desalación de 135 Pts/m3, esto es, 0,81 €/m3. Este coste ya era inaceptable en su día, pues estaba suponiendo que había que bombear agua hasta a 50 km al interior, cuando obviamente tales bombeos se pueden evitar acudiendo a soluciones de compensación de caudales, perfectamente regulados en la vigente Ley de Aguas, que otorga a las administraciones hidrológicas la autoridad para imponer tales intercambios.

Como se indicaba en el Capítulo 2, en el momento actual el cambio de situación en el mercado de la desalación está siendo de tal alcance, que este dato, por si solo, justificaría la completa revisión de los proyectos de trasvase. De lo contrario se corre el riesgo de incurrir en una muy mala utilización del dinero público español y europeo, ya que el análisis aquí realizado pone de manifiesto que en cualquier escenario posible, e incluso en el escenario ideal manejado oficialmente, existen demandas que serían satisfechas mas eficientemente recurriendo a la desalación que al trasvase.

En la tabla se puede observar esa situación. Incluso en escenarios de funcionamiento promedio que podrían calificarse globalmente de satisfactorios, como el escenario D, casi dos tercios de la demanda presenta costes superiores a los de la desalación. La superioridad del trasvase del norte sobre el del sur es también evidente, en cualquier posible escenario.

Interesa finalmente señalar que los cálculos expuestos hasta ahora no toman en consideración varios factores que aún inclinarían de modo más evidente la balanza a favor de la desalación, y no de los trasvases.

Los principales de ellos se refieren a la calidad del agua, que es muy superior en la desalación que en un trasvase del bajo Ebro. La incidencia en el coste de las necesidades de tratamiento para las aguas del Ebro puede ser muy elevada, tanto por el coste del tratamiento en sí, como de las mermas que se producen, que suelen superar 10 por ciento del caudal captado.

Para ilustrar la incidencia de este aspecto se ha realizado una aproximación con la misma estructura anterior de escenarios e hipótesis básicas, pero suponiendo que se trata por ósmosis inversa toda el agua destinada a abastecimientos, pero no la destinada a usos agrarios. El coste del tratamiento de ósmosis inversa, para producir un agua para abastecimiento similar a la obtenida por desalación de agua de mar, se ha fijado en 0,18 €/m<sup>3</sup>, que puede ser considerado actualmente como un estándar de mercado. No se han imputado los costes de pretratamiento, que con toda probabilidad también serían necesarios, dadas las cargas orgánicas y de materias en suspensión que acarrea el agua del Ebro.

La tabla de resultados se presenta en el Anexo. En ella se puede comprobar cómo los costes del trasvase exceden a los de la desalación para todas y cada una de las demandas al sur de Tous en todos los escenarios, excepto en los que se basan en una eficiencia de captación del 100%, situación imposible, pues el mismo PHN asume que se producirá un cierto porcentaje de fallos en la captación de agua para el trasvase. Incluso el coste medio para ambos trasvases es superior al coste de referencia de la desalación, lo que significa que incluso aunque se mantuviera un esquema de proyecto unificado para toda la vertiente mediterránea, con caja única y subvenciones cruzadas de los usuarios urbanos a los agrarios, y del trasvase norte al trasvase sur, según el planteamiento del PHN, sería más eficiente sustituir ambos trasvases por desalación.

En el Anexo se incluye asimismo la tabla correspondiente a la hipótesis de que se osmotizara toda el agua trasvasada, incluida la de uso agrario. En tal hipótesis, que es la única que en rigor responde al criterio de *ceteris paribus* en una comparación del trasvase y la desalación de agua de mar, los costes del trasvase son ya superiores a los de la desalación para todas las demandas y en todos los escenarios, excepto en las zonas más inmediatas al Ebro. El coste medio del agua para ambos trasvases en el escenario D (75% de rendimiento de captación) se situaría en 0,77 €/m<sup>3</sup>, y para el trasvase sur, ascendería a 0,83 €/m<sup>3</sup>, esto es, casi un 70% más que la que se podría obtener por desalación, según las tecnologías actuales.

## **4.2. Unos beneficios sobrevalorados**

Es interesante, por último, examinar lo que ocurre con la evaluación de los beneficios de los trasvases. El PHN cuantifica los beneficios económicos de los trasvases tanto en los usos agrarios como en los usos urbanos, cuyo montante resulta muy superior. Sin embargo, la metodología de análisis presenta al menos dos problemas conceptuales que cuestionan toda la valoración de los beneficios del proyecto.

En primer lugar, el PHN establece la hipótesis de que la única alternativa para obtener el agua necesaria en ausencia de trasvase es la desalación, y fija el coste del agua desalada en 135 pesetas por metro cúbico. Con ese valor, tomado como coste de oportunidad del agua, calcula los beneficios alcanzables por los suministros urbanos, y los estima multiplicando la cantidad de agua aportada a los abastecimientos por el valor unitario de 135 pts/m<sup>3</sup>. Sin embargo, este planteamiento no es admisible por dos razones: primero porque el estándar actual de coste del agua desalada se sitúa en torno a 0,50 €/m<sup>3</sup>, esto es 83,2 Pts./m<sup>3</sup>; y segundo porque la calidad del agua desalada es muy superior a la del trasvase: un agua desalada de calidad similar a la del trasvase tendría un coste muy inferior al estándar ya citado de 0,50 €/m<sup>3</sup>.

En segundo lugar, en la construcción de la serie temporal de beneficios de los abastecimientos urbanos (Figura 33. Flujo de caja de los beneficios de las transferencias, Vol 5, pág 139), el PHN imputa desde el primer año como demanda de agua a satisfacer por los trasvases la totalidad de los incrementos previstos de las demandas urbanas, que en volúmenes anteriores del propio PHN y en los correspondientes planes de cuenca, se ha calculado que se van a producir a lo largo de 20 años. La hipótesis económica que asume el PHN equivale a aceptar que al día siguiente de la puesta en marcha del trasvase, los abastecimientos urbanos de las cuencas receptoras estarán demandando la totalidad de sus asignaciones, esto es, los 440 Hm<sup>3</sup> en que se ha cifrado el crecimiento de la demanda urbana para un horizonte de 20 años. Hay que recordar que 440 Hm<sup>3</sup> permiten abastecer a una población de unos 4,5 millones de personas, con los estándares de consumo urbano de las ciudades mediterráneas.

De este modo se explican los resultados económicos de los trasvases obtenidos en el PHN. Con un coste del agua desalada alternativa de 135 Pts/m<sup>3</sup>, unos grandes beneficios del agua urbana imputados indebidamente durante los primeros 20 años de vida del proyecto, sin costes de tratamiento del agua, con pérdidas de transporte cero, y con captación del 100% de los volúmenes de agua proyectados, la suma de los dos trasvases produce un Valor Actual Neto positivo superior a los 700.000 MPts, del orden de 4.500 M€

Apenas es necesario señalar la inconsistencia de semejantes cálculos. Simplemente corrigiendo los dos primeros aspectos (precio del agua desalada y series de beneficios urbanos en los primeros años), los parámetros económicos experimentan una notable variación respecto a los datos oficiales. Si se realizan los cálculos para ambos trasvases por separado, el Valor Actual Neto del trasvase sur, calculado con una tasa de descuento del 4%, resulta negativo, y su saldo cancela con creces el reducido flujo positivo del trasvase norte.

En las tablas adjuntas se presenta una síntesis de los resultados. La primera de ellas recoge una reconstrucción de los cálculos del PHN, que ofrece un resultado muy similar al de éste. La segunda es la ofrecida por el mismo modelo, pero introduciendo un precio del agua de 83,2 Pts., y un crecimiento paulatino de la demanda urbana de agua, desde un 25% inicial como demanda “embalsada” o pendiente, hasta un 100% en un horizonte de 20 años. Posteriormente esta demanda queda estabilizada, pues los trasvases ya no pueden ofrecer más agua, sea cual sea la demanda.

Datos en MPts.	Costes		Ingresos Abast <sup>o</sup>		Ingresos Agrarios		Total Ingresos		FLUJO DE CAJA	
	Total	%	Total	%	Total	%	Anual	%	Total	%
Norte	94055	9,0%	548118	43,0%	0	0,0%	548118	30,5%	454063	60,7%
Sur	952382	91,0%	727924	57,0%	518627	100,0%	1246551	69,5%	294168	39,3%
Total	1046437	100,0%	1276042	100,0%	518627	100,0%	1794669	100,0%	748231	100,0%

Datos en MPts.	Costes		Ingresos Abast <sup>o</sup>		Ingresos Agrarios		Total Ingresos		FLUJO DE CAJA	
	Total	%	Total	%	Total	%	Anual	%	Total	%
Norte	181247	16,0%	241812	42,7%	0	0,0%	241812	22,3%	60565	-124,7%
Sur	952382	84,0%	324628	57,3%	518627	100,0%	843255	77,7%	-109127	224,7%
Total	1133629	100,0%	566440	100,0%	518627	100,0%	1085067	100,0%	-48563	100,0%

Interesa insistir en que ambas tablas hacen referencia al escenario A, sin pérdidas ni fallos de captación, y por tanto meramente teórico. Cualquier aproximación a escenarios reales conduce a un rápido deterioro de los resultados. Por ejemplo, en un escenario realista como el D (75% de rendimiento medio de captación, 12% de pérdidas, tratamiento del agua limitado al agua urbana), se obtienen valores actuales netos negativos para los dos trasvases: el VAN del trasvase norte es negativo por más de 40.000 MPts., mientras que las pérdidas actualizadas del trasvase sur superan ampliamente los 300.000 MPts.

En conjunto, incluso en un escenario realista de aceptable éxito de los trasvases, las pérdidas de los dos trasvases, actualizadas al 4%, no serían inferiores a los 2.000 millones de Euros. Esta cifra es de un orden de magnitud similar a la que el gobierno español pretende solicitar a la Unión Europea como subvención a fondo perdido para el proyecto.

### **4.3. Conclusión: trabajar con los costes reales de cada alternativa**

El análisis de los costes por unidades de demanda demuestra que un hipotético envío de agua desde el Ebro exclusivamente hasta la zona donde se sitúa “el problema hidrológico español”, esto es, hasta las zonas de la cuenca del Segura receptoras del fracasado trasvase Tajo-Segura, presentaría unos costes tan desorbitados, y unos beneficios tan exigüos, que se trataría de un proyecto implantable. En cualquier hipótesis medianamente razonable de rendimiento del trasvase y de pérdidas de transporte, el coste medio resultante superaría los 0,50 €/m<sup>3</sup>, y el valor actual neto de la inversión sería marcadamente negativo. Ello explica el sorprendente proceso de construcción de las demandas que se ha seguido en el PHN para tratar de superar este insalvable escollo económico.

En primer lugar, como se indicó en capítulos anteriores, se han introducido diversas demandas en la cuenca del Júcar, y particularmente entre Castellón y Tous, que no existían o no estaban claramente definidas en los respectivos planes de cuenca. Estas demandas tienen todas ellas la propiedad de tener costes marginales muy bajos, lo que se traduce en rebajas sustanciales de los costes medios del trasvase sur.

En segundo lugar, se ha integrado el trasvase norte en un esquema global, que ha sido descrito y analizado técnicamente como un sólo “trasvase del Ebro”. Al introducir en este esquema unificado la importante demanda catalana, que se puede satisfacer desde varios puntos de la cuenca del Ebro con costes muy bajos, se vuelven a rebajar de modo muy apreciable los costes medios del conjunto del trasvase, y en particular del trasvase sur.

Pero esta última decisión tiene una consecuencia aún más trascendente sobre las tarifas. El gobierno ya ha anunciado que para reducir el canon del agua agraria se establecerán tarifas más elevadas para el agua urbana. Nótese, en este sentido, que la demanda catalana es 100% urbana, por lo que su introducción en un esquema unificado no sólo rebaja los costes medios del trasvase al Segura, sino que permite rebajar sensiblemente las tarifas agrarias.

La última, pero no menor, adaptación del proyecto para lograr la “dilución” de los costes de la transferencia Ebro-Segura entre múltiples demandas y sectores, es la del cambio del origen del agua para la toma catalana. Los estudios del PHN concluían que la circulación óptima para la rama catalana es la que se obtiene con una toma directa desde la cuenca alta del Segre. Sin embargo, con esta opción habría sido muy difícil justificar en su momento la consideración de esa transferencia como parte de un proyecto unificado. Ambas tomas estarían a cientos de km., y sobre ríos distintos. Jurídicamente, semejante pretensión difícilmente se hubiera podido tener en pie ante cualquier reclamación de partes interesadas. Trasladando la toma al bajo Ebro se intenta hacer un poco más creíble la unicidad del proyecto presentado, aunque para ello se haya sacrificado nada y nada menos que la calidad del agua del trasvase catalán, un agua que se reconoce que va destinada, en su totalidad, a usos urbanos en una comunidad cuyos abastecimientos ya tienen graves problemas de calidad.

Sin embargo, la redacción de la Ley del Plan Hidrológico Nacional, en su artículo 13, probablemente ha echado por tierra todas las cautelas introducidas en el anteproyecto del

PHN para hacer defendible la unicidad del proyecto. Al haber autorizado hasta cuatro transferencias, especificando las condiciones de cada una de ellas de modo independiente, probablemente ha abierto la puerta para que cualquier usuario se niegue a aceptar las tarifas promediadas, especialmente si pertenece al ámbito catalán, en el que resultaría fácilmente demostrable que es abastecido mediante un proyecto totalmente independiente.

Además, el artículo 22, aptdo. 3, establece que “Constituye el hecho imponible del canon la puesta a disposición por parte de la administración hidráulica del agua trasvasada a los usuarios del trasvase, en origen de toma, conforme a lo dispuesto en la presente Ley”. Incluso el “origen de toma” (expresión que, por cierto, no figuraba en el Anteproyecto de Ley y fue añadida por alguna razón durante la tramitación del mismo), es distinto en el trasvase norte y el trasvase sur, cuyas tomas distan 30 km.. Hay que recordar, asimismo, que en el aptdo. 6 del mismo artículo la Ley impone el criterio de “autofinanciación del servicio” como criterio para la determinación de la cuantía anual de la “cuota de utilización” del canon de trasvase. La otra parte del canon, la “cuota ambiental”, es una cantidad fija a determinar reglamentariamente.

En conjunto, la combinación de las exigencias de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional con los datos económicos reales de los trasvases, configuran una situación de clara inviabilidad para la gestión económico-financiera de ambos proyectos.

No hay que olvidar, en primer lugar, que los costes unitarios en los que se basan los cálculos del anteproyecto corresponden en su mayor parte a 1997, o incluso a momentos anteriores. Tanto los costes de construcción como, sobre todo, los de expropiación, así como los de mantenimiento y administración (mano de obra, etc.), se han elevado sustancialmente desde entonces. Sobre esta base, sensiblemente incrementada sobre el coste medio de 0,30 €/m<sup>3</sup> que se viene manejando, es sobre la que habrá de cumplirse la exigencia legal de autofinanciación del servicio. Probablemente, a día de hoy, la simple actualización de los costes unitarios sitúa el coste medio, siguiendo estrictamente los cálculos del anteproyecto, y siempre con sus hipótesis de 100% de rendimiento y pérdidas cero, en el entorno de 0,36 €/m<sup>3</sup>, en lugar de los 0,31 €/m<sup>3</sup> obtenidos en los cálculos iniciales.

Dado que los usos urbanos representan el 42 % del total previsto, por cada céntimo de euro que se desee rebajar el precio para la agricultura, habrá que subir del orden de 1,4 céntimos el de los usos urbanos. Por ejemplo, para ofrecer agua agraria a 0,20 €/m<sup>3</sup>, que es bastante más del doble de lo que pagan los agricultores por el agua del trasvase Tajo-Segura, los usuarios urbanos deberían pagar del orden de 0,58 €/m<sup>3</sup>, sin contar los costes de depuración, y siempre en las irreales condiciones de rendimientos del proyecto gubernamental. No se adivina qué razón puede impulsar a las empresas de abastecimiento a adquirir agua de ínfima calidad a precios sensiblemente mayores que los actuales costes de la desalación de agua de mar, que además mantienen su tendencia decreciente.

## **5. Los consumos de energía en el ciclo de vida del proyecto**

### **5. 1. La necesidad de una actualización metodológica**

En el presente apartado se abordarán algunos análisis relacionados con los consumos energéticos. El impacto sobre el cambio climático de las emisiones asociadas a los consumos energéticos es, en los momentos actuales, uno de los mayores motivos de preocupación ambiental de la Comisión Europea, y por tanto, constituye uno de los indicadores clave para dictaminar la viabilidad ecológica de un proyecto.

Desde que a finales de los años ochenta comenzaron a acumularse evidencias de la gravedad del problema del cambio climático, las metodologías de análisis del impacto energético han experimentado un considerable progreso. Las metodologías convencionales, que identificaban el ciclo energético de un determinado proyecto simplemente con las operaciones de compraventa de energía previstas -como hace la metodología utilizada en el PHN-, están completamente superadas, pues se ha hecho evidente que sus resultados son inadecuados, y pueden contribuir a la adopción de decisiones equivocadas.

Las metodologías estándar en la actualidad responden al concepto de “análisis del ciclo de vida” del proyecto, y tienen un enfoque sustancialmente más amplio. En el caso del trasvase del Ebro, este enfoque metodológico exige contemplar numerosos aspectos, que se pueden desarrollar en siete pasos:

1. En primer lugar, hay que valorar la energía incorporada a lo largo del proceso constructivo. En las grandes obras de infraestructura, en las que se consumen grandes cantidades de energía en movimientos de tierras y transporte de materiales, y en las que se utilizan importantes cantidades de materiales con elevado coste energético de fabricación, como el cemento y el acero, los costes energéticos de la construcción pueden representar fracciones muy apreciables de la factura energética global generada por un proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida.
2. Hay que evaluar asimismo los costes energéticos del mantenimiento, que suelen resultar sorprendentemente elevados en los proyectos de grandes infraestructuras. En el caso de los trasvases del Ebro, con canalizaciones de cientos de kilómetros de longitud, que requieren costosas tareas de vigilancia, limpiezas anuales, reparaciones, etc., no se puede obviar la consideración de los costes energéticos del mantenimiento.
3. A continuación hay que evaluar el balance energético de las operaciones de bombeo y turbinado, única etapa que ha sido detalladamente analizada en el PHN.
4. Por último, si la valoración se realiza, como ocurre en el caso del trasvase del Ebro, con fines comparativos con alternativas que producen agua de diferente calidad, hay que tener en cuenta los costes de tratamiento, ya que no tiene la misma utilidad un agua con una conductividad de 500  $\mu\text{s}/\text{cm}$  que otra con 1.500: su valor agrario y urbano es distinto, y las posibilidades y costes de reciclaje de los retornos o vertidos de ambas aguas también lo son. Si, pese a todas las recomendaciones en contrario, se aceptara el

uso directo de las aguas trasvasadas para ciertos usos, ya sean agrarios o ambientales, el método correcto es el de comparar esta alternativa con la de desalar agua de mar obteniendo una calidad de producto similar a la del trasvase, operación que se puede realizar a costes energéticos sensiblemente inferiores a los de la obtención de agua plenamente potable.

5. Una vez evaluados todos los componentes de los costes energéticos, es necesario evaluar los rendimientos esperables del proyecto, imputando previsiones de fallos, pérdidas, etc., a fin de realizar una correcta asignación de las energías de construcción y mantenimiento a cada unidad de agua que razonablemente se pueda esperar que sea finalmente puesta a disposición de los usuarios.
6. El paso siguiente exige analizar la composición en energía primaria de la energía final consumida en cada etapa del ciclo de vida de un proyecto, pues la incidencia de un determinado consumo energético en la emisión de CO<sub>2</sub> puede ser muy distinta, dependiendo de las fuentes de energía primaria de las cuales proceda la energía final utilizada. En proyectos con largos ciclos de vida, esta composición puede variar sustancialmente a lo largo del tiempo, y el estudio de estas variaciones constituye un factor crítico en el análisis ambiental.
7. Por último, una vez conocido el calendario de emisiones asignable a cada unidad de producto, hay que considerar los efectos reales sobre el cambio climático de ese calendario concreto de emisiones, que serán menores cuanto menor sea y más se posponga en el tiempo la emisión de CO<sub>2</sub>, y mayores en caso contrario.

Ninguno de estos cálculos –excepto el convencional de bombeos y turbinados– fué abordado en el PHN para evaluar el impacto energético de los trasvases del Ebro. Su realización hubiera aportado elementos muy clarificadores en el análisis de la disyuntiva trasvase/desalación, que preside los debates sobre el PHN. Además, contra lo que hubiera cabido esperar, estos enfoques metodológicos tampoco fueron ni siquiera tangencialmente aplicados en la Evaluación Ambiental Estratégica del trasvase (EAE). Tales carencias metodológicas cuestionan severamente la credibilidad de ambos documentos en uno de los aspectos ambientales estratégicos clave del proyecto, como es su influencia sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y sobre el cambio climático.

## ***5.2. Aproximación a la evaluación energética de los trasvases***

En el presente documento, dentro de las obvias limitaciones de medios disponibles, se ha realizado una primera aproximación, necesariamente muy orientativa, a lo que debería haber sido el análisis energético del proyecto. Las hipótesis utilizadas para realizar esta aproximación son las siguientes:

### **1. Energía de construcción**

Dada la ausencia de datos sobre la intensidad energética del sector de las obras hidráulicas, se ha equiparado al sector que se puede considerar en principio más similar en el ámbito

Europeo, que es el de minerales no metálicos. En Europa este sector tiene un componente muy significativo de manejo de áridos, aspecto en el que coincide con el de las grandes obras hidráulicas, pero no tiene los grandes consumos de cemento y acero de éste. De este modo se ha calculado la “mochila energética” de la inversión a realizar, que se amortiza con un criterio similar al de la amortización económica.

## 2. Energía de mantenimiento y conservación

Se le asigna a estas actividades una intensidad energética similar a la de las tareas de construcción, ya que, si bien puede tener una menor utilización de materiales con mucha energía incorporada (cemento, acero), tiene un elevado componente de transporte, que es la actividad económica de mayor intensidad energética.

## 3. Energía de bombeos y turbinados

Se han aceptado en todos los términos los cálculos del PHN, pese a que no se considera probable que se puedan conseguir en la práctica las elevadas eficiencias asumidas en el proyecto. Por ejemplo, en la elevación Tous-Villena se asume que una elevación de 420 metros con una longitud de tubería de 2,9 kilómetros tendrá una pérdida de carga total de sólo 6,1 metros (PHN, Vol 5, p. 210), esto es, poco más del 2 por mil. Aunque las fórmulas teóricas ofrecen idealmente ese resultado para los parámetros de proyecto, es dudoso que se pueda obtener en la práctica, y menos aún de modo continuo e indefinido.

## 4. Energía de tratamiento

Los costes energéticos del tratamiento del agua por ósmosis inversa se han obtenido del caso real más próximo que se ha podido hallar en cuanto al grado de salinidad. La estación de tratamiento para usos agrarios del Valle de San Lorenzo, en Arona (Tenerife), trata aguas con una salinidad de unos 1.800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y la devuelve con algo menos de 500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , para lo cual realiza un consumo energético de 0,95 kWh/m<sup>3</sup>, y genera unos rechazos del 12% del caudal de entrada. La salmuera resultante contiene casi 8 gramos de sales por litro. Aunque el agua trasvasada podría tener una conductividad media algo inferior a la del Valle de San Lorenzo al llegar a los puntos de destino, la gran variabilidad estacional obligaría a diseñar la planta para los rangos superiores de salinidad, con lo que perdería rendimiento en los meses de baja salinidad. En el cálculo básico de costes de tratamiento se supone que sólo se tratan las aguas destinadas a usos potables, aunque también se ha ensayado la hipótesis de que se trataran todas las aguas, única que cumple estrictamente la condición de *ceteris paribus* en la comparación con la desalación de agua de mar.

## 5. Rendimientos esperables del proyecto

Se utilizan los mismos escenarios que fueron descritos en el análisis económico.

## 6. Energía primaria y emisión específica de CO<sub>2</sub>.

Este tema no ha podido ser desarrollado más que en términos de una aproximación muy preliminar. Se ha adoptado un factor actual de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción marginal de energía (no la media, que carece de sentido aplicar) de 1 kg CO<sub>2</sub> / kWh, parámetro aproximativo que se utiliza actualmente en España, dado que la producción marginal de energía se realiza hoy por hoy –y presumiblemente durante bastante tiempo- básicamente con carbón. Ello permite interpretar los resultados indistintamente en términos de kg. de CO<sub>2</sub> emitidos y de kWh de energía consumidos.

## 7. Efectos del calendario de emisiones

Acerca de este importante aspecto tampoco se ha podido llegar más allá de una aproximación inicial, apoyada en las hipótesis de perspectivas de evolución tecnológica de la desalación y la generación eléctrica expuestas anteriormente, y diferenciando los análisis para los dos trasvases, Norte y Sur.

Los resultados obtenidos con este método hasta la fase 6 (consumos específicos de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>) se presentan en la tabla adjunta. Los cálculos detallados se pueden examinar en la hoja de cálculo que acompaña al presente informe.

<b>Costes energéticos orientativos de los trasvases para el ciclo de vida completo del proyecto</b>										
Nuevo estándar de la desalación de agua de mar (ósmosis inversa):	<b>3,0 kWh/m<sup>3</sup></b>	Energía de constr...y mantent <sup>o</sup>	Energía de bombeo	Energía de Tratam <sup>o</sup>	<b>Coste energético total para diferentes escenarios de rendimiento del trasvase en kWh/m<sup>3</sup>. Los datos equivalen a las emisiones de CO<sub>2</sub> en kg/m<sup>3</sup>.</b>					
% Transferencia:					100%	100%	90%	75%	50%	50%
% Pérdidas Transporte					0%	12%	12%	12%	12%	0%
% Rechazos Tratamiento	Demanda				0%	5%	5%	5%	5%	0%
Total pérdidas	Hm <sup>3</sup> /año	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	0%	17%	17%	17%	17%	0%
Escenarios:					A	B	C	D	E	F
Barcelona	189	0,23	0,10	0,95	1,3	1,5	1,6	1,6	1,8	1,5
Castellón-N	21	0,09	0,60	0,40	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2
Mijares-Cast.	42	0,17	0,90	0,40	1,5	1,8	1,8	1,8	2,0	1,6
Castellón-S	21	0,20	0,90	0,40	1,5	1,8	1,8	1,9	2,0	1,7
Turia	0	0,26	0,90	0,40	1,6	1,9	1,9	2,0	2,2	1,8
Tous	63	0,32	0,90	0,40	1,6	2,0	2,0	2,1	2,3	1,9
Vinalopó-Marinas	168	0,44	2,20	0,40	3,0	3,7	3,7	3,8	4,2	3,5
Bajo Segura	341	0,54	1,40	0,40	2,3	2,8	2,9	3,0	3,5	2,9
Cartagena	53	0,58	1,40	0,40	2,4	2,9	2,9	3,1	3,6	3,0
Almanzora	32	0,82	2,10	0,40	3,3	4,0	4,1	4,3	5,0	4,1
Almería	79	1,00	2,10	0,40	3,5	4,2	4,4	4,6	5,4	4,5
<i>Altiplano</i>	42	0,59	2,60	0,40	3,6	4,3	4,4	4,6	5,0	4,2
Coste energ. medio	1051	0,47	1,34	0,50	2,3	2,8	2,8	3,0	3,4	2,8
Media Trasvase Norte	189	0,23	0,10	0,95	1,3	1,5	1,6	1,6	1,8	1,5
Media Trasvase Sur	862	0,52	1,61	0,40	2,5	3,1	3,1	3,3	3,7	3,1

En la tabla se pueden comprobar los pobres resultados del trasvase sur, que en cualquier escenario arroja mayores consumos energéticos que la desalación, y ello pese a que no se han considerado costes de tratamiento para el agua agraria, lo cual introduce un sesgo en los cálculos favorable al trasvase que en rigor no debiera ser metodológicamente admisible. Desde el punto de vista energético, carece de justificación cualquier envío de agua del Ebro más al sur de Tous, puesto que se puede conseguir con menores consumos de energía por medios alternativos, y con una calidad muy superior. Por su parte, el trasvase norte no resulta tan eficiente desde el punto de vista energético como se desprende de un análisis limitado a los bombeos. Este resultado está recomendando, para este trasvase norte, el

examen más profundo de otras alternativas como la gestión de la demanda, la reutilización, la desalobración y otras de mayor eficiencia que el trasvase o la desalación de agua marina.

Por último, hay que recordar que los cálculos reflejados en la tabla se basan en la situación tecnológica actual de la desalación y la generación de energía, campos ambos que se encuentran en un profundo proceso de cambio tecnológico. Si se extrapolan las actuales perspectivas hacia un horizonte de diez/quince años, y se calculan sobre esta base las emisiones que cabe esperar en el ciclo de vida completo del proyecto (50 años) para las dos alternativas de trasvase y desalación, la comparación resulta todavía más favorable a esta segunda opción.

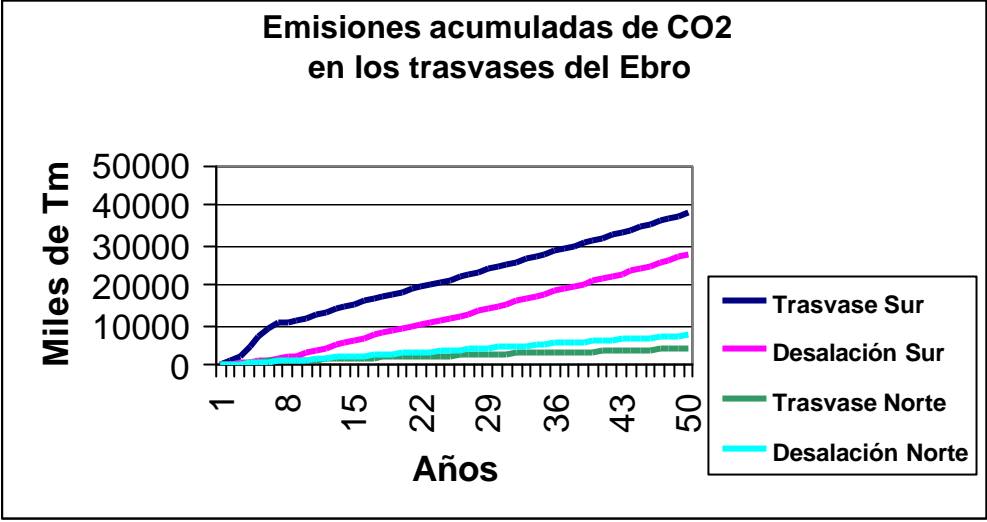
En efecto, en el cuadro adjunto se indican, en millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, las emisiones que cabe esperar de ambas alternativas, diferenciando entre los trasvases Norte y Sur. El escenario utilizado responde aproximadamente al B, con captación de recursos al 100 por 100, pero con tratamiento limitado a las aguas urbanas. En cualquier otro escenario, aunque las emisiones totales pudieran bajar, al captar y transportar (o desalar) menos agua, la relación de emisiones sería aún más favorable a la desalación. Los cálculos pueden examinarse también en la hoja de cálculo adjunta.

Estimación de las emisiones total de CO<sub>2</sub> en el ciclo de vida de los trasvases del Ebro

Proyectos	Alternativas	
	Trasvase	Desalación
Trasvase Norte	4,2	7,5
Trasvase Sur	38,2	27,7
TOTAL	42,4	35,3

Finalmente, no se puede obviar la cuestión del calendario de emisiones. En la política actual de lucha contra el efecto invernadero resulta vital retrasar la generación de emisiones siempre que sea posible, para dar tiempo a la maduración de nuevas tecnologías energéticas. El PHN, por el contrario, como todas las políticas hidráulicas convencionales de oferta, adelanta la generación de emisiones, con los efectos que pueden comprobarse en el gráfico de la página siguiente

El gráfico muestra cómo las emisiones inicialmente acumuladas en la construcción del trasvase Sur ya no se llegan a compensar, pues es obvio que tales emisiones, realizadas al principio del ciclo de vida del proyecto, no se pueden beneficiar de eventuales mejoras tecnológicas futuras. Por el contrario, se espera que en las próximas décadas la alternativa de la desalación se vaya aproximando a sus niveles de eficiencia teóricos, como lo hicieron a lo largo del pasado siglo las tecnologías mecánicas e hidráulicas. Ello explica el mantenimiento de la divergencia de emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.



### **5.3. Conclusión: evitar una nueva amenaza para el Protocolo de Kyoto**

En el presente apartado se ha podido comprobar cómo la aplicación de criterios metodológicos más actualizados que los que se utilizaron en la elaboración del PHN cambia completamente el diagnóstico energético de los dos proyectos de trasvase, tanto el del Norte como sobre todo el del Sur, cuya viabilidad energética queda descartada. Pese a tratarse tan sólo de una primera aproximación al problema, los resultados inducen a una gran preocupación respecto a la posibilidad de que llegasen a aprobarse estos trasvases, dados sus considerables impactos energéticos, que resultan muy superiores a los de otras alternativas.

Dada la escala de las emisiones previsibles en los trasvases, y especialmente en el trasvase sur (decenas de millones de toneladas de CO<sub>2</sub>), y los compromisos asumidos por la Unión Europea en relación con el Protocolo de Kyoto -del cual, por cierto, el Reino de España es uno de los principales incumplidores en el contexto comunitario-, su ejecución puede representar una dificultad adicional, de magnitud nada desdeñable, para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto. A este respecto hay que recordar que, en caso de seguir adelante los proyectos, las enormes emisiones ligadas a la construcción de los trasvases se concentrarían precisamente en los años inmediatamente anteriores a los horizontes de Kyoto.

En esta situación, la Comisión Europea no debería pronunciarse sobre la sostenibilidad ecológica del proyecto hasta disponer de un estudio pormenorizado de los consumos energéticos del trasvase, realizado con una metodología actualizada, y con hipótesis razonables de rendimiento del proyecto, de pérdidas de transporte, y de previsiones y calendarios de consumo en tecnologías alternativas, a efectos comparativos. Sólo así será posible evitar que, dentro de pocos años, en el contexto del cumplimiento del protocolo de Kyoto, la Unión Europea se vea en la lamentable situación de comprobar que ha financiado un macroproyecto escasamente eficiente, y que tiene que volver a financiar el recorte o la retirada de las emisiones que ella misma contribuyó a generar.

Mientras tanto, y siguiendo con la finalidad de buscar una solución europea para un problema que es ya un problema europeo, la Comisión debería comenzar a estudiar las condiciones técnicas para hallar una solución con emisión cero. Este objetivo es posible bajo las siguientes condiciones:

- Reordenación de las estructuras agrarias en la Cuenca del Segura y en Castilla- La Mancha, limitando sus necesidades de agua, según lo establecido en el capítulo 1.
- Resolución a nivel local de los restantes problemas puntuales de desequilibrio hídrico de la costa mediterránea, siguiendo las recomendaciones establecidas en los Planes de Cuenca, o arbitrando nuevas soluciones, en función de la evolución específica de cada problema.
- Reforzamiento de la eficiencia de todo el ciclo del agua para ganar eficiencia en el uso del agua desalada, en la línea de lo apuntado en el capítulo 2.

- Condicionamiento de la implantación de centrales de desalación a la instalación de potencia eólica (o de otras fuentes renovables) equivalente al consumo de las plantas desaladoras. En las condiciones de rendimiento que se están alcanzando ya en la desalación, un molino de 1 MW en un buen emplazamiento puede proporcionar 1 hm<sup>3</sup> de agua al año.

Obviamente, no sería necesario que los molinos fueran implantados junto a las centrales de desalación. La atmósfera no tiene fronteras, por lo que los molinos de compensación energética podrían ser implantados en cualquier ubicación adecuada en España, o fuera de España, siempre que sustituyeran producciones eléctricas generadoras de las mismas emisiones que las provocadas por las centrales de desalación.

## ANEXOS

### Aproximación a los costes marginales de los trasvases del Ebro. Escenarios con tratamiento del agua para abastecimiento. Euros/m3.

Costes de desalación: <b>0,5 €/m3</b>		Escenarios de rendimiento del trasvase					
Transferencia (% sobre 1.050 Hm3):		100%	100%	90%	75%	50%	50%
% Pérdidas Transporte:		0%	12%	12%	12%	12%	0%
% Rechazos Tratamiento:		0%	5%	5%	5%	5%	0%
Total pérdidas:		0%	17%	17%	17%	17%	0%
AREAS DE DEMANDA	Demanda hm3/año	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3
		A	B	C	D	E	F
Barcelona	189	0,34	0,41	0,42	0,45	0,53	0,44
Castellón-Norte	21	0,17	0,21	0,22	0,23	0,28	0,23
Mijares-Castellón	42	0,22	0,26	0,28	0,31	0,40	0,33
Castellón-Sur	21	0,24	0,29	0,31	0,35	0,47	0,39
Turia (Valencia)	0	0,25	0,30	0,32	0,36	0,49	0,41
Tous (Júcar)	63	0,28	0,34	0,36	0,42	0,57	0,47
Alicante-Benidorm	168	0,40	0,48	0,51	0,57	0,77	0,64
Bajo Segura	341	0,39	0,47	0,51	0,60	0,88	0,73
Cartagena	53	0,41	0,49	0,54	0,62	0,88	0,73
Almanzora	32	0,54	0,65	0,71	0,83	1,17	0,97
Almería	79	0,61	0,74	0,81	0,95	1,37	1,14
<i>Altiplano</i>	42	0,58	0,70	0,76	0,89	1,26	1,05
Coste medio	1.051	0,39	0,47	0,51	0,58	0,80	0,67
Trasvase Norte	189	0,34	0,41	0,42	0,45	0,53	0,44
Trasvase Sur	862	0,40	0,48	0,53	0,61	0,86	0,72

Tratamiento del agua:	
Coste de tratamiento (€/m3)	0,18
Mermas en el tratamiento (%)	12%
Agua de abastecimiento tratada (%)	100%
Agua agraria tratada (%)	0%

<b>Aproximación a los costes marginales del trasvase del Ebro. Escenarios con tratamiento de toda el agua trasvasada. Euros/m3.</b>								
Costes de desalación: <b>0,5 €/m3</b>		Escenarios de rendimiento del trasvase						
Transferencia (% sobre 1.050 Hm3):		100%	100%	90%	75%	50%	50%	
% Pérdidas Transporte:		0%	12%	12%	12%	12%	0%	
% Rechazos Tratamiento:		0%	12%	12%	12%	12%	0%	
Total pérdidas:		0%	24%	24%	24%	24%	0%	
AREAS DE DEMANDA		Demanda hm3/año	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	Coste Pts/m3	
			A	B	C	D	E	
Barcelona		189	0,34	0,44	0,46	0,49	<b>0,58</b>	0,44
Castellón-Norte		21	0,30	0,40	0,41	0,42	0,47	0,36
Mijares-Castellón		42	0,35	0,45	0,47	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	0,46
Castellón-Sur		21	0,37	0,48	<b>0,50</b>	<b>0,55</b>	<b>0,68</b>	<b>0,52</b>
Turia (Valencia)		0	0,38	<b>0,50</b>	<b>0,52</b>	<b>0,57</b>	<b>0,71</b>	<b>0,54</b>
Tous (Júcar)		63	0,41	<b>0,54</b>	<b>0,57</b>	<b>0,62</b>	<b>0,79</b>	<b>0,60</b>
Alicante-Benidorm		168	<b>0,52</b>	<b>0,69</b>	<b>0,72</b>	<b>0,80</b>	<b>1,01</b>	<b>0,77</b>
Bajo Segura		341	<b>0,51</b>	<b>0,68</b>	<b>0,73</b>	<b>0,83</b>	<b>1,13</b>	<b>0,86</b>
Cartagena		53	<b>0,54</b>	<b>0,71</b>	<b>0,76</b>	<b>0,85</b>	<b>1,13</b>	<b>0,86</b>
Almanzora		32	<b>0,67</b>	<b>0,88</b>	<b>0,95</b>	<b>1,07</b>	<b>1,45</b>	<b>1,10</b>
Almería		79	<b>0,74</b>	<b>0,98</b>	<b>1,05</b>	<b>1,21</b>	<b>1,67</b>	<b>1,27</b>
Altiplano		42	<b>0,71</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>	<b>1,14</b>	<b>1,55</b>	<b>1,18</b>
Coste medio		1.051	0,49	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	<b>0,77</b>	<b>1,01</b>	<b>0,77</b>
Trasvase Norte		189	0,34	0,44	0,46	0,49	<b>0,58</b>	0,44
Trasvase Sur		862	<b>0,53</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,83</b>	<b>1,11</b>	<b>0,84</b>

<b>Tratamiento del agua:</b>	
Coste de tratamiento (€/m3)	0,18
Mermas en el tratamiento (%)	12%
Agua de abastecimiento tratada (%)	100%
Agua agraria tratada (%)	100%

<b>Costes energéticos orientativos de los trasvases para el ciclo de vida completo del proyecto</b>										
Nuevo estándar de la desalación de agua de mar (ósmosis inversa):	<b>3,0 kWh/m3</b>	Energía de constr..y mantent <sup>o</sup>	Energía de bombeo	Energía de Tratam <sup>o</sup>	<b>Coste energético total para diferentes escenarios de rendimiento del trasvase en kWh/m3. Los datos equivalen a las emisiones de CO2 en kg/m3.</b>					
% Transferencia:					100%	100%	90%	75%	50%	50%
% Pérdidas Transporte					0%	12%	12%	12%	12%	0%
% Rechazos Tratamiento	Demanda				0%	12%	12%	12%	12%	0%
Total pérdidas	Hm3/año	kWh/m3	kWh/m3	kWh/m3	0%	24%	24%	24%	24%	0%
Escenarios:					A	B	C	D	E	F
Barcelona	189	0,23	0,10	0,95	1,3	1,7	1,7	1,8	2,0	1,5
Castellón-N	21	0,09	0,60	0,95	1,6	2,2	2,2	2,2	2,3	1,7
Mijares-Cast.	42	0,17	0,90	0,95	2,0	2,7	2,7	2,7	2,9	2,2
Castellón-S	21	0,20	0,90	0,95	2,0	2,7	2,7	2,8	3,0	2,2
Turia	0	0,26	0,90	0,95	2,1	2,8	2,8	2,9	3,1	2,4
Tous	63	0,32	0,90	0,95	2,2	2,9	2,9	3,0	3,3	2,5
Vinalopó-Marinas	168	0,44	2,20	0,95	3,6	4,7	4,8	4,9	5,3	4,0
Bajo Segura	341	0,54	1,40	0,95	2,9	3,8	3,9	4,0	4,5	3,4
Cartagena	53	0,58	1,40	0,95	2,9	3,9	3,9	4,1	4,6	3,5
Almanzora	32	0,82	2,10	0,95	3,9	5,1	5,2	5,5	6,2	4,7
Almería	79	1,00	2,10	0,95	4,1	5,3	5,5	5,8	6,7	5,1
<i>Altiplano</i>	42	0,59	2,60	0,95	4,1	5,5	5,5	5,7	6,2	4,7
Coste energ. medio	1051	0,47	1,34	0,95	2,8	3,6	3,7	3,8	4,3	3,2
Media Trasvase Norte	189	0,23	0,10	0,95	1,3	1,7	1,7	1,8	2,0	1,5
Media Trasvase Sur	862	0,52	1,61	0,95	3,1	4,1	4,1	4,3	4,8	3,6