

# Las transferencias de recursos en el Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional

César Cimadevilla Costa \*

\* Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos,

José Alberto Herreras Espino \*\*

\*\* Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

## Unas consideraciones previas

**L**a proposición de transferencias de recursos hidráulicos entre cuencas distintas y la definición de las características básicas que, previsiblemente y con los datos hoy disponibles, deberán tener esas transferencias son el resultado de un largo y complejo proceso de planificación hidrológica. Necesariamente largo, aún ciñéndonos al proceso que se abre con la actual Ley de Aguas, y complejo por la trascendencia que su objeto, el agua, tiene tanto por ser un recurso natural vital —componente esencial de los seres vivos, soporte de los sistemas ecológicos, configurador del medio natural y renovable, aunque escaso ya en su fase de agua dulce— como por ser un bien económico irremplazable ya que interviene en casi todos los procesos productivos y su obtención es cada vez más costosa.

No ha sido, por supuesto, un resultado buscado, ni se trata de una novedad.

\* Director Técnico de INYPSA.

\*\* Director Técnico de SYNCONSULT.

El abastecimiento de la plaza fortificada romana de Cella, en el Jiloca, se surtía de una captación en el alto Turia. La necesidad de transferencias de agua (Tajo-Segura) está en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933. Actualmente son varios los trasvases que funcionan en España tanto para usos consuntivos (Ebro-Besaya, Zadorra-Arratia y otros, aparte del citado Tajo-Segura) como hidroeléctricos. El Centro de Estudios Hidrográficos ha venido proponiendo esquemas de transferencias de recursos de forma sistemática en sus periódicas publicaciones de *El Agua en España*, como consecuencia de sus análisis sobre la evolución de la oferta y la demanda de agua en nuestro país.

Los objetivos de la planificación hidrológica ordenada por la Ley de Aguas son los que dice su artículo 38.1:

*...conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales...*

Varias observaciones cabe hacer a partir de este importante texto.

En primer lugar, la estrecha relación existente entre todos estos objetivos, de forma que la consecución de uno requiere la de los demás y coadyuva a la del conjunto. En efecto y sólo por citar un par de ejemplos: **cuando los recursos disponibles no alcanzan a satisfacer las demandas, la calidad del agua se deteriora y el medio natural se degrada**; de forma parecida, **la mejora de la calidad aumenta la disponibilidad de agua y ayuda a satisfacer las demandas**.

Es evidente la concordancia de estos objetivos con los artículos 45 y 131.1 de nuestra Constitución. Y parece claro que, en lo que se refiere a los objetivos *cuantitativos*, por otra parte inseparables de los *cualitativos*, **ya no se persigue la máxima utilización del recurso**, el incremento per se de la oferta de agua garantizada, **sino la mejor satisfacción de las demandas**. Esta planificación desde la demanda debe entenderse en el sentido de que hay que prever la disponibilidad del recurso, con las adecuadas garantías y con antelación suficiente, en la medida que lo requiera la evolución prevista de las de-

mandas. Y que tanto este objetivo como las actuaciones necesarias para conseguirlo deben conformarse con los principios de protección de la calidad del agua, economía en su empleo, racionalidad de los usos y armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

El proceso, por tanto, arranca de una adecuada previsión de las demandas razonables en los horizontes de futuro —10 y 20 años— fijados para la planificación hidrológica; consideramos necesario echar una rápida ojeada al camino que va desde ahí hasta las transferencias de recursos, para tratar de hacer llegar al lector las razones que las hacen necesarias.

### La evolución de las demandas

La demanda actual para usos consuntivos (abastecimiento de población, usos industriales y agrarios), de acuerdo con los **Proyectos de Directrices** de las cuencas intercomunitarias y los **Avances de Planificación** de las intracomunitarias, asciende a **30.500 hm<sup>3</sup> anuales**, de los que 24.250 (79,5 %) corresponden a usos agrarios, 4.300 hm<sup>3</sup> (14,1 %) al abastecimiento de población —incluidas las industrias conectadas a las redes municipales de distribución— y 1.950 hm<sup>3</sup> (6,4 %) a usos industriales independientes.

Los caudales necesarios para fines ambientales constituyen en realidad una limitación para el empleo del agua con otros fines; sin embargo, la parte de esos caudales que deba ser suministrada desde los sistemas hidráulicos que proveen a usos consuntivos puede ser tratada formalmente como una demanda; en este sentido, el **Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional** considera que esta *demanda* es prioritaria inmediatamente después del abastecimiento de población. La suma de estas **demandas ambientales**, más las correspondientes a usos no consuntivos (refrigeración, acuicultura) se estima actualmente en **6 600 hm<sup>3</sup>/año**.

En cuanto a la evolución futura de las demandas, el **Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional** respeta las previsiones de los **Proyectos de Directrices** y de los **Avances** en lo referente al

**L**a novedad española tiene tradición y está perfectamente preparada para afrontar todos los aspectos que entrañan un desafío ingenieril de tal magnitud

abastecimiento y los usos industriales, pero modera sustancialmente los crecimientos propuestos por las cuencas para la demanda agraria. Estas suponen un crecimiento de la superficie regable de casi dos millones de hectáreas en los próximos 20 años, lo que representaría la puesta en riego de 100.000 nuevas hectáreas anuales, que significaría un ritmo superior al doble de lo que se ha alcanzado en los momentos de mayor auge de la transformación en regadío en nuestro país y por un período mucho más largo. Semejante hipótesis no concuerda en absoluto con la posibilidad de generar los recursos hidráulicos necesarios, con la capacidad presupuestaria y financiera esperable, con la evolución de la población activa agraria ni con las necesidades de producción que se derivan de la política agraria de la Comunidad Europea.

En consecuencia, el citado **Anteproyecto** supone un crecimiento máximo de la superficie regable de 30.000 ha anuales en los próximos veinte años, lo que ya duplica el ritmo de nuevas transformaciones de los últimos años y representa, para dentro de 20 años, 600.000 ha de nuevos regadíos; es de-

Cuadro 1. Evolución de las demandas. Usos consuntivos\* (hm<sup>3</sup>/año)

Plan Hidrológico	Actual (1)	Año 2002 (2)	Δ (2)/(1)		Año 2012 (3)	Δ (3)/(2)		Δ (3)/(1)	
			(hm <sup>3</sup> )	(%)		(hm <sup>3</sup> )	(%)	(hm <sup>3</sup> )	(%)
Norte I	624	522	-102	(-16)	559	37	(7)	-65	(-10)
Norte II	571	588	17	(3)	624	36	(6)	53	(9)
Norte III	471	502	31	(7)	513	11	(2)	42	(9)
Duero	3.765	4.086	321	(9)	4.503	417	(10)	738	(20)
Tajo	2.698	2.908	210	(8)	3.123	215	(7)	425	(16)
Guadiana I	2.280	2.462	183	(8)	2.663	200	(8)	383	(17)
Guadiana II	190	292	102	(54)	389	97	(33)	199	(105)
Guadalquivir	3.385	3.608	223	(7)	3.675	67	(2)	290	(9)
Guadalete y Barbate	347	509	162	(47)	553	44	(9)	206	(59)
Sur	1.139	1.303	164	(14)	1.444	141	(11)	305	(27)
Segura	1.811	1.995	184	(10)	2.065	70	(4)	254	(14)
Júcar	3.076	3.372	296	(10)	3.784	412	(12)	708	(23)
Ebro	7.444	8.181	737	(10)	8.930	749	(9)	1.486	(20)
Galicia-Costa	622	679	57	(9)	787	108	(16)	165	(27)
Cataluña. Cuencas internas	1.274	1.512	238	(19)	1.821	309	(20)	547	(43)
Baleares	380	390	10	(3)	400	10	(3)	20	(5)
Canarias	417	465	48	(12)	518	53	(11)	101	(24)
<b>TOTAL</b>	<b>30.494</b>	<b>33.375</b>	<b>2.881</b>	<b>(9,4)</b>	<b>36.351</b>	<b>2.976</b>	<b>(8,9)</b>	<b>5.857</b>	<b>(19,2)</b>

\* Abastecimiento, industrial y agrario.

DEMANDAS TOTALES. VALORES ANUALES (hm<sup>3</sup>) Y DISTRIBUCION PORCENTUAL

USOS CONSUNTIVOS

DEMANDAS TOTALES

30 494

1992

37 092

33 375

2002

40 532

36 351

2012

43 678

ABASTECIMIENTO

USOS INDUSTRIALES

DEMANDA AGRARIA

OTRAS DEMANDAS  
(Refrigeración, ambientales, etc.)

Gráfico 1.

cir, el 18 % de la superficie actual. El ahorro posible de agua, de acuerdo con el estudio específico realizado, sería de unos 1.000 hm<sup>3</sup> anuales en los actuales regadíos, lo que reduciría la demanda de nuevos recursos para usos agrarios, para dentro de veinte años, al 14% sobre los valores actuales. El Anteproyecto propone una distribución de este incremento por cuencas hidrográficas, con mayores limitaciones en las cuencas deficitarias en recursos hidráulicos. Con estas hipótesis, la evolución de las demandas totales para usos consuntivos y su distribución por cuencas hidrográficas es la que figura en el cuadro 1\*. La evolución global y la participación de cada uso en las demandas consuntivas y totales puede

verse en el Gráfico 1. En resumen: el crecimiento total previsto de las demandas para usos consuntivos es inferior al uno por ciento anual, lo que es sin duda un ritmo moderado de incremento, pero que sólo será posible mediante ahorros de agua en los usos actuales y una mayor eficiencia en su empleo.

**Los recursos utilizables**

Los recursos naturales totales del país —escorrentías superficiales y recarga de acuíferos por infiltración son, en año medio, 114.000 hm<sup>3</sup>. Esta cifra es, por supuesto, muy variable de unos a otros años y procede de la agregación de los valores calculados para cada cuenca en una serie de al menos cuarenta años consecutivos. Incluye valores tales como la descarga al mar desde los acuíferos costeros que de ningún

modo pueden considerarse exactos, aunque las posibles desviaciones afectan a ese total en cuantías no significativas. La serie manejada es lo bastante larga para que sus resultados no se vean alterados seriamente por variaciones aleatorias normales y lo bastante corta para que fenómenos tales como la recién esbozada hipótesis del cambio climático puedan modificarlos de modo sensible en el futuro. Se estima que casi un 20 % de esos recursos corresponde a infiltración, aunque el carácter unitario del ciclo hidrológico y el permanente juego de alimentación recíproca entre escorrentías fluviales y acuíferos aconseja no establecer barreras rígidas en la cuantificación de unas y otros.

Como recursos disponibles se consideran los caudales circulantes por los ríos con garantía suficiente para aten-

\* Los cuadros y gráficos están tomados de la Memoria del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional.

der demandas de modo satisfactorio, más los regulados en embalses, más los extraídos directamente de acuíferos mediante pozos. En el cuadro 2 se puede ver su distribución por Planes Hidrológicos de cuenca.

En los recursos disponibles, que superan en valor medio anual los 47.000 hm<sup>3</sup>, se ha incluido el agua regulada en

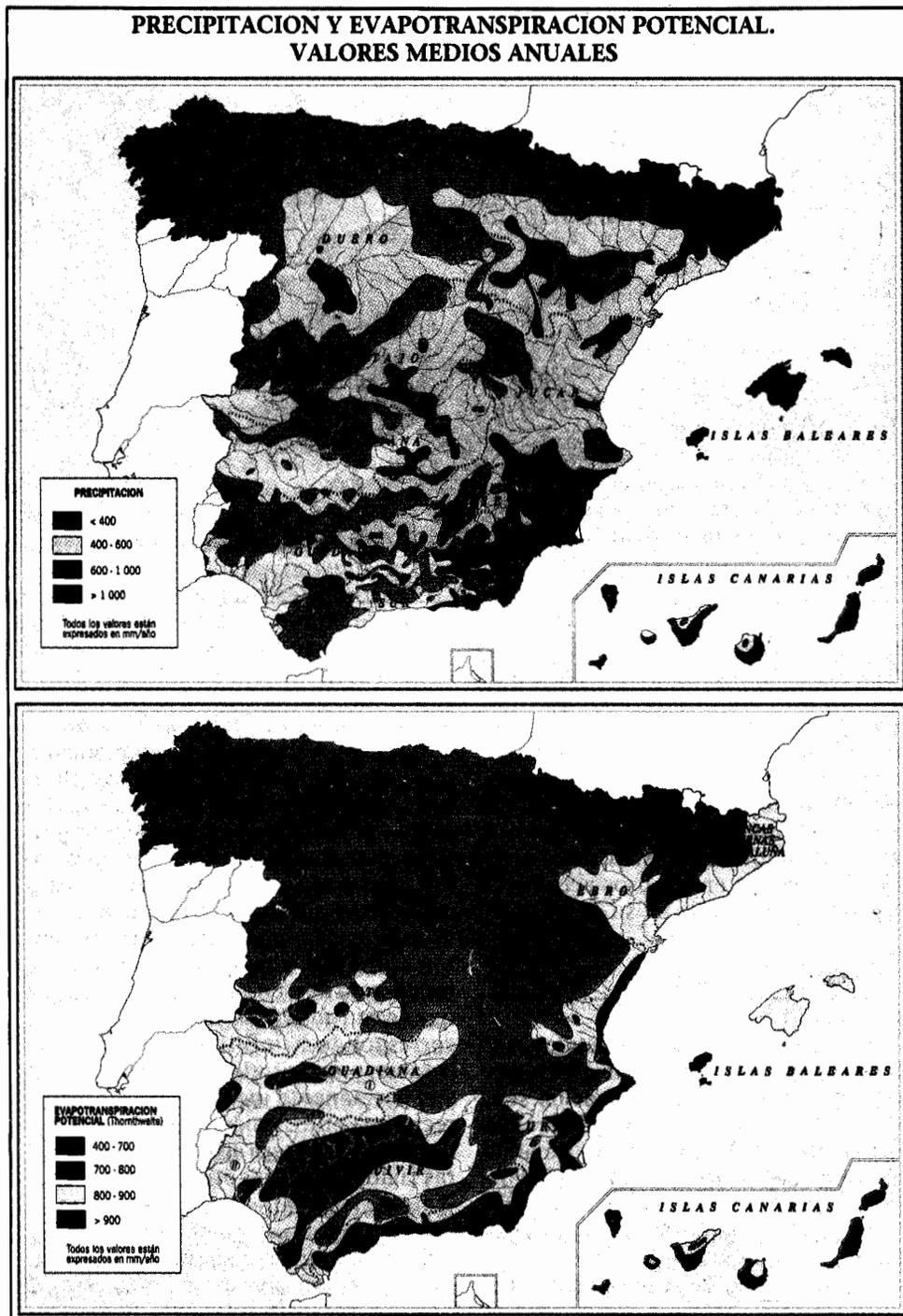
embalses hidroeléctricos —unos 16.000 hm<sup>3</sup> en año medio, aunque con valores muy variables entre años húmedos y secos debido a sus reglas específicas de explotación—. La mayor parte de esta regulación hidroeléctrica se produce en los grandes embalses situados en los cursos bajos del Duero (Villalcampo, Castro, Aldeadávila, Saucelle, Ricobayo en el Esla, Almen-

dra en el Tormes), Tajo (Valdecañas, Alcántara, Cedillo) y Ebro (Mequinenza, Ribarroja), agua abajo de las principales demandas consuntivas de sus respectivas cuencas. Unos 5.500 hm<sup>3</sup> de los recursos utilizados proceden de la extracción directa de aguas subterráneas, aunque la sobreexplotación a que están sometidos algunos acuíferos se estima en un total de más de 1.000 hm<sup>3</sup>. En el cuadro 3, puede verse la distribución por cuencas de los aprovechamientos actuales de aguas subterráneas, incluyéndose en otro lugar de esta Revista (dentro del artículo «El PHN y las aguas subterráneas») la situación de los acuíferos sobreexplotados o con riesgo de estarlo y las zonas con problemas de intrusión salina en acuíferos costeros.

Los retornos que generan los usos consuntivos —generalmente se acepta el 80 % de los volúmenes empleados para abastecimiento y el 20 % de los empleados para riego constituyen otra fuente de recursos parcialmente utilizables, dependiendo de su calidad, de su ubicación relativa respecto a otras demandas y de su coincidencia temporal con éstas. El aprovechamiento de estos retornos por reutilización directa sólo tiene cierta entidad actualmente en las cuencas del Júcar y el Segura (42 y 32 hm<sup>3</sup> anuales, respectivamente) y en las islas Baleares y Canarias. En estas últimas se obtienen, además, 19 hm<sup>3</sup> anuales por desalación de agua de mar. Finalmente, los trasvases actualmente en funcionamiento para usos consuntivos representan un total de 550 hm<sup>3</sup> anuales.

En números globales medios, y referidos a toda España, parece no haber problemas preocupantes. Aún prescindiendo de los volúmenes regulados con fines hidroeléctricos, los recursos utilizables, en su conjunto (incluidos los retornos), superan los 39.000 hm<sup>3</sup> anuales, frente a los poco más de 37.000 hm<sup>3</sup> que representa el total de las demandas, incluidas las no consuntivas y las ambientales. Como es de todos sabido, y estos dos años de sequía han venido a recordárselo a los olvidadizos, la situación real es muy diferente. Pese al esfuerzo realizado históricamente por la sociedad española para garantizarse el suministro de agua —del que son buen ejemplo las más de mil presas

Gráfico 2.



BALANCE ANUAL MEDIO DE TRANSFERENCIAS

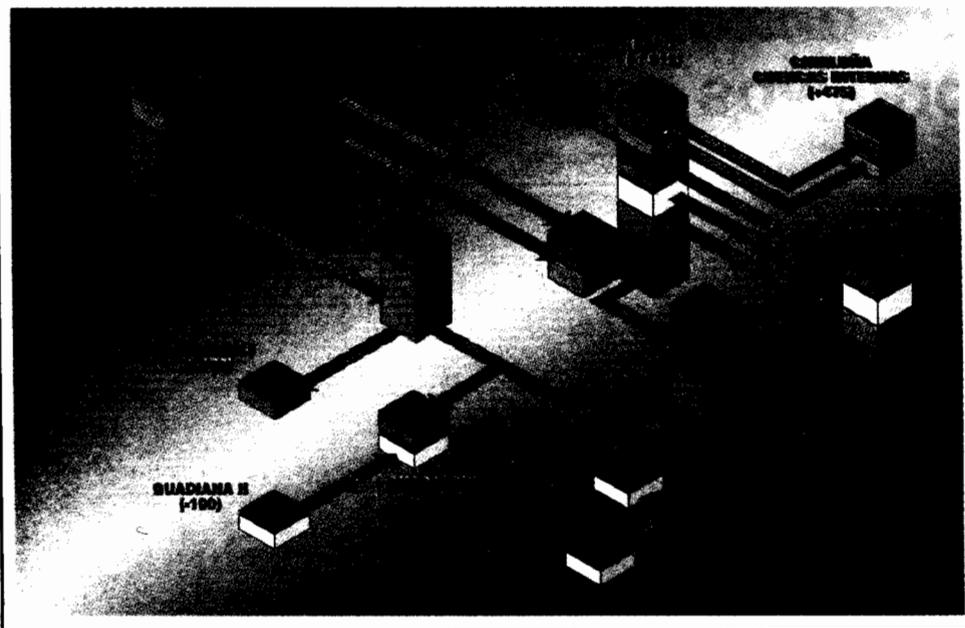


Gráfico 3.

construidas y en servicio y los más de 500.000 pozos— los fuertes desequilibrios espaciales y temporales de la pluviometría en España y la todavía más irregular distribución de los recursos hídricos, consecuencia de la mayor evapotranspiración en buena parte de

las áreas menos lluviosas, hacen que la **disponibilidad de agua en la cantidad necesaria y con garantía suficiente siga siendo un problema aún no resuelto en gran parte del territorio nacional.** El Gráfico 2 muestra la distribución espacial de las lluvias y de la evapotrans-

piración en nuestro país. Como ejemplo ilustrativo de ese desequilibrio, cabe citar que la relación entre los recursos hídricos naturales, por unidad de superficie, entre Galicia Costa y el Segura es de 18 a 1 en el año medio.

Cuadro 2. Recursos naturales y disponibles actualmente (hm<sup>3</sup>)

Plan Hidrológico	Naturales	Disponibles	
		(hm <sup>3</sup> )	(%)
Norte I	11.235	5.515	49
Norte II	121.954	1.518	12
Norte III	5.395	493	9
Duero	15.168	7.797	51
Tajo	12.858	6.233	48
Guadiana I	4.872	2.592 <sup>(1)</sup>	53
Guadiana II	1.293	371	29
Guadalquivir	6.911	3.087 <sup>(2)</sup>	45
Guadalete y Barbate	860	329	38
Sur	2.418	1.109 <sup>(3)</sup>	46
Segura	1.000	1.125 <sup>(4)</sup>	113
Júcar	4.142	3.052 <sup>(5)</sup>	74
Ebro	18.198	10.727	59
Galicia-Costa	12.504	1.302	10
Cataluña. Cuencas internas	2.780	1.358 <sup>(6)</sup>	49
Baleares	745	312 <sup>(7)</sup>	42
Canarias	965	420 <sup>(8)</sup>	44
<b>TOTALES</b>	<b>114.298</b>	<b>47.340</b>	<b>41</b>

Acuíferos sobreexplotados: <sup>(1)</sup> 280 hm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> 25 hm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup> 60 hm<sup>3</sup>; <sup>(4)</sup> 325 hm<sup>3</sup>; <sup>(5)</sup> 125 hm<sup>3</sup>; <sup>(6)</sup> 50 hm<sup>3</sup>; <sup>(7)</sup> 30 hm<sup>3</sup> y <sup>(8)</sup> 160 hm<sup>3</sup>. Total = 1.055 hm<sup>3</sup>/año.

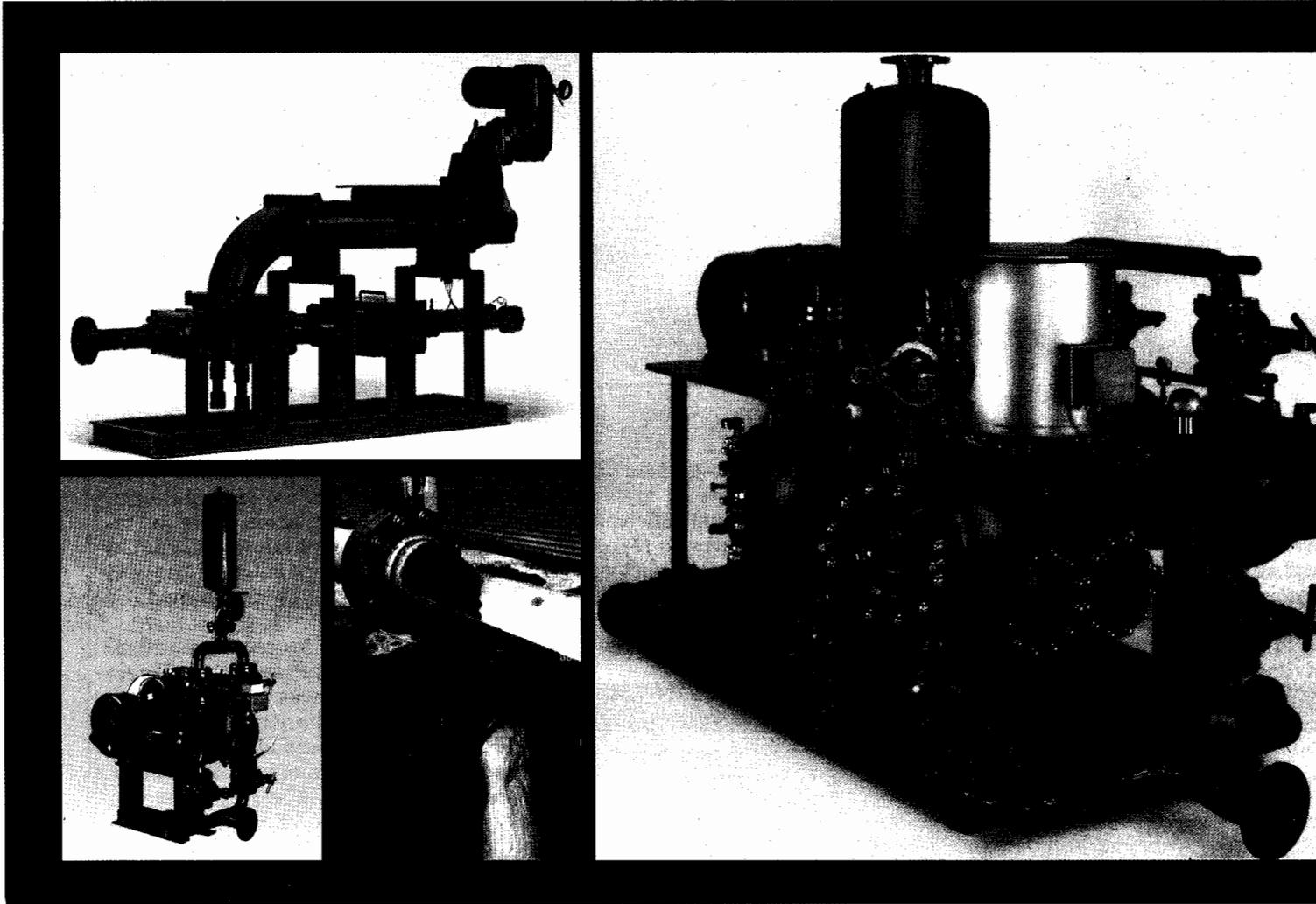
La evolución de los recursos utilizables prevista en los **Proyectos de Directrices** de las cuencas intercomunitarias, para los dos horizontes temporales, es la que figura en el cuadro 4, con la única modificación de haber supuesto que se elimina la sobreexplotación de acuíferos. Como puede verse, el incremento de recursos sería de 6.700 hm<sup>3</sup> en los próximos 20 años, prácticamente igual a los 6.600 hm<sup>3</sup> previstos de crecimiento de la demanda total. **Pero su distribución por cuencas hidrográficas está lejos del objetivo de suprimir los déficit actuales, tendiendo, por el contrario, a agudizar los actuales desequilibrios, como se expone a continuación.**

### Los Balances Hidráulicos

Con los datos procedentes de las fuentes citadas, **Proyectos de Directrices y Avances de Planificación**, se ha elaborado el cuadro 5 que refleja la situación actual de las demandas y los recursos utilizables en cada cuenca, in-

# Fuerza compacta ABEL

Las bombas que alimentan filtros prensa  
y transportan tanto productos  
abrasivos como corrosivos.



La perfección del conjunto exige la perfección del detalle. Sólo la suma de las soluciones técnicas, integradas a nuestras bombas, dan el resultado que Vd. puede esperar de nosotros. La ejemplar calidad de ABEL le ofrece:

Alta disponibilidad de la máquina • Seguridad funcional • Marcha suave • Elevada duración de los componentes • Reducidos gastos operacionales • Mantenimiento sencillo • Larga vida útil

## Características especiales:

- Caudales entre 0,1/400 m<sup>3</sup>/h
- Presiones hasta 160 bar
- Contenido de sólidos hasta 100%

**ABEL Equipos GmbH & Co. KG**  
Sucursal en España  
General Pardiñas nº. 34 - 2º. A - 28001 Madrid  
Tel. (91) 575 18 85/01  
Fax (91) 578 29 97

**ABEL®**

**Excelente en técnica y servicio**

**Cuadro 3. Las aguas subterráneas. Usos directos y de sus descargas naturales (hm<sup>3</sup>/año)**

Cuenca Hidrográfica	Recarga anual	Usos		Salidas no aprovechadas	
		Directos	Asociados a la descarga natural	Ríos	Subterráneas al mar
Norte*	2.975	51	604 (A, I)	2.200	120
Duero	1.875	373	1.492 (H, R, A)	—	10 <sup>(1)</sup>
Tajo	1.645	164	1.476 (H, R, A)	—	5 <sup>(1)</sup>
Guadiana	754	771	183 (R)	—	40
Guadalquivir	2.315	450	1.550 (R, A)	260	65
Sur	1.160	466	492 (R, A, H)	200	80
Segura	548	1.440	367 (R, A)	—	10
Júcar	3.505	209	1.485 (R, H, A)	420	215
Ebro	2.923		2.499 (R, H, A)	175	40
Cataluña. Cuencas internas	1.036	447	374 (A, R)	110	115
Baleares	585	283	50	116	150
Canarias	700	350	50 (R)	70	230
<b>TOTAL</b>	<b>20.021</b>	<b>5.428</b>	<b>10.622</b>	<b>3.551</b>	<b>1.080</b>

\* Incluida Galicia-Costa; A = Abastecimiento; R = Riegos; H = Hidroelectricidad; I = Industria.

<sup>(1)</sup> Acuíferos con Portugal.

cluidas las actuales tranferencias. Como consecuencia se obtiene un balance global en el ámbito de cada Plan Hidrológico, positivo si hay superávit y negativo si hay déficit. Ahora bien, **esos valores globales pueden no ser, y de hecho con frecuencia no lo son, representativos de la situación real**, al coexistir superávits situados en el curso bajo de un río, o en uno o varios sistemas hidráulicos de una cuenca, con déficit en su curso alto o en algún sistema hidráulico muy alejado de las zonas con excedentes. La columna final del cuadro, bajo el epígrafe *deficit*, recoge la suma de los valores negativos resultantes de la simulación de la explotación, mediante los correspondientes modelos, de todos y cada uno de los sistemas hidráulicos de la cuenca; obviamente, esos valores no coinciden con el balance global ni se deducen de las otras columnas del cuadro, ya que éstas son ya una síntesis, a nivel de cuenca, de las distintas magnitudes analizadas en cada sistema de explotación de recursos. **La adecuada satisfacción de las demandas implica la desaparición de esos déficit, que incluyen la sobreexplotación de acuíferos.**

Pues bien, con las hipótesis de evolución de recursos y demandas que figuran en las fuentes citadas, y con las solas modificaciones que se han explicado más arriba —moderación del crecimiento de la demanda agraria, eliminación de la sobreexplotación de acuí-

**Cuadro 4. Evolución prevista de los recursos disponibles (hm<sup>3</sup>/año). Superficiales y subterráneos**

Plan Hidrológico	Actual (1)	Año 2002 (2)	Δ (2)/(1)		Año 2012 (3)	Δ (3)/(2)		Δ (3)/(1)	
			(hm <sup>3</sup> )	(%)		(hm <sup>3</sup> )	(%)	(hm <sup>3</sup> )	(%)
Norte I	5.515	5.550	35	(1)	5.550	0	(0)	35	(1)
Norte II	1.518	1.908	390	(26)	1.927	19	(1)	409	(27)
Norte III	493	612	119	(24)	613	1	(0)	120	(24)
Duero	7.797	8.406	609	(8)	9.134	728	(9)	1.337	(17)
Tajo	6.233	6.423	190	(3)	6.638	215	(3)	405	(6)
Guadiana I	2.592 <sup>(1)</sup>	2.795	203	(8)	3.021	226	(8)	429	(17)
Guadiana II	371	844	473	(127)	870	26	(3)	499	(135)
Guadalquivir	3.087 <sup>(2)</sup>	3.356	269	(9)	3.747	391	(12)	660	(21)
Guadalete y Barbate	329	483	154	(47)	483	0	(0)	154	(47)
Sur	1.109 <sup>(3)</sup>	1.203	94	(8)	1.221	18	(1)	112	(10)
Segura	1.125 <sup>(4)</sup>	935 <sup>(5)</sup>	-190	(-17)	800	-135	(-14)	-324	(-29)
Júcar	3.052 <sup>(6)</sup>	2.972	-80	(-3)	2.980	8	(0)	-72	(-2)
Ebro	10.727	12.793	2.066	(19)	13.573	780	(6)	2.846	(27)
Galicia-Costa	1.302	1.302	0	(0)	1.302	0	(0)	0	(0)
Cataluña. Cuencas internas	1.358 <sup>(6)</sup>	1.404	46	(3)	1.544	140	(10)	186	(14)
Baleares	312 <sup>(7)</sup>	288	-24	(-8)	295	7	(2)	-17	(-5)
Canarias	420 <sup>(8)</sup>	385 <sup>(10)</sup>	-35	(-8)	333 <sup>(11)</sup>	-62	(-16)	-87	(-21)
<b>TOTAL</b>	<b>47.340</b>	<b>51.649</b>	<b>4.319</b>	<b>(9,1)</b>	<b>54.031</b>	<b>2.372</b>	<b>(4,6)</b>	<b>6.691</b>	<b>(14,1)</b>

Acuíferos sobreexplotados 1992: <sup>(1)</sup> 280 hm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> 25 hm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup> 60 hm<sup>3</sup>; <sup>(4)</sup> 325 hm<sup>3</sup>; <sup>(5)</sup> 125 hm<sup>3</sup>; <sup>(6)</sup> 50 hm<sup>3</sup>; <sup>(7)</sup> 30 hm<sup>3</sup> y <sup>(8)</sup> 160 hm<sup>3</sup>.

TOTAL 1.055 hm<sup>3</sup>.

Acuíferos sobreexplotados 2002: <sup>(9)</sup> 135 hm<sup>3</sup>; <sup>(10)</sup> 125 hm<sup>3</sup>. TOTAL 260 hm<sup>3</sup>. Se han eliminado 795 hm<sup>3</sup>/año.

Acuíferos sobreexplotados 2012: <sup>(11)</sup> 73 hm<sup>3</sup>. Se han eliminado 187 hm<sup>3</sup>/año adicionales.

**Cuadro 5. Balances anuales previos entre recursos hidráulicos y demandas (hm<sup>3</sup>/año). Situación 1992**

Plan Hidrológico	Demandas					Recursos						Balance	
	Consuntivas		Otras <sup>(a)</sup>			Propios			Transferidos <sup>(a)</sup>			Global	Déficit
	Abasteci- miento	Industrial	Agraria	Total		Disponi- bles <sup>(a)</sup>	Retornos	Reutilizaos y desalados	Importados	Exportados	Total		
Norte I	84	65	475	205	829	5.515	104	—	—	—	5.619	+4.790	47
Norte II	188	310	73	111	682	1.518	29	—	3	—	1.550	868	80
Norte III	254	215	2	77	548	493	83	—	157	—	733	+185	53
Duero	214	43	3.508	337	4.102	7.797	826	—	—	—	8.623	+4.521	—
Tajo	567	184	1.947	749	3.447	6.233	1.261	—	—	320	7.174	+3.727	30
Guadiana I	114	36	2.130	71	2.351	2.592 <sup>(1)</sup>	341	—	20	(651)**	2.953	+602	454
Guadiana II	36	53	101	13	203	371	5	—	(651)**	—	376	+173	—
Guadalquivir	381	130	2.874	259	3.644	3.087 <sup>(2)</sup>	455	—	—	—	3.542	-102	146
Guadalete y Barbate	97	27	223	25	372	329	13	—	—	—	342	-30	34
Sur	284	28	827	24	1.163	1.109 <sup>(3)</sup>	5	—	5	—	1.119	-44	151
Segura	166	19	1.626	50	1.861	1.125 <sup>(4)</sup>	138	42	240	30	1.515	-346	671
Júcar	559	115	2.402	471	3.547	3.052 <sup>(5)</sup>	413	32	85	—	3.582	+35	587
Ebro	300	324	6.820	4.007	11.451	10.727	3.837	—	—	200	14.364	+2.913	470
Galicia Costa	137	80	405	171	793	1.302	278	—	—	—	1.580	+787	—
Cataluña. Cuencas Internas	676	308	290	28	1.302	1.358 <sup>(6)</sup>	174	—	40	—	1.572	+270	110
Baleares	105	—	275	—	380	312 <sup>(7)</sup>	48	12	—	—	372	-8	38
Canarias	143	7	267	—	417	420 <sup>(8)</sup>	—	29	—	—	449	+32	160
<b>TOTALES</b>	<b>4.305</b>	<b>1.944</b>	<b>24.245</b>	<b>6.598</b>	<b>37.092</b>	<b>47.340</b>	<b>8.010</b>	<b>115</b>			<b>55/465</b>	<b>+18.373</b>	<b>3.031</b>

<sup>(a)</sup> Refrigeración, ambientales, acuicultura, etc.; se excluyen las hidroeléctricas; <sup>(b)</sup> Solamente se incluyen los trasvases existentes actualmente; <sup>(c)</sup> Recursos garantizados; se incluyen los procedentes de aguas subterráneas.

\* 10 hm<sup>3</sup> reutilizados y 19 hm<sup>3</sup> desalados; \*\* Recursos anuales medios que salen del Guadiana I y entran en el Guadiana II. No se consideran en los balances de este último. Plan Hidrológico.

Acuíferos sobreexplotados: <sup>(1)</sup> 280 hm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> 25 hm<sup>3</sup>; <sup>(3)</sup> 60 hm<sup>3</sup>; <sup>(4)</sup> 325 hm<sup>3</sup>; <sup>(5)</sup> 125 hm<sup>3</sup>; <sup>(6)</sup> 50 hm<sup>3</sup>; <sup>(7)</sup> 30 hm<sup>3</sup> y <sup>(8)</sup> 160 hm<sup>3</sup>. TOTAL = 1.055 hm<sup>3</sup>/año.

**Cuadro 6. Balances anuales previos entre recursos hidráulicos y demandas (hm<sup>3</sup>/año). Año horizonte 2002**

Plan Hidrológico	Demandas					Recursos						Balance	
	Consuntivas		Otras <sup>(a)</sup>			Propios			Transferidos <sup>(a)</sup>			Global	Déficit
	Abasteci- miento	Industrial	Agraria	Total		Disponi- bles <sup>(a)</sup>	Retornos	Reutilizados y desalados	Importados	Exportados	Total		
Norte I	97	87	338	197	719	5.550	111	—	16	—	5.677	+4.958	36
Norte II	214	322	52	151	739	1.908	102	—	—	—	2.010	+1.271	13
Norte III	285	215	2	43	545	612	57	—	157	—	826	+281	6
Duero	241	45	3.800	489	4.575	8.406	928	—	—	—	9.334	+4.759	—
Tajo	631	211	2.066	830	3.738	6.423	1.396	—	—	350	7.469	+3.731	—
Guadiana I	114	39	2.310	171	2.634	2.795	380	—	20	(610)***	3.195	+561	166
Guadiana II	59	58	175	26	318	844	10	—	(610)***	—	854	+536	—
Guadalquivir	416	136	3.056	360	3.968	3.356	510	—	—	—	3.866	-102	150
Guadalete y Barbate	130	34	345	61	570	483	15	—	—	—	498	-72	72
Sur	390	28	885	48	1.351	1.203	10	—	5	—	1.218	-133	133
Segura	236	23	1.736	50	2.045	935 <sup>(1)</sup>	198	42	270	30	1.415	-630	765
Júcar	692	127	2.553	498	3.870	2.972	436	65	85	—	3.558	-312	678
Ebro	381	400	7.400	4.007	12.188	12.793	4.306	—	—	282	16.817	+4.629	280
Galicia Costa	192	82	405	170	849	1.302	323	—	—	16	1.609	+760	—
Cataluña. Cuencas Internas	834	368	310	56	1.568	1.404	197	—	125	—	1.726	+158	—
Baleares	112	—	278	—	390	288	48	16*	—	—	352	-38	38
Canarias	185	10	270	—	465	385 <sup>(2)</sup>	—	95**	—	—	480	+15	125
<b>TOTALES</b>	<b>5.209</b>	<b>2.185</b>	<b>25.981</b>	<b>7.157</b>	<b>40.532</b>	<b>51.659</b>	<b>9.027</b>	<b>218</b>			<b>60.904</b>	<b>+20.372</b>	<b>2.462</b>

<sup>(a)</sup> Refrigeración, ambientales, acuicultura, etc.; se excluyen las hidroeléctricas; <sup>(b)</sup> Además de los trasvases existentes se incluye el del Oitaven-Louro en el Norte I; <sup>(c)</sup> Recursos garantizados; se incluyen los procedentes de aguas subterráneas.

\* 4 hm<sup>3</sup> desalados y 12 hm<sup>3</sup> reutilizados; \*\* 40 hm<sup>3</sup> reutilizados y 55 hm<sup>3</sup> desalados; \*\*\* Recursos anuales medios que salen del Guadiana I y entran en el Guadiana II. No se consideran en los balances de este último Plan Hidrológico.

Acuíferos sobreexplotados: <sup>(1)</sup> 135 hm<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> 125 hm<sup>3</sup>. TOTAL = 260 hm<sup>3</sup>/año.

Cuadro 7. Balances anuales previos entre recursos hidráulicos y demandas (hm<sup>3</sup>/año). Año horizonte 2012

Plan Hidrológico	Demandas				Recursos						Balance		
	Consuntivas		Otras <sup>(a)</sup>		Propios			Transferidos <sup>(b)</sup>			Global	Déficit	
	Abasteci- miento	Industrial	Agraria	Total	Disponi- bles <sup>(c)</sup>	Retornos	Reutilizados y desalados	Importados	Exportados	Total			
Norte I	109	87	363	197	756	5.550	111	—	16	—	5.677	+4.921	37
Norte II	242	330	52	151	775	1.927	102	—	—	—	2.029	+1.254	18
Norte III	296	215	2	44	557	613	57	—	157	—	827	+270	7
Duero	331	47	4.125	489	4.992	9.134	1.080	—	—	—	10.214	+5.222	—
Tajo	710	254	2.159	830	3.953	6.638	1.505	—	—	350	7.793	+3.840	—
Guadiana I	120	43	2.500	221	2.884	3.021	410	—	20	(616) <sup>***</sup>	3.451	+567	185
Guadiana II	75	64	250	26	415	870	10	—	(616) <sup>***</sup>	—	880	+465	—
Guadalquivir	441	142	3.092	446	4.121	3.747	330	—	—	—	4.077	-44	150
Guadalete y Barbate	143	35	375	64	617	483	24	—	—	—	507	-110	110
Sur	471	28	945	48	1.492	1.221	10	—	5	—	1.236	-256	256
Segura	305	24	1.736	80	2.145	800	288	42	270	30	1.370	-775	775
Júcar	901	151	2.732	498	4.282	2.980	464	80	85	—	3.609	-673	910
Ebro	410	500	8.020	4.007	12.937	13.573	4.505	—	—	282	17.796	+4.859	570
Galicia Costa	299	83	405	170	957	1.302	409	—	—	16	1.695	+738	—
Cataluña. Cuencas Internas	1.074	416	331	56	1.877	1.544	258	—	125	—	1.927	+50	428
Baleares	120	—	280	—	400	295	48	24*	—	—	367	-33	33
Canarias	238	10	270	—	518	333 <sup>(d)</sup>	—	200**	—	—	533	+15	73
<b>TOTALES</b>	<b>6.285</b>	<b>2.429</b>	<b>27.637</b>	<b>7.327</b>	<b>43.678</b>	<b>54.031</b>	<b>9.611</b>	<b>346</b>			<b>63.988</b>	<b>+20.310</b>	<b>3.552</b>

(a) Refrigeración, ambientales, acuicultura, etc.; se excluyen las hidroeléctricas; (b) Además de los trasvases existentes se incluye el del Oitaven-Louro en el Norte I; (c) Recursos garantizados; se incluyen los procedentes de aguas subterráneas.

\* 12 hm.<sup>3</sup> desalados y 12 hm.<sup>3</sup> reutilizados; \*\* 100 hm.<sup>3</sup> reutilizados y 100 hm.<sup>3</sup> desalados; \*\*\* Recursos anuales medios que salen del Guadiana I y entran en el Guadiana II. No se consideran en los balances de este último Plan Hidrológico.

Acuíferos sobreexplotados: (1) 73 hm.<sup>3</sup>.

feros—, los déficit locales pasan de los 3.000 hm<sup>3</sup> actuales a 2.500 hm<sup>3</sup> dentro de 10 años, pero suben a más de 3.500 hm<sup>3</sup> en el año 2012 (cuadros 6 y 7). La razón fundamental de este fracaso en la consecución de los objetivos propuestos está en que, al no poder prever los Proyectos de Directrices más transferencias entre cuencas que las ya existentes, se consigue una disminución inicial de los déficit debido a su minoración o eliminación en las cuencas que disponen de recursos hídricos utilizables; a más largo plazo, las cuencas que no tienen posibilidad de aumentar sus recursos propios disponibles acaban imponiendo el peso negativo de sus demandas insatisfechas.

A la vista de esta situación el Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional, ante la evidente imposibilidad de aceptar como resultado de la planificación hidrológica un empeoramiento de la —en algunas cuencas— precaria situación actual, se ha planteado la solución de todos aquellos problemas

que exceden las posibilidades internas y aisladas de una cuenca, procurando al mismo tiempo apurar los límites de esas posibilidades internas, fundamentalmente en las cuencas deficitarias ya que una planificación desde la demanda no ignora, por supuesto, los límites que la disponibilidad de recursos impone a la evolución de los consumos. Para ello, se han utilizado las siguientes actividades:

■ Se ha moderado y racionalizado el crecimiento de las demandas para riego, que representan el 80 % de las correspondientes a usos consuntivos, tal como se ha descrito anteriormente.

■ Se han tenido en cuenta las posibilidades de ahorro de agua, tanto en abastecimiento (unos 200 hm<sup>3</sup>/año) como en usos agrarios (unos 1 000 hm<sup>3</sup>/año).

■ Se ha previsto un aumento de la reutilización directa desde los 100 hm<sup>3</sup> actuales hasta 600 hm<sup>3</sup>/año y de los recursos procedentes de desalación desde 20 hm<sup>3</sup> hasta 200 hm<sup>3</sup>/año.

■ Se ha supuesto un incremento de 1 100 hm<sup>3</sup> anuales en las extracciones de los acuíferos infrautilizados, lo que mantendrá aproximadamente en sus valores actuales el aprovechamiento de aguas subterráneas, ya que paralelamente se suprime la sobreexplotación evaluada en unos 1.050 hm<sup>3</sup>/año.

La satisfacción de las demandas que no puede conseguirse con esos nuevos

**Cuadro 8. Soluciones propuestas en el Plan Hidrológico Nacional. Año horizonte 2002**  
**Tipología y volumen proporcionado (hm<sup>3</sup>/año)**

Plan Hidrológico	Demandas totales	Recursos										Balance	
		Propios disponibles					Retornos	Reutilizados y desalados	Transferidos			Global	Déficit
		Previos	Eliminación de sobreexplotación	Δ Regulación	Δ Acuíferos	Total			Importados	Exportados	Total		
Norte I	719	5.515	—	67	4	5.586	111	—	16	—	5.713	+4.994	—
Norte II	739	1.518	—	398	5	1.921	102	—	—	200	1.823	+1.084	—
Norte III	545	493	—	118	7	618	57	—	157	—	832	+287	—
Duero	4.575	7.797	—	524	85	8.406	908	20	—	200	9.134	+4.559	—
Tajo	3.738	6.233	—	130	60	6.423	1.326	70	—	350	7.469	+3.731	—
Guadiana I	2.634	2.592	-280	549	—	2.861	370	10	120	(776)	3.361	+727	—
Guadiana II	318	371	—	460	13	844	10	—	(776)	100	754	+436	—
Guadalquivir	3.968	3.087	-25	269	100	3.431	490	20	100	50	3.991	-23	—
Guadalete y Barbate	570	329	—	129	15	473	5	20	72	—	570	—	—
Sur	1.351	1.109	-60	174*	75	1.298	10	40**	75	72	1.351	—	—
Segura	2.045	1.125	-190	—	—	935	180	60	900	30	2.045	—	135 <sup>(a)</sup>
Júcar	3.870	3.052	-125	8	115	3.050	436	65	685	—	4.236	-366	—
Ebro	12.188	10.727	—	2.066	80	12.873	4.266	40	200	1.432	15.947	+3.759	—
Galicia Costa	849	1.302	—	—	—	1.302	323	—	—	16	1.609	+760	—
Cataluña. Cuencas Internas	1.568	1.358	-50	96	—	1.404	177	20	125	—	1.726	+158	—
Baleares	390	312	-30	10	5	297	48	45***	—	—	390	—	—
Canarias	465	420	-75	—	—	345	—	135****	—	—	480	+15	85 <sup>(a)</sup>
<b>TOTALES</b>	<b>40.532</b>	<b>47.340</b>	<b>-835</b>	<b>4.998</b>	<b>564</b>	<b>52.067</b>	<b>8.819</b>	<b>545</b>	<b>2.450</b>	<b>2.450</b>	<b>61.431</b>	<b>+20.899</b>	<b>220</b>

\* Esta cifra incluye 72 hm.<sup>3</sup> de recursos fluyentes que se trasvasan al Guadalete y Barbate y que no son recursos regulados. \*\* 5 hm.<sup>3</sup> desalados y 35 hm.<sup>3</sup> reutilizados. \*\*\* 15 hm.<sup>3</sup> desalados y 30 hm.<sup>3</sup> reutilizados. \*\*\*\* 50 hm.<sup>3</sup> reutilizados y 85 hm.<sup>3</sup> desalados.

(a) Sobreexplotación de acuíferos.

recursos se aborda mediante transferencias desde sistemas de explotación excedentarios, de cuencas globalmente excedentarias en todos los horizontes de futuro, a los sistemas deficitarios. Las cuencas cedentes, de conformidad con los datos disponibles, seguirán con agua regulada sobrante después de las transferencias previstas. Las cuencas receptoras quedarían en equilibrio estricto en sus sistemas deficitarios. Los cuadros 8 y 9 muestran la evolución resultante para los balances hidráulicos a partir de la situación actual (ver cuadro 5) como consecuencia de la aplicación de los programas y actuaciones descritos, tal como figuran en la Memoria del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional.

Una explicación detallada de las limitaciones para reutilización de las aguas urbanas de grandes ciudades industriales, o de los condicionantes para ir más allá en la explotación de algunos acuíferos afectados por conta-

minación nitríca, excede con mucho los propósitos de este artículo que, nos tememos, va a sobrepasar las dimensiones que nos habíamos propuesto. Nos ha parecido indispensable, no obstante, intentar una explicación sobre el por qué de las transferencias de recursos antes de pasar a la descripción del sistema definido en la Memoria y prescrito en el texto articulado del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional.

Lo dicho no debe interpretarse en el sentido de considerar las transferencias como una opción extrema o anormal. Cualquier intento, aunque sólo sea intelectual, de los ribereños por apropiarse —derecho de propiedad— el agua que pasa por su río carece de fundamento moral o legal. Las transferencias desde otra cuenca deben considerarse una de las opciones impolutamente normales de obtener recursos para atender demandas.

Por supuesto podrían plantearse alternativas a las transferencias de recursos. Pero o bien son socialmente inaceptables —desafectación de los regadíos más rentables de España y desmantelamiento de la industria alimentaria que en ellos se sustenta, con las absurdas secuelas que ello representa—, o económicamente inabordable, desalación masiva de agua de mar, por ejemplo; son alternativas carentes de cualquier atisbo de racionalidad.

Pasamos, pues, a describir el sistema de transferencias establecido en el Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional y que, por afectar a todas las cuencas peninsulares, éste denomina SIEHNA (Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional). Antes, sólo unas palabras para decir que el Anteproyecto de Ley crea una Entidad de Derecho Público encargada de la gestión y explotación de un sistema que, por su dimensión y complejidad, requiere sin duda un organismo espe-

**Cuadro 9. Soluciones propuestas en el Plan Hidrológico Nacional. Año horizonte 2012**  
Tipología y volumen proporcionado (hm<sup>3</sup>/año)

Plan Hidrológico	Demandas totales	Recursos										Balance	
		Propios disponibles					Retornos	Reutilizados y desalados	Transferidos		Total	Global	Déficit
		Previos	Eliminación de sobreex- plotación	Δ Regula- ción	Δ Acuíferos	Total			Importados	Exportados			
Norte I	756	5.586	—	—	1	5.587	111	—	16	—	5.714	+4.958	—
Norte II	775	1.921	—	20	4	1.945	102	—	—	350	1.697	+922	—
Norte III	557	618	—	—	2	620	57	—	157	—	834	+277	—
Duero	4.992	8.406	—	613	115	9.134	1.060	20	—	900	9.314	+4.322	—
Tajo	3.953	6.423	—	165	50	6.638	1.435	70	150	200	8.093	+4.140	—
Guadiana I	2.884	2.861	—	195	—	3.056	400	10	170	(801)	3.636	+752	—
Guadiana II	415	844	—	11	15	870	10	—	(801)	100	780	+365	—
Guadalquivir	4.121	3.431	—	256	135	3.822	310	20	200	50	4.302	-181	—
Guadalete y Barbate	617	473	—	—	—	473	14	20	110	—	617	—	—
Sur	1.492	1.298	—	69*	30	1.397	10	40**	155	110	1.492	—	—
Segura	2.145	935	-135	—	—	800	260	70	1.045	30	2.145	—	—
Júcar	4.282	3.050	—	—	35	3.085	464	80	890	—	4.519	-237	—
Ebro	12.937	12.873	—	780	90	13.743	4.445	60	400	2.012	16.636	+3.699	—
Galicia Costa	957	1.302	—	—	—	1.302	409	—	—	16	1.695	+738	—
Cataluña. Cuencas Internas	1.877	1.404	—	140	40	1.584	226	70	475	—	2.355	+478	—
Baleares	400	297	—	—	5	302	38	60***	—	—	400	—	—
Canarias	518	345	-85	—	—	260	—	273****	—	—	533	+15	—
<b>TOTALES</b>	<b>43.678</b>	<b>52.067</b>	<b>-220</b>	<b>2.249</b>	<b>522</b>	<b>54.618</b>	<b>9.351</b>	<b>793</b>	<b>3.768</b>	<b>3.768</b>	<b>64.762</b>	<b>+21.084</b>	<b>—</b>

\* Esta cifra incluye 38 hm<sup>3</sup> de recursos fluyentes que se transfieren al Guadalete y Barbate y que no son recursos regulados. \*\* 5 hm<sup>3</sup> desalados y 35 hm<sup>3</sup> reutilizados. \*\*\* 20 hm<sup>3</sup> desalados y 40 hm<sup>3</sup> reutilizados. \*\*\*\* 100 hm<sup>3</sup> reutilizados y 173 hm<sup>3</sup> desalados.

cífico para que su funcionamiento sea eficaz y ajustado a la evolución de las diversas variables que lo conforman.

### El Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional (S.I.E.H.N.A.)

La magnitud de los volúmenes anuales de agua que será preciso transferir afectando a la mayoría de las cuencas hidrográficas peninsulares —ya sea como cedentes o receptoras— ha aconsejado abordar el problema mediante un sistema integrado nacional (SIEHNA) que incluye transferencias múltiples, que involucran a varias cuencas, y también aquellas otras entre cuencas limítrofes que permiten resolver problemas de menor amplitud pero de reconocida urgencia.

#### ■ Traslases existentes

Los traslases intercuenas actuales para usos consuntivos se reducen al

**L**os proyectos de los traslases no deberán concretarse en un frío ejercicio de ingeniería hidráulica, sino que será obligado contemplar los aspectos ambientales

Acueducto Tajo-Segura —que fue diseñado para poder transportar 33 m<sup>3</sup>/s, equivalentes en régimen continuo a 1.000 hm<sup>3</sup>/año—, a los traslases desde la cuenca del Ebro para los abastecimientos de Bilbao y la comarca de Tarragona y a una transferencia desde el Segura al sur del Júcar. Su comparación con los esquemas propuestos para el futuro, que se describen a continuación, es suficientemente significativa del esfuerzo pendiente de realizar.

#### ■ Transferencias múltiples

La mayor parte de los recursos hidráulicos del país se generan en la espina orográfica que se extiende, a todo lo largo del norte de la península, desde Galicia a Gerona: la cordillera Cantábrica y los Pirineos. En esta amplia región existen dos zonas donde es posible captar recursos excedentes para enviarlos a las áreas deficitarias: la cornisa cantábrica, en las cuencas Duero y Norte, y el curso inferior del Ebro,

aguas abajo de su confluencia con el Segre.

La identificación de zonas con excedentes hidráulicos es condición sine qua non para poder diseñar el sistema, pero existen otros condicionantes y objetivos básicos para obtener esquemas viables que es conveniente establecer explícitamente desde el principio; se trata de los siguientes:

- Eliminación a largo plazo, en el año 2012, de los déficit locales, incluyendo la sobreexplotación de acuíferos actual.

- Disminución máxima posible de los déficit locales correspondientes a medio plazo, horizonte 2002, pero siempre que sea compatible con los esquemas finales.

- Exportación de recursos solamente de las zonas cuyos recursos hidráulicos naturales las hacen excedentarias, **sin sombra de duda**, sobre sus demandas previsibles.

- Priorización, en las transferencias a realizar, de aquellos recursos excedentes que proceden de retornos de otros usos y no tienen posibilidad de empleo práctico en su propia cuenca.

- Distribución razonable y equilibrada, del total de recursos transferidos, entre las dos grandes zonas identificadas con posibilidades de exportación.

- Incremento de la flexibilidad en la explotación conjunta, de manera que todas las cuencas hidrográficas puedan beneficiarse de un esquema integrado, singularmente en situaciones extremas de sequía.

- Utilización completa de las infraestructuras de conducción existentes susceptibles de ser integradas en el esquema y, especialmente, del infrautilizado acueducto Tajo-Segura.

- Empleo de grandes embalses de regulación, existentes o en construcción, como nudos intermedios de distribución y para optimizar el diseño de las conducciones.

- Inclusión, en el esquema, de embalses de acumulación en los tramos finales que permitan regular también en las cuencas receptoras.

A partir de estas premisas, de los déficit estimados en cada cuenca y de los condicionantes morfológicos se ha di-

Cuadro 10. Balance de transferencias

Cuenca Hidrográfica	Recursos Hidráulicos (hm <sup>3</sup> /año)		
	Importados	Exportados	Balance
Norte-Duero	173	1.250	-1.077
Tajo	150	200	-50
Guadiana I	170	—	+170
Guadiana II	—	100	-100
Guadalquivir	200	50	+150
Gaudalete-Barbate	110	—	+110
Sur	1.045	110	+45
Segura	890	30	+1.015
Júcar	400	—	+890
Ebro	—	2.012	-1.612
Galicia-Costa	475	16	-16
Cataluña. Cuencas Internas	—	—	+475
<b>TOTALES</b>	<b>3.768</b>	<b>3.768</b>	<b>+2.855 -2.855</b>

señado el esquema topológico que se representa en el Gráfico 3 donde se indican los volúmenes anuales de agua que deben salir de la cornisa cantábrica, Norte-Duero, y desde la desembocadura del Ebro para alimentar a las dos grandes zonas receptoras:

a) La **Cornisa cantábrica** envía agua al Ebro, para sus deficitarias cabecera y margen derecha, y a las cuencas del Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Sur a través del Acueducto Tajo-Segura que tiene capacidad sobrada.

b) El **Ebro** alimenta a las cuencas del Pirineo Oriental por el norte y a las del Júcar y Segura por el sur.

**Las grandes longitudes de los trazados y la intercalación en ellos de hipembalses como Entrepeñas-Buendía, en el río Tajo, y Alarcón y Tous, en el río Júcar, permiten una explotación integrada que beneficia a todas las cuencas recorridas por las conducciones e incrementa la garantía de sus demandas ante sequías extraordinarias, especialmente si las infraestructuras de transporte se diseñan con las dimensiones adecuadas. Dado que las transferencias son necesarias también a medio plazo es evidente la necesidad de que sean compatibles con los esquemas finales para evitar la ejecución de obras que posteriormente resultaran de dudosa utilidad. Los dos grandes**

componentes del SIEHNA y los volúmenes previstos para el año 2012 son los siguientes:

#### a) Esquema Norte-Duero

Las cuencas del Norte disponen de abundantes recursos naturales, pero sus condiciones orográficas dificultan su regulación. Por el contrario, la vertiente sur de la cordillera cantábrica reúne condiciones geomorfológicas adecuadas para regular un volumen suficiente de sus propios recursos hidráulicos y de los eventualmente transferidos, en períodos de aguas altas, desde la ladera norte. Un sistema de explotación coordinada permitiría garantizar los recursos necesarios para períodos de aguas bajas en una y otra cuenca, con beneficio para ambas, y además generar excedentes regulados, susceptibles de ser trasvasados a las cuencas deficitarias.

La implantación de este sistema conjunto implica el análisis previo y detallado de los emplazamientos más convenientes para captar y regular el agua, de los trazados más adecuados de las conducciones y del balance energético global. El esquema general del trasvase se inicia con la captación en ambas vertientes de la cornisa cantábrica y la regulación, mediante embalses emplazados en la ladera sur, de 1.130 hm<sup>3</sup> anuales de excedentes. De

ellos, 200 hm<sup>3</sup> serían transferidos a la cabecera del Ebro y otros 200 hm<sup>3</sup> a la cuenca del río Jalón, en la margen derecha del Ebro, que, con estos recursos, lograría suprimir los déficit locales existentes en ambas zonas de su cuenca. Los restantes 730 hm<sup>3</sup>, junto con 120 hm<sup>3</sup> de la cabecera del Duero, pasarían a la cabecera del Tajo, y de aquí, desde el embalse de Bolarque, con 50 hm<sup>3</sup> de excedentes del propio Tajo, se enviarían 900 hm<sup>3</sup> por el acueducto Tajo-Segura, utilizándolo a plena capacidad. A fin de conseguir una progresiva recuperación de sus acuíferos de cabecera, se derivarían 170 hm<sup>3</sup> al Guadiana mientras que con el fin de eliminar sus déficit se transferirían 100 hm<sup>3</sup> a la margen derecha del Guadalquivir; los restantes 630 hm<sup>3</sup> seguirían por el acueducto actual hasta el embalse de Talave, en la cuenca del Segura, con la siguiente distribución posterior: a) 55 hm<sup>3</sup> al Vinalopó en la cuenca del Júcar; b) 105 hm<sup>3</sup> a los sistemas orientales de la cuenca del Sur, y c) 470 hm<sup>3</sup> a la cuenca del Segura. Las consecuencias de la realización de este esquema de trasvase serían:

- Eliminación de los déficit locales del Ebro.
- Progresiva recuperación hidrológica ambiental de los acuíferos sobreexplotados de Las Tablas de Daimiel en la cabecera del Guadiana (170 hm<sup>3</sup>/año).
- Incremento de 100 hm<sup>3</sup> de los escasos recursos de la regulación general del Guadalquivir.
- Incremento en 230 hm<sup>3</sup>/año de los recursos disponibles en el Segura.
- Eliminación parcial de los déficit de la zona oriental (Campo de Dalías y río Almanzora) de la cuenca del Sur (105 hm<sup>3</sup>/año).

#### b) Esquema Ebro

En el año 2012, según los balances hidráulicos realizados, el Ebro dispondrá en su curso bajo de casi 4.900 hm<sup>3</sup> anuales de excedentes regulados. En ese horizonte el Júcar necesitará unas aportaciones adicionales de 805 hm<sup>3</sup>/año, el Segura necesitará 575 hm<sup>3</sup>/año, además de los caudales trasvasados desde el Duero y el Tajo, y el Pirineo Oriental, 350 hm<sup>3</sup> adicionales

a los 125 hm<sup>3</sup> al año que ya recibirá del Ebro. En total 1.855 hm<sup>3</sup>/año que, detraídos del Ebro, mantendrían en su curso bajo 3.000 hm<sup>3</sup> anuales de excedentes regulados, además de los caudales necesarios para las demandas locales (regadíos del delta, refrigeraciones, caudales ambientales, etc.).

El gráfico anterior refleja los diferentes ramales que integran este esquema: un trasvase al Pirineo Oriental, para 350 hm<sup>3</sup>/año, y dos conducciones hacia el sur; una a cotas inferiores para atender los déficit locales entre los ríos Cenica y Palancia (140 hm<sup>3</sup>/año) y un canal alto, con capacidad para 1.240 hm<sup>3</sup> anuales, de los que 325 hm<sup>3</sup> se quedarían en la zona del Júcar-Turia y 915 hm<sup>3</sup> seguirían hacia el sureste; de éstos, 340 hm<sup>3</sup> cubrirían los déficit locales de la zona Serpis-Vinalopó y los 575 hm<sup>3</sup> restantes se transferirían a la cuenca del Segura. El trasvase del Ebro no requiere en su cuenca obras de regulación adicionales a las ya previstas en el Plan Hidrológico Nacional, pero, al igual que en el caso anterior y como después se analiza, hay que estudiar las afecciones hidroeléctricas y el balance energético en el conjunto de las actuaciones.

Debe destacarse que la combinación de los esquemas Ebro y Norte-Duero permite eliminar, a largo plazo, todos los déficit de las cuencas mediterráneas

que no disponen de recursos internos para resolverlos.

#### ■ Transferencias zonales

Además de los trasvases existentes y de las transferencias múltiples ya descritas el SIEHNA comprende cuatro transferencias entre cuencas limítrofes —que permiten resolver problemas localizados pero de gran trascendencia— que también se han representado en el esquema topológico. Son los siguientes:

##### (1) Chanza-Piedras Marismas

Existe en la actualidad un pequeño trasvase interno en la cuenca del Guadiana II entre el río Chanza y el Piedras, pero las dificultades para atender desde el Guadalquivir la demanda ecológica de Doñana (acuífero Almonte-Marismas) recomienda el estudio inmediato de su refuerzo y prolongación hasta la cuenca del Guadalquivir. El volumen máximo anual que se transferirá será de 100 hm<sup>3</sup>/año.

##### (2) Guadiaro-Guadalete

El conjunto formado por los ríos Hozgarganta-Guadiaro-Genal de la cuenca del Sur es capaz de atender sus demandas internas y proporcionar hasta 300 hm<sup>3</sup>/año para cubrir déficit en los sistemas del Guadarranque y del Guadalhorca y las demandas de la Costa del Sol. Además sus recursos tienen la magnitud necesaria para admitir un trasvase a la cuenca del Guadalete para transferir 110 hm<sup>3</sup> al año.

##### (3) Guadiana Menor-Almanzora

El déficit existente en la cuenca del Almanzora, en la zona oriental de la cuenca Sur, no puede resolverse a medio plazo con la contribución ya descrita del SIEHNA; por ello será preciso implementar una solución parcial, a corto plazo, mediante la importación de 50 hm<sup>3</sup> anuales procedentes del río Guadiana Menor, en la cuenca del Guadalquivir.

##### (4) Oitaven-Louro

Este pequeño trasvase de 16 hm<sup>3</sup>/año, entre Galicia-costa y el Plan I de la cuenca del Norte, tiene por objeto el abastecimiento al polígono industrial de Vigo-Porriño y es de interés de la cuenca cedente.

## ■ Conclusiones

Como resumen de lo reseñado se incluye en el cuadro 10, para cada cuenca hidrográfica peninsular, la situación en el horizonte 2012 por cuanto respecta a recursos importados y exportados.

Como puede observarse todas las cuencas hidrográficas peninsulares están implicadas en la problemática de los trasvases y solamente existen tres (Guadalete-Barbate, Júcar y las Cuenca internas de Cataluña) que son únicamente receptoras, mientras que sólo las del Guadiana II y Galicia-costa son simplemente cedentes.

Los volúmenes anuales que figuran en el gráfico incluyen pérdidas en las conducciones ya que proceden de dotaciones en alta, pero es evidente que los caudales de diseño de las conducciones en cada tramo, así como los que deberán circular en cada horizonte temporal, dependen de investigaciones posteriores, enlazadas con los Planes Hidrológicos de cuenca; en cualquier caso dichas conducciones deberán tener la amplitud suficiente sobre los caudales estrictos para prever paradas por averías, conservación, etc, así como el necesario sobredimensionamiento para, en cada tramo, hacer frente a sequías extraordinarias. No cabe duda que el esquema general descrito para el SIEHNA admite variantes de trazado y de objetivos en función de la evolución real de la demanda en los próximos quinquenios. Es por ésto que se ha tratado de dotar al esquema de la mayor flexibilidad con objeto de que sea capaz de integrar otras alternativas que puedan surgir durante estudios posteriores de mayor detalle.

## Costes Globales y Unitarios

Un esquema como el SIEHNA sugiere inmediatamente la pregunta de cuanto costará y a que precio unitario resultará el agua en destino; en realidad su viabilidad final depende —entre otros aspectos menos objetivos—, de dicho coste unitario por cuanto desde el punto de vista de la colectividad, se trata de confirmar si tales costes resultan asumibles por los usuarios finales lo cual dependerá en alto grado,

además por supuesto de su cuantía, de la forma en que se estructuren las correspondientes tarifas. Debe tenerse en cuenta a este respecto que el sistema tarifario aplicable al agua trasvasada ofrece posibilidades de amplia elasticidad —incluso dando por supuesto la deseable autosuficiencia financiera del SIEHNA—, en función de principios objetivos que varían entre la aplicación correcta de todos los costes imputables —según las distintas capacidades de pago y tipología del uso final— y el empleo de una tarifa única nacional hasta la subvención, total o parcial, de las obras y tarifas específicas para cada tramo.

En todo caso por simple y preliminar que sea la aproximación al tema de los costes, ya sean globales o unitarios, es evidente la necesidad de disponer tanto de los costes de inversión iniciales de las infraestructuras como de los anuales correspondientes a explotación y mantenimiento.

## ■ Infraestructuras

Una valoración exacta de los costes de inversión se conocerá, solamente, cuando se disponga de documentos técnicos con el suficiente detalle como para proceder a la licitación de las

obras; antes de esa etapa —que precisa de investigaciones, estudios y diseños no desdeñables por cuanto al tiempo se refiere— se pueden hacer estimaciones provisionales y racionales en base a precios medios deducidos de obras de características semejantes. Si bien la única realización en nuestro país de características globales comparables es el acueducto Tajo-Segura, se pueden utilizar a este fin datos recientes relativos a la construcción de grandes presas y conducciones de caudales muy importantes —con tramos en canal, túnel, sifón y acueducto—, así como impulsiones de caudales de agua con alturas de bombeo comparables a las que se necesitarán en el SIEHNA.

Utilizando planos de la escala adecuada a este intento preliminar se han obtenido las longitudes de los diferentes tramos de la red y, a partir de los correspondientes perfiles longitudinales, las alturas estáticas de los distintos bombeos necesarios; con estos parámetros, teniendo en cuenta las obligadas pérdidas en las conducciones y utilizando los precios medios citados se ha obtenido el coste de las conducciones que es el primero de los tres grandes capítulos que determinan la inversión necesaria para el transporte del agua; los otros dos corresponden a la regulación, por una parte, y a las estaciones de bombeo y turbinación por otra.

En efecto, es preciso tener en cuenta la necesidad de regular los caudales que se trasvasen cuando no estén previamente regulados por embalses existentes; la disponibilidad total, sin regulación adicional, solamente se puede asegurar, en principio, en los trasvases que se efectúen desde la desembocadura del Ebro y los que se deriven desde la cabecera del Tajo así como en la generalidad de los denominados zonales. Dado que el SIEHNA se configura como un sistema de distribución es conveniente que disponga de nudos intermedios, de gran capacidad de embalse, donde se pueda almacenar el agua con el fin de gestionarla de la mejor forma posible en función de las circunstancias climáticas. La existencia de los hiperembalses de Entrepeñas y Buendía en el Tajo, Alarcón y Tous en el Júcar y Mequinenza y Ribarroja en

el Ebro resuelve este problema sin necesidad de incluir nuevos embalses intermedios; se pone así de manifiesto la **flexibilidad que proporciona al SIEHNA el denso sistema hidráulico que ha sido necesario instalar en el país, paulatinamente, para resolver su problemática hidrológica.**

De la misma forma debe tenerse en cuenta la influencia de la estructura de la demanda de los usos a los que se destine el agua trasvasada que no tienen por qué ser de consumo continuo; esta circunstancia impondrá, normalmente, la necesidad de regular en cola, previamente a su distribución, lo que origina otros costes que se deben incluir al evaluar las inversiones. También en este caso se pueden aprovechar algunos embalses existentes —casos de La Pedrera y Cenajo en el Segura, o del Guadalcaçín en un afluente del Guadalete—, **pero es necesario prever, en algunos ramales, la construcción de otros embalses de regulación que adecúen el caudal continuo trasvasado por el SIEHNA a la configuración estacional de las demandas.**

Es evidente, por otra parte, que **cuando el trazado elegido impone la elevación del agua a cotas superiores** —ya sea al comienzo del ramal o en puntos intermedios—, **es necesario consumir una energía que supone un gasto; de la misma forma, el agua traída de un lugar donde, aguas abajo del mismo, existen aprovechamientos hidroeléctricos instalados, dejará de producir cierta energía que debe ser tenida en cuenta en el análisis económico.** Esta última circunstancia no se produce cuando el inicio del trasvase se encuentra, como en el río Ebro, en su tramo final.

Por el contrario; dado que la red del SIEHNA discurre, en muchas ocasiones, a cotas muy altas para llegar a otras mucho más bajas, **el proyecto final debe conjugar, allí donde sea factible, el objetivo principal, transportar el agua a los destinos predeterminados, con el secundario -pero básico para garantizar la viabilidad-, de lograr la máxima producción de energía.** Esta energía se puede generar, en ocasiones, inmediatamente aguas arriba de grandes embalses existentes que pueden realizar sin dificultad la necesaria regulación de caudales —es el caso de

Cuadro 11. Infraestructuras del Siehna. Datos globalizados

Ramal o Tramo	Volúmenes		Conducción	Potencia necesaria		Coste Total (M pta.)
	Transferido (hm <sup>3</sup> /año)	Regulado <sup>(a)</sup> (hm <sup>3</sup> )	Longitud (km.)	Impulsión (MW)	Turbinación (MW)	
Norte II-Ebro	200	100	20	18	—	19.530
Cordillera Cantábrica-Nudo A*	1.050	775	725	232	—	287.773
Nudo A*-Jalón	200	—	—	—	—	—
Nudo A*-Tajo	850	—	50	—	265	49.100
A. Tajo Segura-Guadalquivir	100	—	60	—	—	3.600
Guadiana Menor-Sur	50	—	90	19	22	9.612
Guadiaro-Guadalete	110	—	12	—	—	10.800
Chanza-Piedras-Marismas	100	—	120	10	—	9.650
Oitaven-Louro	16	—	50	—	—	1.750
Ebro-Cataluña	350	120	200	64	—	45.530
Ebro-Castellón	140	100	80	12	—	21.330
Ebro-Turia-Tous	1.240	220	360	194	—	166.000
Júcar-Vinalopo	340	200	220	20	—	62.245
Júcar-Segura	575	—	70	—	—	63.000
<b>TOTALES</b>	—	1.515	2.057	569	287	750.000

\* Se denomina NUDO A el punto, de la cuenca del Duero, donde se dividen los caudales que van al Japón y al Tajo.

(a) Se trata de volúmenes regulados específicamente para el SIEHNA, independientes de la regulación existente o futura prevista en el P.H.N. para la propia cuenca.

Entrepeñas y Buendía, Alarcón, Cenajo, etc.—, por lo tanto, se puede sacar ventaja económica al turbinar solamente en horas punta; en otros lugares, cuando las circunstancias morfológicas lo permitan y el análisis económico detallado lo aconseje, **se pueden intercalar centrales fluyentes, de caudal continuo constante, como también existen ya en el acueducto Tajo-Segura.**

En el cuadro 11 se resumen los datos de los diferentes elementos que se han identificado para valorar las inversiones necesarias para la construcción e instalación de las infraestructuras que componen el SIEHNA; algunos de ellos permiten, también, deducir los costes anuales de energía. Debe tenerse en cuenta en las cifras del cuadro que, a excepción del ramal al Guadalquivir, ninguno de los otros receptores de agua que utilicen el acueducto Tajo-Segura precisará de inversiones en sus conducciones que ya son hoy suficientemente capaces.

#### ■ Costes unitarios

A partir de los presupuestos estimados para la inversión total de las infraestructuras necesarias y en función

de las hipótesis que se reseñan a continuación relativas a amortización, conservación, administración y explotación se pueden calcular los costes anuales totales y, conociendo el volumen anual trasvasado, deducir los costes unitarios del agua transferida.

**En armonía con los criterios establecidos en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, respecto a la amortización de las inversiones a realizar por el Estado, se ha utilizado el 4 % anual y se ha supuesto, además, que éste se ocupará, íntegramente, de la construcción de todas las infraestructuras necesarias. Este porcentaje es fijo puesto que el coste se establece en régimen de pesetas constantes; es decir, con estabilidad de precios y exento de toda desviación inflacionista o deflacionista.** Se ha supuesto, por otra parte, que el coste anual de conservación asciende al 0,75 % de las inversiones. Por cuanto se refiere a los gastos de administración, y de acuerdo con las estimaciones realizadas hasta el presente, los costes correspondientes a este capítulo se han evaluado en el 0,15 % anual de la inversión. Conviene tener en cuenta a este respecto que así como **ni el acueducto Tajo-Segura ni las conducciones del postravase generan nuevas inversiones, si implican gastos de**

conservación y administración; para poderlos valorar se ha supuesto que el valor actual del primero es de 80.000 millones de pesetas, mientras que para el postravase se ha deducido un coste actual del orden de 60.000 millones de pesetas.

Los costes fundamentales de explotación se producen debido al consumo de energía necesario para impulsar el agua a las cotas suficientes para llegar a sus puntos de destino. También se generan ingresos cuando se puede recuperar energía a base de equipar, adecuadamente, los eventuales escalones altimétricos que se pueden introducir en la traza de la conducción mediante su simple prolongación hasta encontrar un emplazamiento apropiado para instalar las turbinas y desaguar a un embalse cercano; el caso paradigmático es la turbinación de los caudales que llegan desde el Duero al sistema Entrepeñas-Buendía.

El coste anual de la energía se ha basado en las tarifas eléctricas actuales que consideran un término constante de potencia —proporcional a la potencia contratada— y uno variable de energía; se ha empleado la hipótesis de que solamente se impulsará en las dieciséis horas llanas y de valle mientras que, por el contrario, los ingresos por producción de energía se obtienen suponiendo que siempre se turbinará durante las ocho horas punta. En este capítulo también es necesario tener en cuenta los costes correspondientes a la elevación inicial del acueducto Tajo-Segura —Bolarque a La Bujeda—, así como los ingresos producidos por la generación de energía que se obtiene en el mismo tramo inicial y en las centrales intercaladas de Belmontejo, Alarcón, Villalgordo y la final del Fontanar.

A partir de los datos anteriores se han calculado los costes anuales correspondientes a los diferentes conceptos analizados que, teniendo en cuenta los volúmenes que se prevén transferir permite conocer el coste unitario correspondiente a cada tramo. No obstante, a los fines generalistas que es el objetivo de este artículo solamente interesa el coste unitario medio para el conjunto del SIEHNA que resulta del orden de 17 pta/m<sup>3</sup>.

## **E**l coste unitario medio para el conjunto del SIEHNA es de 17 ptas./m<sup>3</sup>

Es evidente, sin embargo, que ni los volúmenes anuales dedicados a cada uso son los mismos ni tampoco su capacidad de pago es igual. En efecto, de los estudios desarrollados en la Memoria del Plan Hidrológico Nacional se deduce que en las cuencas tradicionalmente deficitarias —toda la fachada mediterránea, excepto el Ebro—, el crecimiento previsto para las demandas de abastecimiento y de industrias es netamente superior al incremento previsto para los regadíos. Empero, el objetivo del Plan Hidrológico Nacional no es, solamente, satisfacer ese incremento de demandas sino eliminar los déficit actuales —entre los que se encuentran las sobreexplotaciones de acuíferos—, que se deben fundamentalmente a demandas agrarias. Cuando se considera esta circunstancia resulta que —aproximadamente y de for-

**U**na tercera parte de los volúmenes transferidos se dedicarán al abastecimiento de poblaciones e industrias y los dos tercios restantes a unos agrícolas

ma global—, una tercera parte de los volúmenes transferidos se dedicarán al abastecimiento de poblaciones e industrias y los dos tercios restantes a usos agrícolas.

Por otra parte, no se puede olvidar que el agua, en el regadío, es un factor de producción cuyo coste se incorpora a los restantes costes de producción para formar el coste total. El caso del abastecimiento es muy diferente porque constituye un consumo final, cuyo coste afecta de forma débil al presupuesto de los consumidores —del que, generalmente, representa un mínimo porcentaje—, y, sin embargo, su disponibilidad abundante y garantizada tiene una clara incidencia sobre la calidad de vida de los ciudadanos y su entorno urbano.

A partir de las consideraciones anteriores y aceptando que puede existir, sin tensiones sociales, una neta diferencia entre las tarifas de agua para abastecimiento y las correspondientes al uso agrícola, se ha utilizado, con el fin de enmarcar el tema, la hipótesis de trabajo de que se puede imputar al abastecimiento, por la misma cantidad de agua, el triple de los costes de trasvase que al regadío. De esta forma resultarían los siguientes costes unitarios para cada uso:

Coste del agua para riego  $\approx$  10 pta/m<sup>3</sup>

Coste del agua para abasto  $\approx$  30 pta/m<sup>3</sup>

### ■ Análisis de sensibilidad

En las estimaciones de los costes unitarios no se ha valorado la deseconomía evidente que resulta cuando se deja de producir alguna energía en aquellos saltos hidroeléctricos que estén instalados aguas abajo del punto de detracción. La pérdida económica correspondiente depende de numerosos factores que el estado actual de desarrollo del SIEHNA sólo permite estimar aproximadamente ya que depende, entre otros factores, de los siguientes: 1) porcentaje regulado del agua exportada; 2) condicionantes de explotación impuestos a las concesiones actuales; 3) porcentaje de retornos que se

pueda turbinar en los sistemas hidráulicos a los que se ha transferido; 4) posibilidades de turbinación de los caudales transferidos en las centrales existentes en el sistema hidráulico receptor, etc.

De igual modo, pero de signo contrario, **existe la posibilidad** —como se demuestra en el acueducto Tajo-Segura—, **de intercalar, en la conducción, centrales hidroeléctricas**, que pueden ser fluyentes y de caudal constante o, en ocasiones, se las puede incorporar pequeñas cámaras de remodulación que permitan turbinar solamente en horas punta; la definición de estos esquemas y la consiguiente valoración de la energía que producen sólo puede hacerse, con un mínimo de precisión, cuando se disponga de estudios de detalle sobre los trazados, lo que, como ya se ha dicho, no es el caso en el momento actual.

Las consideraciones anteriores y las posibles variaciones respecto a las hipótesis de cálculo utilizadas recomiendan realizar un análisis de sensibilidad que al menos trate de acotar las posibilidades de desviación; a este respecto se han tenido en cuenta las modificaciones relativas a los costes de las inversiones, conservación y administración por una parte y a la explotación energética por otra.

Por cuanto se refiere a las inversiones se han tenido en cuenta las siguientes posibles variaciones:

a) Las inversiones se han infravalorado y resultarán un 20 % superiores a las previstas.

b) La carga de amortización se reduce, del 4 % anual supuesto, al 2 % repercutible sobre los usuarios, en virtud de algún acuerdo que, semejante a Ley de Auxilios de 1911, considerase como subvención el 50 % de la inversión total.

Los apartados de conservación y administración, que se han estimado previamente de forma conjunta en el 0,9 % anual de la inversión, se han incrementado hasta un total del 1,25 % anual de dicha inversión para tener en cuenta eventuales complicaciones no previstas.

Por cuanto se refiere a la energía se ha supuesto que las modificaciones sobre los costes podrían provenir de dos orígenes distintos: i) Tarifas energéticas; ii) Afecciones a la producción actual. **No se prevén modificaciones al alza en las tarifas de energía**, en pesetas constantes, por cuanto la obligada homogeneización con las del resto de los países de la Comunidad Europea más bien pudiera modificarlas a la baja. En consecuencia se han supuesto invariables.

**Mucha mayor dificultad tiene la valoración de la afección** que sin duda se producirá, en algunos casos, sobre la producción de energía, en aquellas centrales que dejen de turbinar las aguas trasvasadas desde lugares situados aguas arriba de su propio sistema hidráulico. Es preciso tener en cuenta, en primer lugar, que esta afección no repercutirá sobre todas las aguas trasvasadas, ni siquiera sobre su mayor parte, y que, por lo tanto, **su influencia sobre el coste medio global no puede ser muy importante, aunque sí lo sea sobre determinados tramos**. En efecto; **más de la mitad (1 740 hm<sup>3</sup>) del agua trasvasada anualmente que se considera en este análisis se tomarán de la desembocadura del río Ebro, donde ya se han**

**turbinado todo lo que es posible**; otros 260 hm<sup>3</sup> corresponden a transferencias zonales, en la región sur de la península, que no tienen aprovechamientos hidroeléctricos o, en todo caso, son de mínima importancia a estos efectos. Además, **las pérdidas que se produzcan en el sistema hidroeléctrico del río Tajo se deberán, únicamente, a la energía que pudieran producir 50 hm<sup>3</sup> desde la central de Bolarque** —donde comienza el acueducto Tajo-Segura—, ya que si bien es cierto que se trasvasarán 900 hm<sup>3</sup> por él, también lo es que se importan 850 hm<sup>3</sup> desde la cordillera cantábrica; **su balance global implica la exportación de 50 hm<sup>3</sup>/año en lugar de los 320 hm<sup>3</sup> que, como media, se está trasvasando actualmente**. A mayor abundamiento debe tenerse en cuenta que, en las estimaciones presupuestarias efectuadas previamente, no se ha contabilizado la turbinación en la central de Entrepeñas de los 850 hm<sup>3</sup> importados ni tampoco del efecto beneficioso que significa, por cuanto a turbinación en la cascada del Tajo se refiere, liberar los 600 hm<sup>3</sup>/año que actualmente están comprometidos por la Ley 21/1971 que regula actualmente el trasvase Tajo-Segura.

La cuantificación precisa de la energía que se puede dejar de producir será siempre complicada porque a su intrínseca dificultad se añaden las muchas posibilidades de compensación —mediante concesiones en su propia red, por ejemplo— que tendrá el organismo encargado de **la administración del SIEHNA que, no debe olvidarse, manejará un sistema con un caudal total regulado continuo equivalente a más de 100 m<sup>3</sup>/s por toda la geografía peninsular**. En todo caso, y con objeto de acotar su influencia, se ha efectuado una primera estimación de la energía que dejarían de producir 900 hm<sup>3</sup> en el sistema hidroeléctrico actualmente instalado en el río Duero y sus afluentes eventualmente afectados. Correlativamente se ha analizado el incremento de energía que se producirá en el sistema hidroeléctrico del río Tajo por la turbinación de los 270 hm<sup>3</sup> citados.

**Teniendo en cuenta todas las posibilidades de variación de los precios unitarios que se han descrito, tanto las que los incrementan como las que los reducen, y aplicando los mismos criterios**

relativos a las capacidades de pago de los diferentes usuarios se obtienen, para cada hipótesis, los siguientes costes medios:

Costes medios para diversas hipótesis			
Hipótesis	Costes (pta./m <sup>3</sup> )		
	Medio	Abasto Riego	
Pesimista	20	37	12
Media	17	30	10
Optimista	12	22	7

## El Problema Ambiental

La postura de oponerse a los trasvases —como a cualquier otra infraestructura—, alegando los problemas ambientales que estas transferencias hidráulicas podrían generar, sin analizar detenidamente los pros y contras, es fácil y presumible en determinados grupos. Sin embargo, parece más lógico y responsable, antes de emprender las acciones decisivas, identificar todos los efectos negativos y positivos para tratar de resolver los primeros y sacar las mayores ventajas posibles de los segundos. Es seguro que esta postura la suscribirá la mayoría de la humanidad independiente si se le explica seriamente.

Así pues no se puede dejar de tener en cuenta que el SIEHNA incorporará al acervo hidrográfico nacional una serie de embalses —tanto en las zonas de cabecera como en las receptoras— y una densa red de canales de gran caudal, con una longitud total superior a los dos mil kilómetros. Haciendo abstracción, por bien conocida, de la incidencia ambiental de los embalses —cuyos efectos, bien organizados desde el principio, pueden presentar un balance ampliamente positivo—, dos son los efectos del SIEHNA sobre el ambiente que merece la pena destacar.

a) La incorporación al país de dos mil kilómetros de ríos nuevos de agua limpia.

**Cualquier intento, aunque sólo sea intelectual, de los ribereños por apropiarse el agua que pasa por «su río» carece de fundamento moral o legal**

b) La inyección de tal agua limpia en embalses, ríos y acuíferos que están, actualmente, en situación comprometida, tanto en cantidad como en calidad.

En relación con el segundo punto debe recordarse que el SIEHNA contribuirá en las regiones receptoras, situadas muchas de ellas en los límites de la España semiárida, a mejorar la situación ambiental mediante las siguientes acciones:

- Regeneración de humedales afectados por la actual sobreexplotación de acuíferos.
- Recuperación de la función de drenaje de la red hidrográfica.
- Incremento de la calidad del agua de embalses y ríos.
- Mejora de la garantía de los caudales ecológicos.
- Disminución de la salinidad de los acuíferos.
- Incremento del poder de autodepuración de embalses y cursos de agua.
- Protección de los acuíferos costeros frente a la intrusión salina.

Con ser muy importante la solución de los problemas citados no cabe duda que la creación de una red hidrográfica

nueva presenta un reto desde el punto de vista ambiental, no sólo por los eventuales efectos negativos que será obligado eliminar sino, también, por la enorme incidencia positiva que puede tener sobre los territorios atravesados y los cursos de agua naturales de los mismos. Enfrentando el tema con imaginación creativa se vislumbran posibilidades de adecuación ambiental y uso social y recreativo de las infraestructuras, basadas en un tratamiento integral que facilite la utilización lúdica y turística del canal y su entorno: embarcaderos, canales de remo, pistas de recreo, dársenas, escalas de acceso, bosquetes de protección, áreas de descanso, zonas deportivas y de juego para niños, caminos para peatones y otros para bicicletas, etc, son algunas de las actividades que se pueden integrar desde el principio. Es evidente que este acceso público impondrá mayores costes de vigilancia y guardería pero, como contrapartida fundamental, contribuirá a incrementar la calidad de vida de los ribereños.

Abordando el tema con espíritu abierto y amplitud de miras se pueden identificar ab initio lugares apropiados para construir lagunas laterales que no consumirán más agua que la de evaporación —porque estarán conectadas en paralelo con las conducciones— y, sin embargo, podrían utilizarse para los mismos fines turísticos recreativos ya citados para el canal y, en otros casos, como habitat privilegiado para aves acuáticas y otras faunas.

De las líneas anteriores se desprende que los proyectos de los trasvases no deberán concretarse en un frío ejercicio de ingeniería hidráulica, sino que será obligado contemplar los aspectos ambientales con mentalidad creadora a fin de, por supuesto, identificar y eliminar los eventuales efectos negativos, pero, además, imaginar la integración del SIEHNA en el entorno y aprovechar las enormes oportunidades que un río de caudal constante y agua limpia ofrece para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

## Conclusiones

De lo establecido en las páginas anteriores se pueden extraer los siguientes datos y conclusiones principales:

■ La disimetría temporal y espacial de las precipitaciones y de los recursos hidráulicos en el país es bien conocida, pero es un hecho que no se puede obviar al planificar.

■ Aún imponiendo criterios restrictivos al crecimiento de las demandas, especialmente a las agrarias, el ritmo de incremento anual será del orden del 1 % en los próximos veinte años, lo que generará la necesidad de satisfacer 6.600 hm<sup>3</sup>/año más de los que actualmente se necesitan.

■ Los objetivos del Plan Hidrológico Nacional no sólo se centran en satisfacer las demandas sino en eliminar los déficit actuales, evaluados en 3.100 hm<sup>3</sup>/año.

■ Para lograr estos objetivos se ha acudido primero a utilizar técnicas y métodos para ahorrar el agua que se despilfarra, a incrementar la calidad de los retornos, a reutilizar, regenerar y reciclar recursos, a incrementar la disponibilidad de recursos superficiales y subterráneos y a desalar agua de mar en los archipiélagos.

■ A pesar de todas estas actividades persistirían los déficit en algunas cuencas —especialmente en las de la fachada mediterránea— si no se acude a los trasvases intercuenas. A este respecto se ha diseñado un sistema integrado de equilibrio hidráulico nacional, SIEHNA, que afecta prácticamente a todas las cuencas peninsulares.

■ El volumen anual de agua trasferido por el SIEHNA, en el horizonte 2012, será de 3.768 hm<sup>3</sup>/año; sin embargo, el análisis económico aquí realizado se refiere, solamente, a 3.306 hm<sup>3</sup>/año por cuanto el resto corresponde a transferencias actuales que ya tienen establecidas y pactadas sus tarifas.

■ Las infraestructuras que se precisan para transportar esta cantidad de agua, equivalente a un caudal continuo de más de 100 m<sup>3</sup>/s, son ciertamente importantes —1 500 hm<sup>3</sup> de regulación, 2.000 km de longitud, 1.100 MW de centrales hidroeléctricas—, pero modestas en comparación con los respectivos parques nacionales.

**L**a proposición de transferencias de recursos hidráulicos entre cuencas distintas no ha sido, por supuesto, un resultado buscado, ni se trata de una novedad

■ El montante global de las inversiones a realizar en infraestructuras del SIEHNA durante los próximos veinte años es de 750.000 millones de pesetas constantes.

■ El coste unitario medio global que resulta —cuando se tienen en cuenta la amortización de las inversiones (4 % anual), la conservación y administración (0,9 % anual) y el balance entre energía gastada en las impulsiones y generada en turbinación de las propias infraestructuras de SIEHNA—, es del orden de 17 pta/m<sup>3</sup>.

■ Los costes medios citados se pueden matizar en función de la capacidad de pago de los diferentes usuarios; con las hipótesis realizadas al respecto resulta que, como media nacional, el agua trasvasada para riego resultaría a 10 pta/m<sup>3</sup>, mientras que la de abastecimiento supondría 30 pta/m<sup>3</sup>.

■ Las afecciones a la producción de energía en los sistemas hidroeléctricos ya instalados —por detracción del agua en lugares situados asuso de su red hidrográfica—, son de difícil cuantificación con los datos disponibles actualmente; no obstante, debe tenerse en cuenta que sólo afectan negativa-

mente a los 900 hm<sup>3</sup>/año trasvasados desde la cuenca del Duero ya que el resto de caudales se derivan desde lugares donde ya no es posible la generación, caso de la desembocadura del Ebro, o no existen aprovechamientos relevantes. En el cómputo de las afecciones debe considerarse, también, la incorporación de energía adicional, respecto a la situación actual, que supondrá la disminución de 270 hm<sup>3</sup>/año en los volúmenes trasvasados desde la cabecera del Tajo.

■ El análisis de sensibilidad realizado considera un incremento, del 20 %, en el presupuesto de las inversiones en infraestructuras, un aumento de los costes de conservación y administración, de casi el 40 %, y la influencia de la energía dejada de producir en la red nacional; el incremento sobre el coste unitario medio que suponen estas hipótesis de mayoración se refleja en un incremento de 3 pta/m<sup>3</sup>. Por el contrario, si las infraestructuras se subvencionan al 50 %, de acuerdo con la Ley de Auxilios de 1911, el precio medio global disminuye en 5 pta/m<sup>3</sup>.

■ El SIEHNA supondrá la incorporación al país de más de dos mil kilómetros de nuevos ríos de agua limpia. Es preciso contemplar sus efectos ambientales con imaginación creativa y aprovechar las oportunidades que tal ocasión ofrece para incrementar la calidad de vida de los ribereños.

■ El SIEHNA implica, también, la inyección de 3.800 hm<sup>3</sup> de agua limpia en enhalses, ríos y acuíferos. Sin olvidar, para eliminarlos, los eventuales efectos ambientales negativos que la red de infraestructuras pueda suponer, es preciso enfatizar la mejora de la situación ambiental que tal aportación de agua supone en numerosas regiones.

■ El SIEHNA es un desafío ingenieril por cuanto al análisis de alternativas y al proyecto de infraestructuras se refiere; entraña, además, un análisis, simultáneo y profundo, de aspectos ambientales, jurídicos, financieros, administrativos, de gestión, de afecciones a otros usos, etc., para los que la sociedad española tiene tradición y está perfectamente preparada. ■