

NOTAS PARA UN ANALISIS DEL PLAN HIDROLOGICO EN PREPARACION

Manuel Díaz-Marta, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

I. Antiguas y nuevas tecnologías en el Plan Hidrológico

Al ver el programa del Seminario de Política Hidráulica convocado por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (31 ag. -4 sept. de 1992), tuve la sensación de que algo empezaba a cambiar en esa política, porque incluía temas sobre modernas tecnologías que nunca antes habían figurado en reuniones de este género. Pero lo que más me sorprendió fue ver el anuncio del tema «Evolución política hidráulica» y comprobar que yo aparecía como coordinador y ponente del mismo. El título del tema indicaba una revisión, al menos histórica, de la política hidráulica seguida hasta entonces, y de mi designación de coordinador, dadas mis actuaciones anteriores como crítico y opositor al inmovilismo de dicha política, hacía suponer que todas las opiniones sobre el tema serían bien acogidas.

El hecho de que se discutiera con entera libertad la introducción de modernas tecnologías, tema proscrito en reuniones anteriores de esta clase, significa un paso adelante, una apertura hacia la diversificación de técnicas a considerar en nuestra política hidráulica. Entre estas técnicas figuraban las de explotación racional de las aguas subterráneas, aisladamente o combinadas con las superficiales, la recarga de acuíferos, el ahorro de agua, especialmente en los regadíos, la corrección de defectos y pérdidas en los sistemas de riego y los abastecimientos humanos, y la depuración y reutilización de las aguas residuales. También se trató de los usos no consecutivos del agua, destacando la importancia de los medioambientales, los turísticos, recreativos y deportivos y los de pesca y piscicultura.

La inclusión en el plan hidrológico que se prepara de las tecnologías allí discutidas —algunas ya experimentadas con éxito por los usuarios en varias regiones españolas— promete ser una medida muy beneficiosa para la sanidad de los culti-

El hecho de discutir con entera libertad la introducción de modernas tecnologías significa un paso adelante hacia la diversificación de técnicas a considerar una muestra política hidráulica.

vos, la economía del agua y la calidad de vida en el país.

Pero también se habló de la corrección de los desequilibrios hidrológicos de la península a base de transferencias de unas cuencas a otras. La forma en que se expuso el tema y las recientes informaciones de prensa inducen a pensar que esa sería la idea fundamental del Plan y que a ella quedarían supeditadas sus otras novedades.

La idea de un gran sistema de trasvases no es nueva. Los trasvases tuvieron su auge en el primer tercio de siglo, pero pronto entraron en desuso y hoy se consideran soluciones anacrónicas. En California, durante los años 30 se aprobó un plan para trasvasar unos 5.000 Hm³ de agua anuales; el plan se desarrolló hasta llegar a 3.000, pero su continuación hasta completar los 5.000 fue rechazada por un plebiscito.

Tampoco esa idea es nueva en España. Fue esbozada y expuesta al público por los años 68 y 69 por el equipo técnico a las órdenes del ministro de Obras Públicas, Sr. Silva Muñoz, cuando éste lanzó a la publicidad el ambicioso y hoy muy mermado trasvase de las aguas del Tajo a la cuenca del Segura.

En la preparación del trabajo de cualquier empresa la experiencia y el sentido común aconsejan dar la primacía a lo más fácil, seguro y de menor costo, continuar con lo que no siendo tan sencillo, tenga buenas posibilidades de éxito y no sea demasiado costoso, y poner en último lugar las operaciones más arriesgadas, costosas y de más lejano rendimiento.

Siguiendo este criterio, la primacía en un plan hidráulico debe corresponder a la conservación, mejora y modernización de los sistemas hidráulicos existentes que pueden funcionar de un modo competitivo; el segundo lugar correspondería a la aplicación de las modernas tecnologías hidráulicas ya mencionadas. Algunas de ellas, como el ahorro de agua en los regadíos y la reutilización de las aguas, tienen como ventajas adicionales la

Una de las fallas más significativas de nuestra política hidráulica es la ausencia de una opinión pública consciente de sus verdaderos problemas.

de aumentar las disponibilidades de agua y de que frecuentemente, como ha sucedido en España, se implanten con fuerte participación económica de los usuarios, aliviando así las cargas presupuestarias. En tercer lugar deberían figurar las transferencias de aguas, pero exclusivamente para aquellas demandas de primera categoría —como abastecimientos humanos y exigencias medioambientales— que no se puedan resolver con los medios antes citados. Añadamos que los trasvases no aumentan los volúmenes de agua disponibles, al contrario, las disminuyen por la evaporación y la filtración en larguísimos acueductos.

La resolución de las demandas de agua insatisfechas a base de transferencias de este líquido presenta otros muchos inconvenientes que conviene analizar por separado.

II. La opinión pública, la propaganda y los trasvases

Una de las fallas más significativas de nuestra política hidráulica es la ausencia de una opinión pública consciente de sus verdaderos problemas. La información que han recibido los ciudadanos, incluyendo sus representantes, ha sido escasa y no siempre veraz. «Las polémicas sobre los proyectos de trasvase han consumido mares de tinta; sin embargo, es evidente que la opinión pública sobre los mismos se ha venido formando a base de propagandas desmesuradas y unilaterales, y no con informaciones correctas y discusiones libres y esclarecedoras».

Siempre hubo excesos publicitarios en torno a las grandes obras hidráulicas, pero su gran despliegue proviene de mediados de nuestro siglo, cuando el Plan Badajoz fue proclamado, dentro y fuera de España, como invención y obra suprema del franquismo, ocultando su comienzo en la etapa republicana cuando Prieto era ministro de Obras Públicas. Al agotarse sus efectos propagandísticos, se pensó en el trasvase del Tajo al Segura, también enunciado pero no desarrollado durante la República por la oposición de algunas regiones.

La propaganda del trasvase fue aplastante. Dirigida inicialmente a enaltecer al régimen, tuvo que cumplir otro objetivo aún más urgente; sofocar las protestas de Toledo, Cáceres y otras provincias ante el anuncio de aquellas obras. Para acallar la oposición hubo ceses y traslados de gobernadores y funcionarios desafectos al trasvase y prohibición de toda publicación o manifestación contraria al mismo.

La coacción gubernativa cesó, pero los autores y defensores de los trasvases se han dado trazas par silenciar cualquier manifestación contraria a sus opiniones y para influir en la opinión pública con sus continuas alabanzas a tales obras.

Sus panegiristas utilizan argumentos endeblés que nada tienen que ver con la realidad, pero que son muy sencillos y comprensibles por el público. Siguen diciendo que si en Galicia y la Cornisa Cantábrica los promedios de lluvia sobrepasan los mil milímetros (litros por metro cuadrado) anua-

les, y en los campos de Almería no llegan a 300, es lógico que las regiones húmedas cedan una parte de sus aguas «sobrantes» o «excedentarias» a las secas. Pero no hay aguas sobrantes en las vertientes del Cantábrico, y si las hubiese no se podrían recoger en volumen suficiente para llevarlas a otras cuencas, porque la fuerte pendiente de sus ríos no permite la construcción de grandes embalses.

Todos sabemos, por otra parte, que en esas zonas de abundantes lluvias, se producen unas sequías pavorosas en cuanto deja de llover un par de meses. Por contraste, en las tierras áridas de Almería, el progresista y económico empleo de sus aguas subterráneas en los cultivos de Dalías y Níjar y en otros servicios ha permitido abastecer a sus poblaciones y aumentar su renta agraria en mayor proporción que en cualquier otra provincia.

Lo anterior permite asegurar que no hay correlación entre la posibilidad y conveniencia de transferir aguas de una región a otra y sus diferencias de pluviosidad. Tal falta de correlación ha empezado a ser conocida oficialmente, ya que Galicia y la vertiente Cantábrica, que aparecían en anteriores ensayos como las principales donantes de agua, quedarían eximidas —según las últimas informaciones del Plan— de tan onerosa obligación. Es de suponer que los entusiastas y propagandistas de los trasvases también se hayan dado cuenta de que la diferencia de índices de pluviosidad no justifica la transferencia de aguas de unas cuencas a otras.

III. Viabilidad hidrológica y evaluación económica de los trasvases

La viabilidad hidrológica

Cuando el proyecto de la ley del régimen económico del acueducto Tajo-Segura fue presentado ante el Congreso, el promedio de la corriente del Tajo en Bolarque se estimaba en unos 1.200 Hm³ anuales. Se propuso entonces transferir al Segura 1.000 Hm³ por año (lo que hubiera reducido el caudal dejado al Tajo a la sexta parte de su valor anterior). Tras la discusión de la ley, el volumen anual a trasvasar fue limitado a 600 Hm³, pero sólo se pudo derivar poco más de 300 en los años más lluviosos. Así, el acueducto Tajo-Segura, diseñado para trasvasar 1.200 Hm³ quedó notablemente infrutilizado.

Según las últimas informaciones del plan, la cabecera del Tajo recibiría 650 Hm³ de agua extraída del Duero y enviaría 800 Hm³ a repartir entre la cabecera del Guadiana, el río Júcar, el Segura y los riegos de Almería. La diferencia, 150 Hm³ anuales, sería suplida con aguas del propio Tajo. La enorme reducción de los caudales considerados *excedentarios* en el Tajo, de 1.000 Hm³ a los 150 Hm³ propuestos actualmente por los que preparan el plan hidrológico, indica cuán erróneos fueron los cálculos anteriores de caudales y demandas de agua facilitados a los parlamentarios.

Lo ocurrido con el Tajo podría repetirse en los ríos Duero, Ebro y afluentes de ambos, de cuyas

cabeceras se piensa extraer importantes caudales de agua para llevarlos a otras cuencas.

El apasionamiento por los nuevos trasvases de sus proyectistas puede ser tan grande como el de los que prepararon el del Tajo al Segura. Por eso, las mediciones de caudales, las estimaciones de las demandas hidráulicas y las de los efectos económicos, ecológicos y medioambientales río abajo de los lugares donde se deriven sus aguas, tendrían que hacerse con absoluta imparcialidad y rigor y ser contrastadas con las efectuadas por grupos e instituciones perjudicados por los trasvases.

Evaluación económica

La evaluación económica de los resultados económicos de cada trasvase es de esperar que no sea tan incompleta y poco rigurosa como la entregada hace doce años a los parlamentarios cuando se discutió la ley reguladora del Tajo-Segura. La justificación económica de esta obra consistió simplemente en valorar los beneficios en las zonas receptoras de agua y en la central hidroeléctrica reversible de Altamira (que por cierto produce pérdidas) y en comparar la suma de ambas cantidades con la de los gastos de amortización de las obras más los del mantenimiento y funcionamiento del sistema.

Obviamente hay mucho más que evaluar. Los profesores norteamericanos Charles W. Howe y R. William Haster, en su libro «Interbasin Transfer of Water—Economic Issues and Impacts», definen así dos condiciones estrictamente económicas que debe cumplir cualquier proyecto de trasvase:

1. Que el incremento neto de los beneficios en las regiones receptoras y de paso del acueducto sobrepase a los que se obtendrían empleando las aguas en las regiones cedentes, más las pérdidas en otras regiones donde sus actividades productivas queden desplazadas por el aumento de las relacionadas con el agua en las regiones receptoras y más el costo de amortización y funcionamiento del sistema de trasvase en un período de tiempo razonable.

2. Que el costo del sistema físico de trasvase de agua, incluyendo su precio en origen, sea menor que el de la mejor alternativa de obtener el mismo volumen de agua en la región receptora.

Estos criterios no fueron incluidos en la justificación de la transferencia del Tajo al Segura. En cuanto al primero, no se calcularon los beneficios que las aguas legalmente transferidas podrían producir en los riegos del Tajo y en el abastecimiento de Madrid y de las ciudades e industrias de su entorno. Y en cuanto al segundo, no creo que el costo de trasvasar un cierto volumen de agua se comparara con el de obtener un efecto equivalente economizándola en las zonas receptoras aplicando métodos de riego modernos en los cultivos de regadío y reutilizando aguas resi-

duales, previa depuración, de riegos y abastecimientos e incluso utilizando aguas salobres o marinas convenientemente desalinizadas.

Tales omisiones en los procesos de evaluación económica no deberían repetirse en los nuevos proyectos de trasvase que se propongan en el plan hidrológico.

IV. Efectos ecológicos y medioambientales de la detracción del agua en la cabecera de un río

El ilustre ingeniero D. Manuel Lorenzo Pardo, en su defensa del Pantano del Ebro, ponderaba los beneficios económicos y de todo orden producidos por la regulación de un río en su cabecera porque, entre otras razones, mejoraba todos los aprovechamientos hidráulicos a lo largo de su curso.

Hoy podemos afirmar que la «desregulación» (valga la palabra) de un río en su cabecera por la detracción anual de un importante volumen de agua para conducirla a otra cuenca origina notables perjuicios en la cuenca cedente, porque aminora y «desregulariza» el caudal utilizable en todos los aprovechamientos subsecuentes de sus aguas.

La información sobre el plan hidrológico suministrada al público hasta ahora no aclara si el trasvase de 650 Hm³ de la cuenca del Duero a la del Tajo se propone con una sola presa de derivación en el Duero, aguas abajo de Soria, o si también se extraerían algunos caudales de sus poderosos afluentes. En todo caso, el problema de derivar agua de la cabecera de un río puede tener consecuencias graves que el estado actual de los conocimientos hídricos y ambientales no permite valorar, sobre todo en cuanto a los efectos producidos en los tramos fluviales inmediatamente aguas abajo. Sin embargo, a falta de otros estudios y experiencias, podemos formarnos una idea de esos defectos, al menos cualitativa, observando lo sucedido en el ecosistema integrado por el río Tajo, sus riberas y su valle fluvial, desde su cabecera hasta la confluencia del Guadarrama aguas abajo de Toledo.

En el Alto Tajo, las fuertes demandas de caudales desde la cuenca del Segura han obligado a explotar al máximo los embalses de Entrepeñas y Buendía, lo que produce una fuerte oscilación del nivel de sus aguas, reduciendo estos embalses en algunas ocasiones a charcas de mal aspecto. Esto representa un daño económico notable para las urbanizaciones establecidas en lo que se llegó a llamar «Mar de Castilla», al mismo tiempo que un deterioro paisajístico y medio ambiental muy importante.

Antes del trasvase, las aguas que salían de la presa de Bolarque al cauce del Tajo, formaban un importante caudal de agua muy limpia y con muy bajo índice de dureza, el cual, al mezclarse con las aguas abundantes en sales de calcio y magnesio que recoge el río a su paso por la zona comprendida entre la presa de Estremera y Aranjuez, moderaba su dureza y contribuía a su descontamina-

El ilustre ingeniero D. Manuel Lorenzo Pardo, en su defensa del Pantano del Ebro, ponderaba los beneficios económicos y de todo orden producidos por la regulación de un río en su cabecera porque, entre otras razones, mejoraba todos los aprovechamientos hidráulicos a lo largo de su curso.

ción. Hoy el panorama es bien distinto, las aguas de este tramo han empeorado; son más duras que antes y empiezan a estar contaminadas.

Aguas abajo de la confluencia del Jarama que aporta las aguas de Madrid y de su entorno industrial y poblacional, también se ha empeorado su estado al dejar de recibir la corriente purificadora del Alto Tajo. Esta es mucho menor en volumen y limpidez que la que recibía antes, y resulta incapaz de atenuar el deplorable estado de las aguas que llegan a la ciudad de Toledo.

Los resultados globales del trasvase en la cabecera y en el tramo medio del Tajo en sus aspectos ecológicos y ambientales pueden resumirse como sigue: deterioro del Mar de Castilla como espacio recreativo, habitacional y turístico; reducción y eutroficación del cauce aguas a bajo de Bolarque y aumento de la dureza y contaminación de sus aguas; hasta el punto de que están prohibidos los baños a lo largo de su curso. Añadamos a estos la intoxicación y desaparición de la mayor parte de sus peces, cuyos supervivientes se asoman en busca de oxígeno a las pocetas que forman los arroyuelos al llegar al río.

En cuanto a las repercusiones en la calidad de vida de los habitantes de sus riberas y tierras cercanas, los resultados no han sido mejores. Las orillas del Tajo que formaban un pasillo verde desde su cabecera hasta Toledo, frecuentado por miles y miles de pescadores, deportistas y paseantes, se han convertido en parajes desagradables a los que nadie se acerca por su mal aspecto y la contaminación de sus aguas.

Lo ocurrido en el río Tajo a consecuencia de su «desregulación de cabecera» aconseja hacer un estudio comparativo de las situaciones del ecosistema fluvial antes y después del trasvase. También debiera compararse el desarrollo medio de la zona con el estancamiento y deterioro de las poblaciones y fajas ribereñas. Las enseñanzas deducidas de tal estudio constituirían una fase preparatoria muy útil para investigar los efectos que puede tener el «descabezamiento» de otros ríos para trasvasar sus aguas.

V. Los trasvases del Duero y del Ebro a otras cuencas en los avances de información dados a la prensa

La información que figura en el esquema adjunto indica el origen, destino y volumen anual en los trasvases en toda España, que totalizan, según el último esquema, 4.424 Hm³. Aunque estas informaciones sobre los trasvases son muy escasas, pueden servirnos de base para obtener una primera idea de los efectos que producirían.

Refiriéndonos concretamente a Galicia y a la vertiente norte de los Montes Cantábricos, lo primero que se advierte es que ya no se consideran los principales proveedores de los volúmenes de agua a trasvasar a la España seca. En esas zonas, las más lluviosas de España, se prevén modestas transferencias de agua, de interés local y en

ambas direcciones, que no puede distorsionar el ecosistema fluvial de la Península.

Los trasvases desde la cuenca del Duero

En un primer momento, se habló de un trasvase de 400 Hm³, a extraer del Norte I, Norte II y Duero para la cabecera del Ebro y Jalón, aunque posteriormente, tal como recoge el esquema citado se anotan solamente 270 Hm³ a extraer del Duero (120 para el Trasvase Tajo-Segura y 150 para el Alberche). Pero surge ahora, como nuevo donante, la Cordillera Cantábrica, que cedería 1.100 Hm³ para varios destinos:

200 al Ebro, 200 al Jalón y 700 a la cabecera del Tajo, o sea, al acueducto Tajo-Segura, pero no especifica qué cuencas, originadas en esa cordillera, serían las cedentes de esos volúmenes de agua. Tales cuencas, como ya indicó Juan Benet en un enjundioso artículo, no pueden ser las de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, pero sí las de la vertiente sur, o sea las de los ríos Arlanzón, Arlanza, Carrión y Esla. Llamar Cordillera Cantábrica a lo que es parte de la cuenca del Duero, viene a ser un eufemismo —análogo al de llamar «aprovechamiento conjunto de los ríos Tajo y Segura» a lo que era un simple trasvase— que no cambiará la resistencia de las ciudades y pueblos de la cuenca del Duero al trasvase de sus aguas.

Veamos ahora el trasvase del Duero al acueducto Tajo-Segura. La relativa proximidad del río Duero en Almazán y el río Tajo en su tramo más septentrional, induce a creer en la factibilidad de este trasvase. Como el volumen anual del Duero en las proximidades de Almazán viene promediando los 550 Hm³ anuales, extraer 120 no parece un «descabezamiento» de la cuenca demasiado grave. Ahora bien, este trasvase implica el consumo de energía necesario para elevar el agua unos 300 metros y colocarla en la cuenca del Tajo, y 275 metros más para subirla desde el embalse de Bolarque al acueducto Tajo-Segura y utilizarlas en la cabecera del Guadiana y en las cuencas del Júcar y el Segura. Si a la elevación para superar estos desniveles añadimos la pérdida de energía hidroeléctrica que la atracción de esas aguas originaría en las centrales hidroeléctricas de Los Arribes (mitad españolas y mitad portuguesas) y en las cinco presas del Duero en Portugal —en total 650 metros de caída— tendremos que la suma de la energía consumida y la dejada de producir equivaldría, por lo menos, a la de un salto de agua de 1.225 metros de altura y 3,8 m³ de caudal.

Con los mismos criterios hemos calculado, por defecto, los consumos de potencia para remontar los desniveles, así como las mermas de producción en los Arribes y las presas portuguesas del Duero, a base de las detracciones y trasvases de agua de su cuenca citadas en el esquema. Las anotaciones del siguiente cuadro muestran que la pérdida equivaldría a la potencia de un salto de 46,315 m³/seg. de caudal y 1.000 m. de altura, aproximadamente 463.000 kw.

Lo ocurrido en el río Tajo a consecuencia de su «desregulación de cabecera» aconseja hacer un estudio comparativo de las situaciones del ecosistema fluvial antes y después del trasvase.

Origen y destino de Vol. a detraer	Vols. anuales Hm ³	Caudales m ³	Desniveles a remontar m.	Desniveles no aprovechados m.	Potencia media consumida más potencia que se deja de producir en toneladas metro/seg.
Alto Duero al ATS	120	3,8	575	650	3,8 Tn x 1225 m. 4655 Tn-m/seg.
Vertiente S. de Cantabria al ATS	700	22,2	575	650	22,2 Tn x 1225 m. 27195 Tn-m/seg.
Vertiente S. de Cantabria al ATS	400	12,7	Desconocidos	650	12,7 Tn x 650 m. 8255 Tn-m/seg.
Duero medio al Alberche	150	4,6	700	650	4,6 Tn x 1350 m. 5210 Tn-m/seg.
TOTALES	1370	43,3			46315 Tn-m/seg.

Naturalmente, la detracción de 1.100 Hm³ en total de los grandes afluentes del Duero que parten de la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica también produciría daños económicos y ambientales análogos a los experimentados en los tramos superior y medio del Tajo a consecuencia del Trasvase de sus aguas al Segura (Nota IV). «Los descabezamientos» de los ríos que afluyen al Duero por la margen derecha tendrían consecuencias económicas, ecológicas y ambientales muy desfavorables en las zonas más pobladas y productivas de la Meseta Norte de Castilla.

El trasvase del Duero al Alberche, cifrado en 150 Hm³ anuales, suponemos que es para el abastecimiento de Madrid. Si el agua se toma del mismo Duero, se necesitaría elevarla unos 700 m. para remontar la divisoria entre las cuencas del Duero y el Tajo. Si se tomara de los afluentes Eresma o Adaja, la elevación podría disminuir, pero sería a costa del «descabezamiento» de esos ríos. Puesto que en el esquema se sigue la idea de no considerar a la cuenca del Tajo como cedente del agua sino solamente receptora y distribuidora, el trasvase del Duero al Alberche podría ser sustituido, con ventaja por una conducción de gravedad, desde el embalse de Bolarque a Madrid.

Los trasvases del Ebro

Descartada o muy dudosa la recepción de aguas procedente del Duero y en funciones los trasvases del Zadorra y el embalse del Ebro a Bilbao y Santander, queda por examinar el importante trasvase propuesto desde el Delta del Ebro hacia el norte hasta Barcelona y hacia el sur hasta el Cabo de Gata.

En el esquema, se cifran como sigue los volúmenes anuales a trasvasar desde el Delta: 350 Hm³ para Barcelona, 140 para Castellón, 325 para el Júcar y Turia, 340 para los ríos Servis y Vinaroz y 575 para el Segura; en total 1.730 Hm³, la tercera parte del volumen medio anual, 5.200 Hm³, que según el presidente de la Confederación del Ebro, este río vierte al Mediterráneo.

Imposible calcular, en el estado actual de conocimientos, los efectos en el Delta de una disminución tan grande de las aguas dulces, que según suele decirse «se pierden en el mar»; pero que en realidad desempeñan un papel muy importante en el equilibrio de la naturaleza; pero si podemos prever que esos efectos serían muy lamentables.

La importante disminución del caudal de agua dulce en los brazos del Delta, implicaría un descenso de su nivel con el consiguiente aumento de la intrusión de agua salada y la pérdida de fertilidad y desertización de muchas tierras de cultivo. Por otra parte, la disminución de los materiales sólidos acarreados por las aguas «que se pierden en el mar» tendría por consecuencia la regresión de las playas próximas y, especialmente, de las que delimitan el Delta, con peligro para la conservación de su contorno.

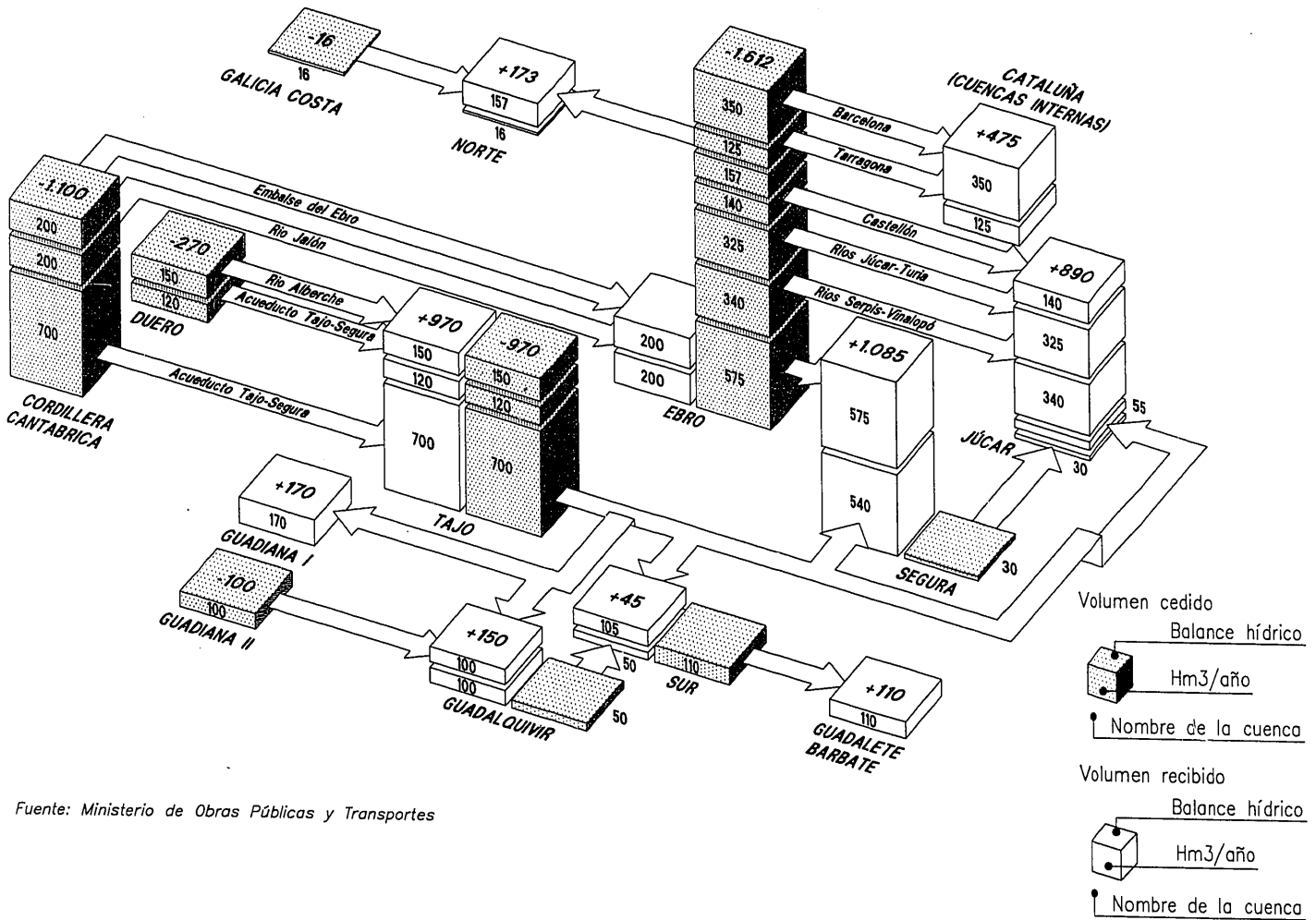
El equilibrio de un delta es muy delicado y los resultados de alterar las fuerzas naturales que lo mantienen son imprevisibles. Sin embargo, es posible tener una idea de lo que ocurriría, estudiando los efectos en cuanto a pérdidas de fertilidad y retrocesos de la costa producidos en los últimos años a consecuencia del trasvase de 125 Hm³ anuales a Tarragona, teniendo en cuenta que la disminución de las aguas vertidas al mar es, en la propuesta actual, de 1.730 Hm³ anuales, 14 veces mayor que la ocasionada al llevar agua a Tarragona.

Existen, por supuesto, posibilidades técnicas de conservar el Delta y aún de mejorar sus condiciones de fertilidad y habitabilidad a despecho de trasvases. La intrusión del agua salada se puede impedir o coartar elevando artificialmente el nivel de las aguas en el Delta, sin llegar a cotas que anieguen o perjudiquen a los lugares habitados y terrenos de cultivo. La regresión de sus playas se contendría aportando las arenas y limos que dejarían de depositar las aguas trasvasadas. Un ejemplo magnífico de este tipo de obras lo tenemos en el Plan Delta, realizado en Holanda con grandísimo esfuerzo, pero justificable, entre otras razones, por la absoluta necesidad de contar con una importante reserva de agua dulce en un país cuya suave altimetría no favorece la construcción de embalses convencionales.

En el Delta del Ebro, una obra de esta clase sería demasiado costosa y no tan necesaria para el país como la de las Bocas del Rin para Holanda. Resultaría mucho más cara que obtener, por otros métodos, los mismos beneficios en los riegos y abastecimientos del litoral Mediterráneo. En todo caso, mientras no se realice un estudio a fondo de los efectos de una importante detracción de agua del Delta, con o sin obras protectoras, no es lógico incluir estos trasvases en un plan de corto o medio plazo.

Observaciones finales a las notas sobre trasvases

Al revisar las informaciones sobre los trasvases incluidos en el Plan, hemos advertido las siguientes expresiones verbales e indicaciones gráficas que se prestan a interpretaciones equívocas y que conviene aclarar o modificar.



Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes

1. Los datos de caudales fluviales y transferencias de agua se expresan por el promedio de Hm³ anuales, calculado durante cierto número de años. Esa cifra no representa las características ni la variabilidad de un régimen fluvial; puede ocurrir que supere a la de los hectómetros cúbicos a transferir y que su trasvase resulte imposible durante buen número de años.

2. En el esquema, la misma cifra de Hm³ que salen de una cuenca se anota como ingreso en la cuenca receptora, sin descontar las pérdidas en las conducciones. La ley de «Regulación del régimen económico del trasvase Tajo-Segura», en sus Disposiciones Adicionales Primera y Segunda, aplica 510 Hm³ anuales a riegos y abastecimientos en la zona receptora y prevee una extracción del Tajo de 600 Hm³. Estima, por tanto, unas pérdidas en el acueducto por evaporación, filtraciones y otras causas, es decir, de un 15 % del volumen extraído. Aplicando este criterio (propuesto a los legisladores por los funcionarios del MOPU) y tomando en cuenta la gran longitud de los acueductos previstos en el Plan Hidrológico, muy superior a los 270 km. del Tajo-Segura, las pérdidas en los trasvases propuestos excederían de una tercera parte de los volúmenes de agua de- traídos de sus cauces naturales.

VI. Algunas aplicaciones no habituales de antiguas y nuevas tecnologías en el Plan Hidrológico

En notas anteriores he dado atención preferente al tema de los trasvases, que no es el más importante del Plan Hidrológico, pero sí el más conflictivo, por lo que despierta el mayor interés en los medios de comunicación.

Hablemos ahora de las posibilidades extraordinarias que ofrecen las tecnologías hidráulicas en uso para el desarrollo económico y la conservación y mejora del ambiente.

Utilización múltiple de los embalses

A pesar de que España cuenta con cerca de un millar de embalses, son pocos los que reúnen las condiciones precisas para ser utilizados como auténticos lagos, con fines de esparcimiento, residenciales, deportivos, turísticos y de producción económica.

Una condición esencial para que nuestros embalses sean aprovechables como lagos es que las oscilaciones del nivel de sus aguas se mantengan

Balance de transferencias de agua entre cuencas según los cálculos previstos por el Plan Hidrológico Nacional para el horizonte del año 2010.

Balance de transferencias de agua entre cuencas según los cálculos previstos por el Plan Hidrológico Nacional para el horizonte del año 2010.

El simple anuncio del Plan Hidrológico está modificando muchos conceptos sobre la aplicación de aguas subterráneas.

dentro de unos límites moderados. Esa condición no suele cumplirse en la mayoría de nuestros embalses, sobre todo en los dedicados a los riegos. Estos, cuando se vacían para suministrar agua en tiempos de sequía, presentan un aspecto deplorable que ahuyenta a visitantes, excursionistas e incluso a posibles empresarios de servicios o constructores de viviendas a las orillas del embalse.

Si se mantiene la oscilación de nivel en términos razonables, el embalse se convierte, casi espontáneamente, en el centro de un lugar de solaz, recreo y deportes náuticos; mucho más si un desarrollo se planifica y orienta en forma adecuada. El espacio válido para embalse del que se prescindiría fijando un mínimo al nivel de sus aguas, sería insignificante en comparación con el volumen de las capas superiores, y podría ser sustituido con ventaja utilizando, como veremos el subsuelo de las zonas regables como embalses subterráneos recargados por las aguas de riego, y la inyección de agua a los terrenos durante las etapas en que apenas se riega, sirviéndose de la propia red de canales y acequias.

El acondicionamiento de algunos embalses para los fines antedichos sería una gran aportación a la mejora del ambiente y la calidad de vida; sobre todo en comarcas interiores, calurosas y con escasos atractivos naturales. Pueden citarse embalses en los cuales, sin contar todavía con los servicios indispensables en sus orillas, se congregan miles de personas a lo largo del año y especialmente en los meses de verano.

Cultivos y plantaciones en torno a los embalses

Las tierras adyacentes a un embalse con moderada oscilación de nivel son lugares privilegiados que merecen una particular atención, pues además de formar parte de un conjunto grato en muchos aspectos, pueden ser asiento de actividades productivas, precisamente por contar con una enorme reserva de agua. Tales son la pesca deportiva o profesional, la agricultura de regadío, las plantaciones forestales, las urbanizaciones y las instalaciones de servicios o pequeñas industrias no contaminantes.

El riego de parcelas situadas en las márgenes de un embalse no requiere instalaciones fijas de bombeo ni largas y contosas conducciones. Basta con una bomba montada sobre un pontón flotante y provista de las mangueras de succión e impulsión y una lancha motora, para dar agua a presión en cualquier orilla del embalse.

Las aguas subterráneas en la planificación hidrológica

Algunos ingenieros, entusiasmados por la grandiosidad de ciertas obras hidráulicas de superficie, seducidos por las doctrinas de Costa y por el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1934, o

bien influidos por otras causas, han ofrecido, en el pasado, cierta resistencia a la inclusión de las aguas subterráneas en los planes y proyectos hidrológicos. La Ley de Aguas de 1985, al equiparar las aguas subterráneas con las superficiales, ha cambiado el esquema anterior; pero aún queda mucho por hacer para igualar la atención pública que se presta a unas y otras.

El simple anuncio del Plan Hidrológico está modificando muchos conceptos sobre la aplicación de aguas subterráneas. Hasta hace poco, se ha subestimado su importancia, afirmando que eran insuficientes para enjugar el déficit de aguas de todo el país. Las macroestimaciones basadas en promedios de volúmenes anuales, que en nada o muy poco reflejan la realidad de los problemas, han hecho olvidar su singular capacidad de proveer las demandas de aguas en zonas a las que difícilmente llegan las aguas procedentes de las presas de embalse y de las grandes canalizaciones para riegos y abastecimientos. Estos sistemas aumentan considerablemente las disponibilidades de agua, pero sólo en beneficio de las zonas situadas a distancias moderadas y en niveles inferiores a los de embalses y ríos de capital permanente. Fuera de estas zonas quedan otras muy extensas, a las que no es fácil ni económico llevar aguas de superficie, que se mantienen y aún prosperan gracias a las aguas del subsuelo. Incluso en comarcas donde no hay embalses ni ríos próximos donde sacar las aguas, se han creado recientemente grandes zonas de regadío a base de sus aguas profundas.

La utilidad de las aguas subterráneas, obvia donde no llegan o no bastan las superficiales, puede parecer dudosa en las zonas bien abastecidas de estas últimas, pero no es así. Las aguas subterráneas tienen gran importancia existan o no las superficiales. Los acuíferos son terrenos impregnados de agua en los que esta se mueve con lentísima velocidad. Desempeñan, por tanto, la doble función de corrientes alimentadoras y grandes almacenamientos de agua. Se ha dicho de los acuíferos que *actúan como embalses subterráneos de mucha mayor capacidad y mejor funcionamiento que los inventados por el hombre*. Su capacidad de absorber y retener las aguas que caen o deslizan sobre el suelo es inmensa; su lenta y constante destilación asegura el fluir de los ríos y manantiales durante las sequías; y su funcionamiento puede hoy perfeccionarse combinando las operaciones de recarga artificial de agua, mediante balsas de infiltración e inyecciones, y con las extracciones en tiempos y lugares escogidos.

Esta doble función de retener y suministrar agua se aplica en muchas utilidades de las aguas subterráneas. Las carencias de agua de más de noventa pueblos de la provincia de Badajoz fueron rápidamente resueltas hace unos años, perforando pozos que extrajeron las aguas almacenadas en el subsuelo. Ciertos críticos señalaron, poco después de terminada la operación de emergencia, que algunos pozos se habían agotado. No importaba, sus poblaciones seguían abasteciéndose de las fuentes habituales. Lo probable, al producirse otra sequía semejante, es que ya se hayan acumulado buenas cantidades de agua en el subsuelo y que los pozos abandonados vuelvan a funcionar.

Esto mismo ha ocurrido, en escala mucho mayor, en Madrid durante la reciente sequía. La escasez de agua se ha remediado, en parte, extrayéndola de los acuíferos de la cuenca del Tajo. Lo prudente es que al llenarse los embalses, las aguas superficiales lleven la carga principal de abastecimiento mientras los acuíferos se recuperan para una nueva ocasión.

El mismo procedimiento se sigue en las grandes superficies de riego de California y otras comarcas adelantadas. Las grandes obras de riego están plagadas de pozos, con los cuales los agricultores resuelven las particulares demandas de agua no satisfechas por la red y atiendan a sus riegos cuando los caudales proporcionados por el sistema resultan insuficientes por la sequía o se interrumpen por otras causas. En España parece haber llegado la oportunidad de organizar estos aprovechamientos. El Presidente del Canal de Aragón y Cataluña pidió la construcción de pequeños embalses en cada uno de sus distritos con el fin de tener una reserva de aguas que les sirva para flexibilizar sus riegos y atender emergencias, pero la reserva la tienen ya en su propio subsuelo. Sólo les falta perforar unos pozos para utilizarla en la superficie.

El agua que se extrae de los acuíferos o de las lluvias recientes con las que proceden de las caídas hace decenas de años. De ahí su natural disposición para actuar como embalses de regulación hiperanual. Ante esta posibilidad, antes ignorada, ha llegado el momento de revisar las ideas, enunciadas por Lorenzo Pardo y otros ingenieros, de construir embalses de capacidad hiperanual o de explotar los existentes al máximo, con vistas a reducir sus exageradas oscilaciones de nivel y utilizarlos como lagos.

La explotación de las aguas subterráneas puede servir para acelerar la puesta en cultivo de las tierras dominadas por sistemas de riego en construcción o en proyecto. Bastará establecer un reducido número de pozos en otras tantas parcelas experimentales al empezar la construcción del sistema, para tener al final suficiente número de captadores y trabajadores entrenados en la operación del riego y conocedores de los cultivos y peculiaridades agrícolas de aquella tierra.

VII. Economía, depuración y reutilización de las aguas para saneamiento del litoral mediterráneo

La preocupación pública por la economía del agua es patente en cuanto atañe al consumo humano, lo que puede atribuirse a la atención que prestan a sus problemas los medios comunicativos; pero tal preocupación desaparece cuando se trata del consumo del agua en los regadíos, a pesar de que vienen gastando un volumen cuatro o cinco veces mayor que el dedicado a los abastecimientos humanos.

Tampoco han sido muy comentados los proyectos de depuración y reutilización de las aguas;

pero hoy se consideran imprescindibles dado el creciente interés por la conservación y mejora de las condiciones ambientales.

Tanto en las técnicas de economizar el agua en los regadíos, como en las de depurar y reutilizar las aguas servidas, los progresos logrados en nuestro siglo y sus aplicaciones en varios países han dado resultados excelentes. En España se emplean algunas de esas técnicas con buenos resultados, pero nadie duda de que generalizando sus aplicaciones se aumentarán sustancialmente los volúmenes de agua aprovechables en todas y cada una de sus cuencas. Así mismo, se aumentarán e irán más limpias las aguas que corren por los ríos, lo que producirá una notable mejoría de los parajes fluviales en el aspecto sanitario y en el ambiental.

Por las ventajas que ofrecen estas tecnologías y por recientes declaraciones de los responsables del Plan Hidrológico, estamos en la creencia de que sus aplicaciones están recibiendo la atención que merecen de cuantos se ocupan de la preparación del Plan.

No obstante, me parece conveniente hacer las siguientes observaciones preliminares:

1. Dado que la difusión de estas tecnologías ha sido escasísima, por no decir nula, será conveniente hacerlas del conocimiento público mediante conferencias, folletos e informaciones a la prensa, que aún no siendo tan copiosas como las dedicadas a los trasvases, sean suficientes para que la opinión pública sobre la planificación hidrológica se forme a base de una percepción equilibrada de cada uno de sus componentes.

2. La aplicación de estas tecnologías —incluyendo la de las aguas subterráneas— debería iniciarse en la Península tan pronto como estuviera en vigencia el Plan, pero dando la primacía en el tiempo a las zonas costeras del Mediterráneo; porque allí es donde se produce el mayor déficit de agua y su ahorro en el riego es el modo más rápido de enjugarlo; y porque muchos regantes están familiarizados con las prácticas de ahorro de agua en los riegos y pueden servir de monitores para otros regantes de zonas próximas y posteriormente para todo el territorio nacional. Otra razón muy importante es que si con la aplicación de dichas tecnologías disminuye el déficit de agua, se reducirán en la misma medida los volúmenes a trasvasar desde otras cuencas, lo que produciría una extraordinaria economía en el logro, sin merma alguna de todos los objetivos del Plan.

El saneamiento del Mediterráneo mediante la depuración y reutilización de las aguas residuales en el riego.

Como colofón a estas notas, me atrevo a proponer la toma en consideración de un proyecto consistente en la extensión a gran parte del litoral mediterráneo de unas experiencias sobre depura-

La preocupación pública por la economía del agua es patente en cuanto atañe al consumo humano, lo que puede atribuirse a la atención que prestan a sus problemas los medios comunicativos; pero tal preocupación desaparece cuando se trata del consumo del agua en los regadíos, a pesar de que vienen gastando un volumen cuatro o cinco veces mayor que el dedicado a los abastecimientos humanos.

Tanto en las técnicas de economizar el agua en los regadíos, como en las de depurar y reutilizar las aguas servidas, los progresos logrados en nuestro siglo y sus aplicaciones en varios países han dado resultados excelentes.

ción y reutilización de aguas residuales que ya han sido realizadas con éxito en varias ciudades de la costa del Mediterráneo.

En Castellón, las aguas negras de la ciudad, después de una depuración no muy estricta, se emplean en el riego de los naranjales que pueblan la Plana situada entre Castellón y el mar. Con ello, además de utilizar unas aguas que de otro modo no rendirían provecho alguno, se evita el vertido en el Mediterráneo de unas aguas todavía contaminantes.

Las actuaciones en el Plá de Sant Jordi en las inmediaciones de Palma de Mallorca es aún más demostrativo. Fayas Janer lo explica así en la Revista O.P. de Barcelona: «La estación depuradora Palma I recibe las aguas residuales de una franja litoral de unos 3 km. de longitud, con una importante población turística (Playa del Arenal en la Bahía de Palma) y si ninguna actividad industrial significativa. Sus aguas depuradas se dedican al riego de unas 200 hectáreas de terrenos cuaternarios... «El 60 % de esa superficie se dedica al cultivo de alfalfa y el 40 % a otros cultivos forrajeros». La implantación de este sistema de riegos se produjo por la salinización de los antiguos pozos a causa de la intrusión marina, provocada por la sobreexplotación de los acuíferos, y porque «la evacuación de las aguas residuales depuradas sólo podía hacerse mediante emisarios submarinos, con coste elevado y en condiciones que no garantizarían plenamente la inocuidad del vertido en relación a las aguas de la Bahía de Palma en general y de la inmediata Playa del Arenal».

La distribución del agua depurada se realiza por tuberías que vierten en los antiguos «aljibes» de donde las toman los sistemas de riego de cada finca. El método más utilizado es el de aspersión. El riego así practicado ha permitido una producción de 15th. de alfalfa por hectárea y la duplicación o triplicación del número de cabezas de ganado vacuno, que de 1 a 1,5 ha pasado a ser de 2,5 a 3 cabezas por hectárea. El estiércol de las vaquerías que antes se utilizaba como abono, se vende ahora a otros agricultores.

En 1989, IRYDA trataba de aprovechar los caudales producidos por Palma II impulsando las aguas efluentes hasta una balsa de 875.000 m³, desde donde se podrían regar, por gravedad, unas 1.200 hectáreas del Plá de Sant Jordi. En otros lugares de Mallorca, en Menorca y en Ibiza se hacían preparativos, por iniciativa privada o pública, para el posible aprovechamiento de aguas residuales en diversos lugares de esas islas.

Sabemos que hay aprovechamientos de aguas residuales del mismo tipo en Sagunto y en otras ciudades mediterráneas. Todas esas experiencias más las que se pueden recoger estudiando las barreras hidráulicas establecidas en las costas de California, podrían ser estudiadas y, si resultara conveniente, incluidas entre los proyectos del Plan. Con estos trabajos, que seguramente se podrían hacer con la cooperación de Comunidades Autónomas, Diputaciones, Ayuntamientos y particulares, se haría una aportación muy importante al saneamiento del Mediterráneo y se mejorarían las condiciones de muchas playas españolas. ■

Atlaples

APLICACIONES ESPECIALES
DE INGENIERIA CIVIL, S.A.

SOLUCIONES EFICACES A TRABAJOS ESPECIALES

■ CRUCES SUBTERRANEOS EN TIERRA

- Pequeños diámetros «topos»:
 - ø 45 mm.
 - ø 75 mm.
 - ø 130 mm.
 - ø 180 mm.
- Diámetros intermedios:
 - Varios torpedos hincadores de tubos de acero desde ø 200 mm. a ø 1.400 mm.
- Grandes diámetros:
 - Equipo completo de Mini-tuneladora con excavación mecánica del frente, empuje hidráulico de tubos de hormigón y guía por láser desde ø 1.000 a 1.500 mm.

■ CRUCES SUBTERRANEOS EN ROCA

- Equipo especial de perforación por batería o martillo en fondo.

■ ENTERRADORES DE CABLES O TUBERIAS

Varios equipos para la colocación de cables o tuberías flexibles adaptados a diferentes condiciones de trabajo; muy interesantes para largas distancias y bajo zonas pavimentadas.

■ DESBROCE DE MARGENES DE CARRETERAS Y AEROPUERTOS

Tractores equipados con brazos articulados, segadoras de disco, turadoras traseras y equipo especial para actuar entre hitos o faros.

■ EXCAVADORA HIDRAULICA FERROCARRIL-CARRETERA

ATLAS, 1.602 E, capaz de circular por F.F.C.C. o carretera, pudiendo trabajar en vías con tráfico, pues tiene popa corta y todos los guros necesarios para este fin. Está equipada con retro bivalva e cador neumático para tubos, perfiles, etc.

■ HINCAS VERTICALES

Tablestacas, perfiles, postes, entibación de zanjas en suelos blandos, desde F.F.C.C. o carreteras.