

# EL ATERRAMIENTO DE LOS EMBALSES EN LOS PLANES DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE UNA CUENCA

Por ANTONIO ORTEGA CORDOVIN

Doctor Ingeniero de C., C. y P.  
Jefe de la Sección 4.<sup>a</sup> de Infraestructura Hidráulica y Regadíos de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

## 1. INTRODUCCION

Aunque el problema de aterramiento de los embalses es de sobra conocido por todos los ingenieros que nos dedicamos al proyecto y construcción o explotación de estas obras, quiero aprovechar la ocasión que me brinda este Congreso para dar a conocer, fuera de nuestro ámbito local, unos casos prácticos de mi experiencia personal y de otros que se han presentado en la Confederación Hidrográfica del Ebro, los cuales creo que por su importancia merecen ser conocidos y pueden servir de punto de apoyo para las consideraciones prácticas a las que llegaremos al final.

No es mi intención descubrir soluciones nuevas al problema del aterramiento, ya que las tradicionales de repoblación forestal de la cuenca y corrección del perfil de los barrancos que afluyen al embalse son suficientemente conocidas y eficaces, aunque no sean suficientemente aplicadas.

Lo que pretendo con esta comunicación es llamar la atención sobre la importancia que adquiere el problema al proyectar los embalses que forman la infraestructura hidráulica del plan de aprovechamiento integral de una cuenca.

## 2. LOS PLANES DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL

Las características climáticas e hidrológicas de nuestro país hacen que sus ríos en estado natural sean auténticos torrentes, por lo cual siempre ha figurado en los primeros lugares del mundo por el número de presas de embalse que es necesario construir para la utilización de sus recursos hidráulicos, tanto en producción de energía, como en creación de nuevas zonas regables para la transformación de nuestra agricultura, tradicionalmente extensiva, en otra intensiva y mucho más productiva.

Con objeto de planificar el aprovechamiento de los recursos hidráulicos existentes, la Confederación Hidrográfica del Ebro, desde su creación, hace exactamente cincuenta años, ha realizado numerosos estudios de los ríos de su demarcación, construyendo sobre ellos embalses reguladores.

Las exigencias del progresivo desarrollo del país y las dificultades cada vez mayores para situar las obras de regulación, impulsaron en la década de los sesenta

la iniciación de una serie de estudios llamados "Planes de Aprovechamiento Integral", referidos a afluentes importantes del Ebro, y que consisten en el estudio exhaustivo de sus cuencas, incluyendo un minucioso balance de sus recursos hidráulicos y de la utilización de los mismos en abastecimientos de poblaciones, riegos, aprovechamiento hidroeléctrico, etc.

En estos planes se estudian a nivel de anteproyecto los embalses reguladores necesarios para conseguir la utilización completa de estos recursos, resultando en algunos casos, como el del Jalón que acabamos de estudiar, que las posibilidades técnico-económicas de construcción de embalses son inferiores a las necesidades para alcanzar la regulación total, de forma que con los proyectados quedan agotadas las posibilidades razonables de regulación de la cuenca estudiada.

## 3. APORTACIONES SOLIDAS A LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL JALON

La cuenca del río Jalón tiene una extensión aproximada de 10.000 Km<sup>2</sup> y en ella hemos desarrollado, como decíamos antes, el estudio de un "Plan de Aprovechamiento Integral", llegando a proponer la construcción de siete embalses cuya capacidad total asciende a 293 Hm<sup>3</sup>, estimándose el coste de estas obras de regulación según los correspondientes anteproyectos en casi 4.000 millones de pesetas.

Con estos embalses quedan controladas las aportaciones de aproximadamente el 64 por 100 de la cuenca total estudiada, llegándose con ello al límite que consideramos razonable por razones técnicas y económicas.

En el proyecto se ha incluido un análisis de los aterramientos que se espera pueden producirse en cada embalse, realizando un estudio hidrológico-forestal de las cuencas parciales de cada uno de los embalses, determinando unos índices de erosión de las mismas en función de su clima, relieve, vegetación y litología.

Se trata de una cuenca donde abundan los terrenos formados por depósitos sedimentarios cuaternarios prácticamente incoherentes, en los cuales las lluvias frecuentemente torrenciales típicas de la región, producen importantes erosiones en todas las cárcavas y barrancos arrastrando los materiales cuyos tamaños oscilan desde

la arcilla en suspensión hasta gravas de más de 10 centímetros.

Con este tipo de terrenos no resultan extraños los resultados obtenidos en el estudio. En el conjunto de las siete subcuencas estudiadas, se llega a la previsión de un arrastre anual de 1,66 Hm<sup>3</sup> de material sólido que quedará depositado en los embalses.

Ello supone, referido igualmente al conjunto, en un plazo de cincuenta años, una pérdida de volumen de embalse de 83 Hm<sup>3</sup>, lo cual representa un 28 por 100 de la capacidad que se propone construir.

No todos los embalses sufrirán por igual este aterramiento, variando el porcentaje anterior entre un 10 y un 40 por 100.

Queremos hacer constar que los resultados de este estudio se han podido ajustar por medición directa del aterramiento producido en el embalse de La Tranquera, único actualmente existente en la cuenca del Jalón, que en trece años de funcionamiento ha perdido 5,2 Hm<sup>3</sup> de su capacidad, que inicialmente era de 84 Hm<sup>3</sup>.

#### 4. APORTACIONES SOLIDAS A LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL GUADALOPE

El "Plan de aprovechamiento integral del río Guadalupe" fue redactado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en 1968.

La superficie estudiada es de 4.032 Km<sup>2</sup> y para la regulación de sus recursos hidráulicos se propusieron cuatro embalses con una capacidad total de 295 Hm<sup>3</sup>, los cuales permiten controlar el 94 por 100 de la superficie.

En este caso el estudio hidrológico-forestal fue realizado, expresamente para el Plan, por la Dirección General de Montes, del Ministerio de Agricultura.

La metodología del estudio es muy similar a la empleada en el Jalón, y los resultados son aún más elevados, habiéndose llegado a prever para el plazo de cincuenta años, una pérdida del volumen del conjunto de los embalses de 104 Hm<sup>3</sup>, es decir, un 35 por 100 de la capacidad proyectada.

Considerando los porcentajes de pérdidas individuales de cada embalse, éstos oscilan entre el 18 y el 65 por 100.

#### 5. SOLUCIONES PROPUESTAS

En los dos casos que hemos comentado, el estudio hidrológico-forestal concluye con una propuesta de actuaciones de repoblación forestal de aquellas partes de las cuencas donde los índices de degradación son más elevados.

Considerando que la eficacia de esta medida, que se considera como definitiva, resulta demasiado lenta, se propone, como medida complementaria y de eficacia inmediata, la construcción de diques de contención de

arrastres en los principales barrancos y ríos afluentes al embalse.

Son las dos soluciones clásicas y su aplicación en estas cuencas requiere inversiones muy elevadas. Para no cargar excesivamente de cifras la presente comunicación daremos únicamente las globales que se han estimado en ambos estudios, referidas exclusivamente a repoblación forestal.

En el Jalón resultan 1.948 millones de pesetas que representan un 50 por 100 del coste presupuestado para las obras de regulación.

En el Guadalupe alcanzan en pesetas de 1968, la cantidad de 1.113 millones, que comparadas con los 1.349 millones de los embalses, representan un 83 por 100 de su valor.

#### 6. COMENTARIOS

Es claro, a la vista de las últimas cifras expuestas, que la repoblación forestal necesaria para salvaguardar la vida útil de los embalses amenazados por el aterramiento supone unas inversiones muy considerables, tanto que, en algún caso, resultan comparables con el coste de la obra de regulación propiamente dicha.

Pero no es menos claro que, cuando se trata de embalses, como la mayoría de los que se proyectan en los "Planes de Aprovechamiento Integral", que agotan las posibilidades físicas de regulación de una cuenca, en el futuro no resultará posible en condiciones económicas aceptables la construcción de otros nuevos ni el recrecimiento de éstos, ya que las cerradas se utilizan hasta los límites que imponen los núcleos de población, vías de comunicación y otros servicios o bienes asentados en las proximidades.

Generalmente para decidir sobre la conveniencia de las obras hidráulicas de regulación, se estudian éstas desde un punto de vista económico justificando y valorando los beneficios que se derivarán de las transformaciones en regadío, de los aprovechamientos hidroeléctricos, etc.

Si en este cómputo de inversiones y beneficios se introducen los que corresponden a las repoblaciones forestales, cuando éstas son importantes, como en los dos casos citados del Jalón y del Guadalupe, nos resultan unos índices de beneficio-coste y tasa interna de rendimiento muy bajos comparados, con los calculados para situaciones similares en que no se haya contado como inversión la repoblación.

La razón de esta influencia desfavorable es clara, los beneficios de las transformaciones derivadas de la regulación se deben considerar a corto y medio plazo, dando generalmente a los proyectos una vida de cincuenta años. En cambio, los beneficios de la repoblación forestal deben estudiarse en plazos mucho más largos, tanto en cuanto a su rentabilidad directa por el aprovechamiento de la madera, como en lo relativo a la protección del embalse frente a los aterramientos.

Quizás al calcular como lo hacemos la rentabilidad de las obras de regulación estemos incurriendo en un grave error de apreciación. Los recursos hidráulicos son limitados y la Humanidad necesita para su supervivencia cada día más agua, y además agua regulada para usarla según sus necesidades. No se necesitan argumentos económicos para defender las obras de regulación de nuestros ríos. Las inversiones que realicemos en estas obras son una preciosa herencia que dejamos a las generaciones futuras que, con seguridad, valorarán con óptica distinta el agua regulada.

¿Y qué herencia vamos a dejar a nuestros descendientes si al realizar un "Plan de Aprovechamiento Integral" nos olvidamos de tomar las medidas necesarias para que los embalses construidos no hayan desaparecido dentro de cien años?

Como decíamos al principio los planes integrales, al menos en estos dos casos que hemos citado, agotan las posibilidades de la cuenca para el emplazamiento de nuevos embalses dentro de los límites razonables de la técnica y de la economía.

## 7. CONCLUSIONES

Los proyectos de embalses, siempre, pero especial-

mente cuando se trate de la última oportunidad de regular un río en términos económicos aceptables, deben incluir como parte integrante de los mismos las medidas necesarias para evitar el aterramiento de los vasos. Generalmente estas medidas consistirán en repoblación forestal de la cuenca y corrección de los barrancos por diques que retengan las aportaciones sólidas antes de entrar en el embalse, hasta que la repoblación sea efectiva para impedir la degradación de la cuenca.

Si la situación económica no permite abordar la inversión conjunta de la presa y las necesarias repoblaciones, deberá analizarse el problema teniendo en cuenta los efectos que la supresión de estas últimas producirá a largo plazo en la utilidad de la presa.

En los casos del Guadalupe y del Jalón que hemos estudiado más a fondo, puede llegar a pensarse incluso en la conveniencia de no construir los embalses en tanto no se disponga la realización, al menos simultánea, de las repoblaciones, en especial aquellos cuyo aterramiento se prevé superior al 40 por 100 en un plazo de cincuenta años, que es precisamente cuando las transformaciones derivadas de la regulación alcanzarán su total rendimiento, exigiendo el máximo de caudales regulados.