

# El mantenimiento y la conservación de las presas españolas

## Priorización de las inversiones necesarias



**José Polimón López**  
 Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
 Presidente del Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD)



**Juan Carlos de Cea Azañedo**  
 Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
 Secretario general de SPANCOLD



**Eduardo Echeverría García**  
 Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
 Vocal colaborador de SPANCOLD

### Resumen

En España existen en la actualidad 1.230 presas (de las que 987 son grandes presas, de acuerdo con los criterios de ICOLD), con una edad media cercana a los 50 años, por lo que su principal problema es su mantenimiento y conservación. Además tenemos más de 100.000 balsas de riego, localizadas, fundamentalmente, en el arco mediterráneo y en las principales zonas regables del Ebro y del Guadalquivir. Habida cuenta de la importancia que han tenido las presas y los embalses en el alto grado de desarrollo logrado en España en la segunda mitad del siglo XX, se analiza en este artículo la importancia que tienen las actuaciones en materia de mantenimiento y conservación en la seguridad y en la explotación de las mismas. Y se presta atención también a las labores efectuadas en las presas cuya titularidad ostenta, en la Administración General del Estado, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Se pasa revista al conjunto de trabajos que integran el mantenimiento y la conservación de una presa o de un grupo de presas, cómo ha evolucionado a través del tiempo el desarrollo y la planificación de dichos trabajos (que inicialmente eran muy rutinarios) y se describe la evolución tecnológica que ha favorecido la utilización de herramientas básicas para ayudar a una correcta gobernanza en la seguridad de presas, como es el caso la metodología de Análisis de Riesgos, empleada actualmente en todo el mundo. Esta moderna metodología para la gestión de la seguridad de presas y embalses permite, entre otras cosas, la priorización de las inversiones necesarias para garantizar la seguridad y el buen estado de las instalaciones, así como para efectuar una gestión eficaz y eficiente de la información de la presa para ser transmitida a su titular, aspectos ambos claves para una correcta planificación del mantenimiento de las presas.

### Palabras clave

Legislación de aguas, obras hidráulicas, mantenimiento de infraestructuras, seguridad de presas, análisis de riesgos, gobernanza

### Abstract

*There are currently 1,230 dams in Spain (987 of which being large dams, according to ICOLD criteria), with an average age of nigh on 50 years and where the main problem is subsequently one of maintenance and conservation. In addition to which, there are a further 100,000 irrigation reservoirs, located mainly on the Mediterranean coast and in the main irrigable areas of the Ebro and Guadalquivir. In view of the importance of these dams and reservoirs in the high level of development achieved in Spain over the latter half of the 20th century, the article examines the influence of maintenance and conservation action with respect to the safety and operation of this specific infrastructure, with particular attention to the work carried on those dams that come under the auspices of the Spanish Ministry of Agriculture, Food and Environmental Affairs (MAGRAMA). The article reviews the work required for the maintenance and conservation of a dam or group of dams and examines how the development and planning of this work has evolved over time (from initially purely routine work). The author goes on to describe the technological advances that have favoured the use of basic tools to help ensure the correct safety management of dams, as is the case of the Risk Analysis method currently employed worldwide. This modern method of dam and reservoir safety management makes it possible to prioritize the investment necessary to guarantee safety and the good state of the installations, while allowing the efficient and effective management of dam information to be passed on to the owners, these both being key aspects for the correct planning of all dam maintenance.*

### Keywords

*Water legislation, water infrastructure, maintenance of infrastructure, dam safety, risk analysis, management*

## 1. Introducción. Repaso de la normativa existente

La primera normativa española específica de presas arranca en el año 1905 con la redacción de la Instrucción para la redacción de proyectos de pantanos. Hay que trasladarse más de 60 años en el tiempo, hasta el año 1967, para encontrar la siguiente norma con carácter definitivo sobre presas y embalses: la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas. La comparación de los títulos de ambas normas ofrece, de partida, un interesantísimo espectro de conclusiones. Mientras que la norma de 1905 habla casi de forma única de la fase de redacción del proyecto, la de 1967 incluye, además, otras etapas de la vida de las presas: construcción, puesta en carga y explotación, aunque este aspecto es tratado de forma muy limitada, ya que la Instrucción se dirige, especialmente, a las tareas de proyecto y construcción.

Otro aspecto etimológico que merece la pena ser destacado de la Instrucción es el abandono del término ‘pantano’<sup>1</sup>, cargado de connotaciones negativas, por el término ‘embalse’, más moderno y descriptivo per se del concepto correcto que corresponde a las presas.

En la Instrucción de 1967 el concepto de ‘embalse’ sustituye al de ‘pantano’, cargado de connotaciones negativas.

En marzo de 1996 se publica el Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses, en cuyo título aparece por primera vez el término Seguridad. El Reglamento recoge el “estado del arte” en dicha materia en ese momento y complementa y mejo-

ra lo prescrito por la Instrucción. Está especialmente orientado hacia la explotación de las presas, más que a su proyecto y construcción, lógico por otra parte, ya que el número de las presas que quedan por construir en el país en ese momento es reducido en comparación con las que hay que mantener y conservar.

En junio de 2005 se aprueba la Ley 11/2005 que modifica varios artículos del Texto Refundido de la Ley de Aguas de 2001, y en concreto añade un artículo específico sobre la seguridad de presas y embalses.

Finalmente, el 11 de enero de 2008 se publica el Real Decreto 9/2008 de Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que, entre otras cosas, refuerza el marco normativo de la seguridad de presas en España. Recogiendo las últimas tendencias en la materia, el Real Decreto tiene como hilo conductor la gestión del riesgo y, de esta manera, persigue la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente a través de la modificación de la normativa sobre inundaciones e introduciendo un nuevo título relativo a la seguridad de presas, embalses y balsas.

Este reglamento, en definitiva, intenta despejar las indeterminaciones de la legislación precedente y sirve además para introducir un nuevo concepto en materia de seguridad de presas: el riesgo. Este nuevo enfoque, que está basado en el análisis y en la gestión de los riesgos potenciales de las presas, no sustituye al denominado enfoque tradicional de la gestión de



En la Instrucción de 1967, el concepto de ‘embalse’ sustituye al de ‘pantano’, cargado de connotaciones negativas

la seguridad, que se basa en que el titular elabore un conjunto de documentos que deben ser aprobados por la administración competente en la materia y en que efectúe unas actividades también supervisadas por esa misma administración competente, sino que lo complementa y completa.

Y lo complementa con un importante valor añadido. En efecto, el objetivo final conseguido es decidir, por un lado, si los riesgos existentes son tolerables y, por otro, si las medidas de control resultan o no adecuadas, y en qué orden deberían hacerse, es decir cual debe ser su priorización.

Se tiene por tanto una normativa con un alto grado de desarrollo, heredera de la gran tradición presística de nuestro país, tradición que ha contribuido decisivamente al desarrollo de la economía española. El enfoque de la normativa ha ido variando con el paso del tiempo, centrándose en un primer momento en la construcción, posteriormente en la explotación y en la actualidad en el mantenimiento y conservación del importante patrimonio hidráulico que poseemos y en la visión holística de la seguridad, conforme ha ido disminuyendo el número de presas en construcción, al tiempo que ha ido aumentando el número de presas en explotación y su edad, como ya se ha citado.

Así pues, esta moderna normativa de seguridad de presas vuelve a dirigirse especialmente hacia la explotación más que hacia el proyecto y la construcción, y si bien es verdad que hasta que no se aprueben las Normas Técnicas de Seguridad de presas no se tendrá conocimiento concreto de las obligaciones que atañen a cada uno de los actores involucrados en este sector, no es menos cierto que la Comunidad profesional de las presas se ha movido en una dirección correcta. Dirección a la que obliga el número de nuestras presas, su edad, y la creciente demanda de la sociedad de una mayor seguridad en todas las actividades que rodean su vida diaria. Y esa seguridad depende también del mantenimiento y la conservación efectuados por el titular, de acuerdo a un Plan previamente establecido, y del control que sobre estas actividades efectúe la administración encargada de su supervisión.

En los últimos 20 años, los trabajos de Mantenimiento y Conservación de Presas impulsados por la Dirección General del Agua han permitido que las Confederaciones Hidrográficas se doten de mejores medios para gestionar sus presas, al tiempo que los contratos de servicios de ingeniería, a pesar de la escasa inversión unitaria de cada contrato, han supuesto una fuente de actividad económica del sector de la ingeniería.

Además, la realización de estos trabajos, hechos 'hombro con hombro' entre los profesionales encargados de la explotación y seguridad de las presas (confederaciones hidrográficas, comunidades autónomas, empresas eléctricas y de abastecimiento de aguas, etc.) y los de las ingenierías, han facilitado un desarrollo tecnológico que, por una parte, ha servido para afrontar con éxito la gestión de las importantes avenidas ocurridas en algunas Cuencas Hidrográficas Españolas, minimizando los daños que anteriormente se ocasionaban ante esos mismos eventos aguas abajo. Y, por otra parte, las tecnologías desarrolladas constituyen un activo para el sector de la ingeniería española de presas y su deseable internacionalización.

## **2. Situación del parque de presas en España. Análisis de las inversiones realizadas en el periodo 2006-2010 en el Programa de Mantenimiento de Presas**

En España existen 1.230 presas y más de 100.000 balsas. Respecto a las presas, un 28 % son de titularidad estatal, un 46 % de compañías hidroeléctricas y el 26 % restante de otros titulares privados. La edad media de las presas españolas se encuentra cercana a los 46 años, mientras que una tercio de las mismas lleva más de 50 años en servicio.

Se estiman los beneficios anuales generados por los embalses españoles en unos 30.000 millones de euros, lo que equivale, aproximadamente, al 3 % del PIB. Asimismo, el valor total aproximado de ese Patrimonio Hidráulico supera los 30.000 millones de euros.

En el caso concreto de las presas cuya titularidad ostenta el MAGRAMA, los dos principales usos de ellas son la laminación de avenidas, es decir la minimización de daños aguas abajo de ellas, y el suministro de agua para el regadío de 3,6 millones de hectáreas, subsector éste que actualmente representa un 0,8 % del PIB<sup>2</sup>.

Si se amplía el espectro del análisis al conjunto de actividades que hacen un uso intensivo del agua (industrias alimentaria, papelera, textil y química, energía y turismo) se estima que dicho conjunto representa aproximadamente el 18 % del PIB español, el 20 % del empleo y el 56 % de las exportaciones españolas. Este último dato es más importante, si cabe, teniendo en cuenta que un aumento en el capítulo de exportaciones influye decisivamente en la contabilidad nacional contribuyendo a la disminución del déficit.

Desde una perspectiva a medio y largo plazo, hay que destacar el carácter estratégico de estas infraestructuras para hacer



frente a los retos derivados del aumento de la demanda de agua y de energía en un contexto adverso motivado por el previsible incremento, en número e intensidad, de los fenómenos meteorológicos extremos (causantes de sequías e inundaciones) y de la menor disposición del recurso. Todo ello, consecuencia del cambio climático.

En este contexto, las funciones multiuso de los embalses serán clave para incrementar la oferta del recurso, gestionar avenidas y sequías y contribuir al buen funcionamiento del sistema eléctrico español. Se acentúa así el papel clave que desempeñan las presas y los embalses para garantizar, de una manera sostenible, las inversiones para el desarrollo económico y regional del país.

De ahí que la necesidad de apostar por su correcto mantenimiento sea esencial para garantizar nuestro crecimiento y la generación de empleo asociada.

Baste este somero análisis como muestra de que, tanto directa como indirectamente, la contribución de las presas y los embalses a la economía española es decisiva, y es prioritario conservarlas y mantenerlas en perfectas

condiciones por el importante beneficio que generan a la sociedad.

La Administración hidráulica, consciente de la necesidad de invertir en el mantenimiento de estas instalaciones puso en marcha un programa de conservación y mantenimiento de las presas de titularidad estatal, con el fin apoyar a los equipos de explotación, incorporando nuevas e innovadoras tecnologías y contando con la colaboración de empresas especializadas.

Este programa tiene, además, el objetivo de reforzar las labores habituales de explotación, para anticiparse a la presentación de anomalías y eventos que pudieran tener consecuencias perjudiciales sobre el normal funcionamiento de las presas.

De esta manera, se daba cumplimiento a la legislación vigente en la materia y especialmente al artículo 4.1. del Reglamento Técnico, que especifica que “el titular de una presa ... deberá disponer de todos los medios humanos y materiales que exija el cumplimiento y mantenimiento de las condiciones de seguridad”.



**La Presa del Atazar, pieza clave en el abastecimiento de agua a la ciudad de Madrid, finalizada en 1972, y que con 42 años en explotación está en el entorno de la edad media del parque español de presas (45 años).**

Además del programa anterior, el entonces Ministerio de Medio Ambiente puso en marcha otros dos programas:

1. De adecuación de las presas al Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.
2. De implantación de Planes de Emergencia.

La previsión de inversiones para el periodo 2006-2010 de todos ellos fue de 544 millones de €, de los que 138 millones de € serían para Mantenimiento y Conservación, 331 millones de € para adecuación de las presas al reglamento y 75 millones de € para la implantación de Planes de Emergencia.

Centrándonos sólo en el programa de Mantenimiento y Conservación y analizando las inversiones realizadas en esos campos en el periodo 2006-2010, en 59 grandes presas españolas gestionadas por distintas confederaciones hidrográficas, se obtiene una cifra promedio por presa de unos 74.000 euros anuales, de forma que para las 400 estructuras gestionadas por la Administración General del Estado se obtendría una cantidad de unos 29,5 millones de € al año y unos 118,2 millones de € en el periodo 2006-2010, cifra muy

próxima, por lo tanto, a la presupuestada en el programa del Ministerio.

Esas cifras corresponden a las labores de apoyo al personal de las confederaciones hidrográficas por parte de empresas privadas, ante las bien conocidas dificultades económicas actuales para aumentar las plantillas de la Administración. Por lo tanto, a ellas habría que añadir los gastos del personal propio de las confederaciones hidrográficas adscritos a dichas tareas, así como los costes de amortización de vehículos, de combustible, electricidad, oficinas, etc., que también pueden adscribirse a la partida de inversiones necesarias para Mantenimiento y Conservación de presas. La rentabilidad de estas inversiones viene dada por la garantía de contar con la disponibilidad permanente de estas instalaciones para atender, en cualquier situación, los requerimientos para atender las demandas de explotación y seguridad.

De acuerdo con los estudios efectuados por el Banco Mundial, una adecuada conservación de infraestructuras requiere una inversión anual del orden del 2 % de su valor patrimonial. Como ya se ha indicado, el número de presas de las que es titular la Administración General del Estado es de unas 400,

y su valor de reposición actual, considerando un valor medio actual de 30 millones de euros por presa, ascendería a unos 12.000 millones de euros. Por lo tanto, el 2 % de dicho valor patrimonial supondría una inversión anual en Mantenimiento y Conservación de unos 240 millones de euros.

¿Quiere decir lo anterior que actualmente existe un déficit de mantenimiento y conservación en nuestras presas? Aparentemente sí, a la vista de los números expuestos: del orden de un 0,25 % de su valor de reposición frente al 2 % recomendado.

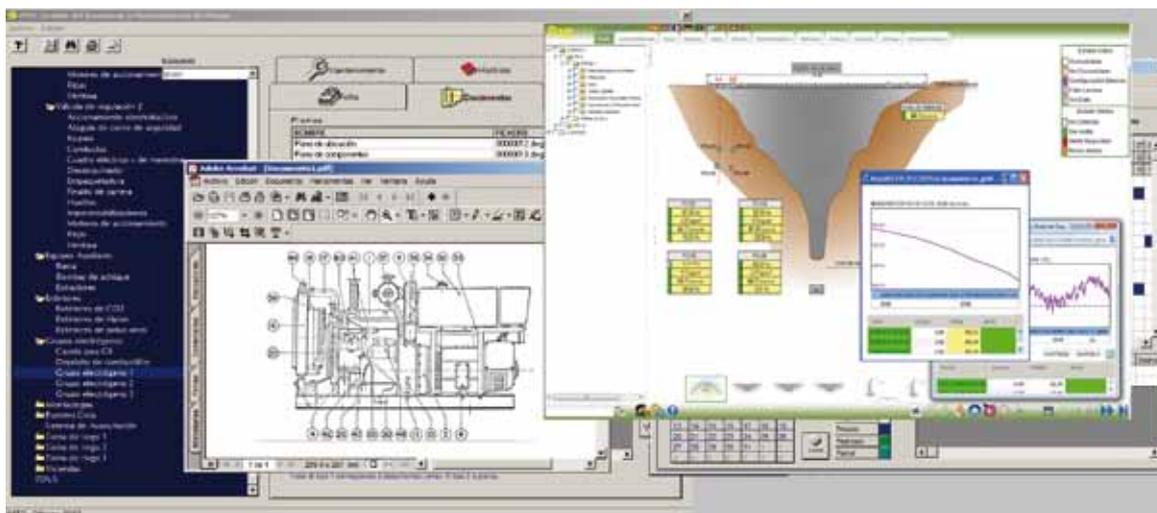
Se puede decir, por tanto, que hay un déficit de dichas tareas: se estaban invirtiendo 30 M€ al año frente a una cifra recomendada de 240 M€/año. Esto significa que no se han podido hacer todas las actividades que son recomendables, o que no se han hecho con la intensidad que se debería, por lo que cada año se necesitará invertir cifras crecientes en Mantenimiento y Conservación para alcanzar el nivel que se habría conseguido de haber invertido las cifras recomendadas por el Banco Mundial.

Por lo tanto, se requiere un esfuerzo económico adicional para mantener estas infraestructuras en unas condiciones mejores que las que presentan en la actualidad, esfuerzo que serviría, además, de forma complementaria, para frenar la destrucción del tejido empresarial de tamaño medio que ha ocurrido en los últimos años en este sector como consecuencia de la disminución de inversiones en el campo de la seguridad de las presas y cuyo resultado ha sido, además, una destrucción del altísimo grado de especialización que tenía y que tardará en alcanzar los niveles que tenía antes de comenzar la crisis.

Ése es el otro aspecto básico y fundamental relacionado con los contratos de Mantenimiento y Conservación de muchas presas, especialmente de las que suministran aguas para regadío, en las áreas de influencia de las mismas. Las principales actividades económicas de esas zonas, rurales principalmente, están muy relacionadas con la agricultura y la ganadería.

El mantenimiento y conservación de presas puede abrir nuevas perspectivas a puestos de trabajo locales, desplazando mano de obra rural hacia esta actividad, generando, como consecuencia, una nueva actividad económica, adicional y complementaria a las ya existentes y que, lógicamente, se traducirá en la creación a su vez de nuevos puestos de trabajo, más especializados que los existentes, y para los que se requerirá con el tiempo una mayor capacitación profesional.

Los datos del año 2010 mostraban que el sector de la consultoría en la Ingeniería civil estaba constituido por cerca de tres mil empresas, que generaban unos ingresos próximos a los 14.000 M€ (el 1,16 % del PIB nacional) y daban empleo directo a unas 85.000 personas (el 0,47 % del total de ocupados en España). Por subsector de actividad, la rama a la que más frecuentemente se orientaban las empresas españolas del sector era la ingeniería civil (70 %), donde se incluía el agua, seguida de edificación y urbanismo (52 %), medio ambiente (50 %), industria y energía (40 %) y, por último, servicios tecnológicos (empresas de apoyo en topografía, geología, geotecnia, laboratorios, etc.) (28 %).



La evolución de las herramientas informáticas ha permitido el desarrollo de software específico para la gestión del mantenimiento y la auscultación de presas

Esa distribución, sin embargo, no se correspondía con los volúmenes de negocio generados en cada una de ellas ya que, por ejemplo, la actividad de industria y energía era la que lideraba el ranking con el 49,5 % del total, ingeniería civil con un 23,8 %, servicios tecnológicos con un 11,7 %, medio ambiente con un 8,5 % y edificación y urbanismo con un 6,5 %.

A la vista de los datos anteriores, es posible concluir que el mantenimiento y conservación de presas ha representado en los últimos años, y de forma aproximada, un 1 % del volumen total facturado por la ingeniería civil.

Y en lo que se refiere a los puestos de trabajo aportados por esta actividad, aunque no se dispone de fuentes fiables, se estima que en el año 2010 superaban los 2.000. Algo parecido ocurre cuando se quiere estimar cual es la creación de empleo potencial generada. No existen fuentes suficientemente contrastadas. Sin embargo, algunas asociaciones empresariales estiman que por cada 100.000 € adicionales facturados por una actividad económica muy especializada, como puede ser el caso del mantenimiento y la conservación de presas. Además de mantener los puestos de trabajo existentes, se generan, de media, 1,5 puestos de trabajo directo y hasta 2,5 de tipo indirecto. Por lo tanto, los 30 M€ invertidos en mantenimiento y conservación implicarían no sólo sustentar los puestos de trabajo existentes relacionados con esa actividad, que quedarían así consolidados, sino crear además unos 1.200 nuevos puestos de trabajo anualmente, entre empleos directos e indirectos.

Por último, cabe señalar que extrapolando el análisis al conjunto del agua como actividad sectorial, un estudio reciente, realizado por PWC para Acciona, evalúa el peso del agua como sector en un 0,65 % PIB español, con una generación estimada de 38.000 empleos directos. Este estudio hace esta estimación contando con las actividades de captación y distribución del agua potable y la recogida de aguas residuales y su tratamiento. De nuevo, se constata la necesidad de mantener en perfecto estado uno de los eslabones iniciales de la cadena: el Parque español de presas y embalses, como base de todo un sector clave de la actividad económica.

### 3. Necesidad de los trabajos de mantenimiento de presas

Como ya se ha citado a lo largo del presente artículo, es la existencia en nuestro país de un elevado número de presas lo que ha permitido disponer de unos recursos hídricos con un elevado nivel de garantías para todas las demandas: abastecimiento a la población, desarrollo de regadíos, atención a las

demandas ambientales (lucha contra la desertificación, caudales ecológicos, zonas de especial protección para las aves) junto a otros usos de todo tipo, que van desde la generación de energía eléctrica hasta la creación de zonas recreativas, etc. Son muchas y muy importantes, en cuanto a incremento de seguridad y ahorro económico, las ventajas que lleva aparejada la realización de un correcto mantenimiento y conservación de nuestras presas. Se pueden citar las siguientes:

- Incremento de su vida útil, que será tanto más beneficioso en el caso de aumento de la frecuencia de fenómenos extremos (sequías y avenidas), que prevé el Panel Internacional de Expertos sobre Evolución del Cambio Climático.
- Importante y, a la vez, distintivo de las presas es el hecho de poder afrontar la presentación de avenidas con garantías de evacuarlas sin problemas, minimizando los daños aguas abajo.
- Disminución de los costes futuros debidos a reparaciones gracias a los trabajos de mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.
- Reducción de la probabilidad de paradas imprevistas, situación especialmente crítica en situación de avenidas como ya se ha citado, o en el caso de centrales hidroeléctricas.
- Generación de puestos de trabajo cualificados.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento. La constitución de equipos de mantenimiento para grupos de presas permite la distribución racional y uniforme de los trabajos, evitando los famosos ‘tiempos muertos’.
- Las presas forman parte del patrimonio cultural español, habiendo alcanzado algunas la categoría de Bien de Interés Cultural (BIC), por lo que una mejora en su conservación y mantenimiento también incrementa su valor añadido a estos efectos.
- Recuperación de costes en la gestión del agua en función de las demandas atendidas.

En definitiva, un adecuado mantenimiento y conservación de las presas implica el mantenimiento de una actividad económica asociada a otras de orden superior que colaboran de forma significativa en el PIB español, de forma que una alteración de aquella implica una mayor repercusión en estas últimas.

Por lo tanto, el mantenimiento y la conservación de esas estructuras significa invertir en seguridad, en bienestar y en desarrollo sostenible de todos los ciudadanos. Además es progresar, mejorar las tecnologías y las herramientas necesarias para hacerlo, por lo que esas actividades nunca deben calificarse como gasto sino como inversión.

#### 4. Nuevas técnicas y tendencias de futuro. Análisis de Riesgos

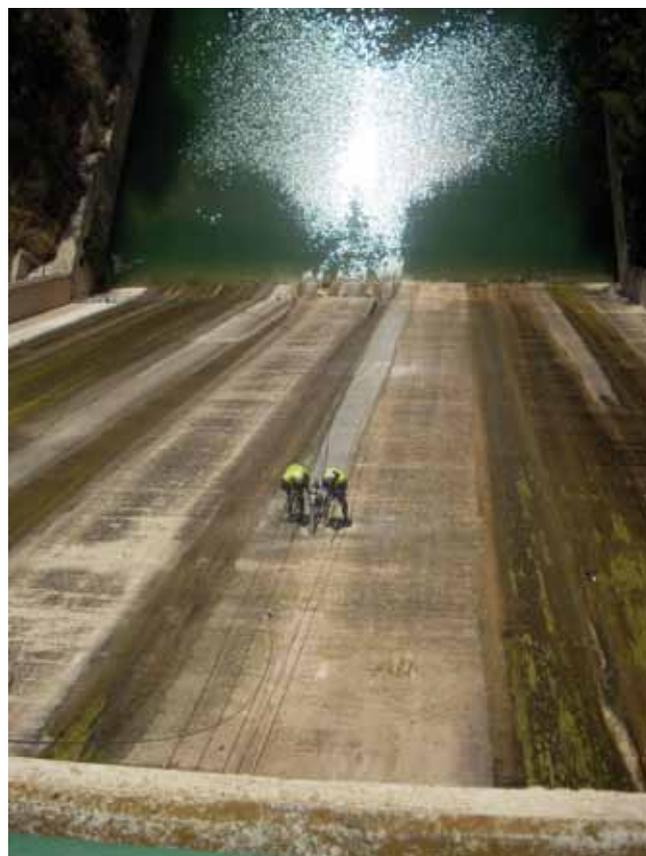
Las nuevas tendencias dentro del mantenimiento vienen apoyadas por el creciente uso de las tecnologías y herramientas de comunicación en tiempo real, cada vez más potentes en cuanto a la capacidad de transmisión de información, de transmisión de metadatos. Esa inmediatez en la facilidad de transmisión y en la disponibilidad de la información permite su centralización y tratamiento de una forma más ágil y eficaz así como la optimización de la gestión de una presa o un grupo de presas de un mismo titular.

El desarrollo de nuevas técnicas de auscultación también permite la detección más temprana de situaciones anómalas. Las nuevas tendencias en ese campo se dirigen actualmente hacia la sustitución del concepto de puntos de control por el de líneas de control (por ejemplo, el control térmico a lo largo de una línea mediante sistemas de fibra óptica para la detección de filtraciones en una presa mediante cambios de temperatura). Si bien estas tecnologías son todavía algo costosas y difícilmente aplicables en presas ya construidas, se empiezan aplicar, sin embargo, en presas en construcción.

Por otra parte, hoy en día se va extendiendo, tanto a nivel nacional como internacional la utilización de modernas metodologías que permiten efectuar una visión más completa (holística se denomina en la práctica) de la seguridad de sistemas complejos, como son las presas. Una de ellas, quizá la de mayor aplicación en el mundo es el Análisis de Riesgos. Esta metodología constituye una potente herramienta que permite la optimización de la gestión de las presas y embalses, y la priorización de las inversiones necesarias para su mantenimiento y conservación.

La aplicación a un conjunto de presas permite conocer el volumen de inversiones necesarias y su planificación en el tiempo, definiendo las inversiones necesarias para el periodo al que se extienda la planificación de las actividades.

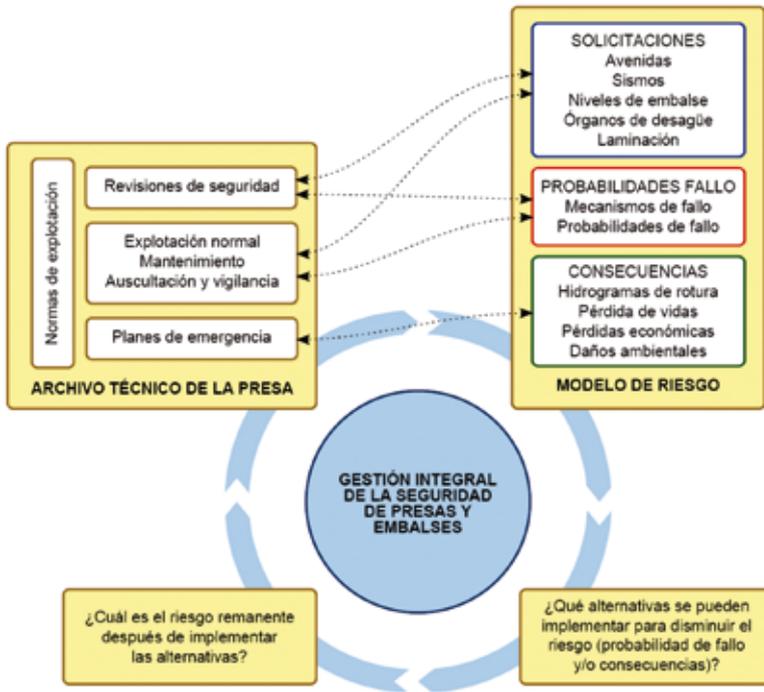
En el caso de España, y como ya se ha indicado, se viene produciendo en los últimos años un déficit de mantenimiento en las presas que, en la actual coyuntura económica, nos debe



**El mantenimiento de presas genera puestos de trabajo especializado y alarga la vida de las instalaciones: obra civil, equipos hidromecánicos, eléctricos, electrónicos, etc., manteniendo altos niveles de seguridad**

llevar a optimizar la inversión en su seguridad para emplear los recursos allí donde son verdaderamente necesarios, allí donde se producen los mayores incrementos de aquélla, y a dar la mayor transparencia a la toma de dichas decisiones, debido a las repercusiones que pueden tener en la práctica. Y en esa tesitura, las metodologías basadas en el Análisis de Riesgos, pueden aportar agilidad en los procesos de toma de dichas decisiones, así como el orden en que deben acometerse las distintas actuaciones y, en definitiva, en la asignación de los recursos económicos necesarios.

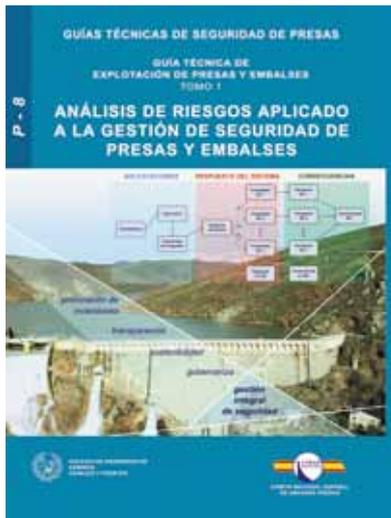
La aplicación del Análisis de Riesgos requiere disponer de personal con formación en esta metodología. Para ello, se cuenta con los trabajos hechos para las presas de la Confederación Hidrográfica del Duero<sup>3</sup>. Esta experiencia ha sido esencial para la redacción de la Guía Técnica de Análisis de Riesgos aplicado



Gestión integral de la seguridad de presas y embalses y vínculos entre el modelo de riesgo y los documentos del archivo técnico (Fuente: Guía Técnica de Explotación de Presas y Embalses. Tomo 1. Análisis de Riesgos Aplicado a la Gestión de Seguridad de Presas y Embalses. SPANCOLD, 2012)



En el "Máster internacional de explotación y seguridad de presas y balsas" se exponen los conocimientos necesarios para el mantenimiento y conservación de estas instalaciones



La Guía Técnica y los cursos teórico-prácticos facilitan la aplicación del Análisis de Riesgos a la Gestión de la Seguridad de Presas y Embalses

a la gestión de seguridad de presas y embalses, editada por SPANCOLD.

Para conseguir una rápida difusión de estas tecnologías, se están impartiendo cursos teórico-prácticos de Análisis de Riesgos aplicado a la gestión de seguridad de presas y embalse, organizados por SPANCOLD, con la colaboración de la UPV.

### 5. Conclusiones

El importante número de presas existentes en España, su creciente edad media, los exigentes niveles de seguridad que la sociedad les exige en la actualidad y los importantísimos beneficios que generan hace necesario continuar con los trabajos de mantenimiento y conservación que comenzaron hace más de 20 años y que tan buenos réditos han dado.

El mantenimiento de estas estructuras ha ido cobrando importancia a lo largo del tiempo, habiendo evolucionado desde actuaciones aisladas, o casi inexistentes, al desarrollo de completos programas de mantenimiento que abarcan grupos de presas generalmente pertenecientes al mismo propietario, ya sea público o privado.

Actualmente dichos programas incluyen la redacción de estudios muy especializados para optimizar el funcionamiento de las presas, ya sea desde el punto de vista de la explotación como de la minimización de sus riesgos asociados. En base a estas premisas, se diseñan completos programas de mantenimiento y se dispone de modernas herramientas, entre ellas el Análisis de Riesgos, que cada vez cobra más fuerza, que ayudan a una mejor gobernanza y permiten priorizar las inversiones a realizar para mejorar la seguridad de las presas. Es por tanto crucial para el mantenimiento de las garantías de acceso al agua, en un país con la irregularidad espacial y temporal de precipitaciones que presenta España, y la edad de nuestro parque de presas, la continuación e intensificación de los programas de mantenimiento y conservación. **ROP**

#### Notas

(1) Definiciones según la 23.ª edición del Diccionario de la Real Academia Española (DRAE):

- Pantano: hondonada de fondo más o menos cenagoso y abundante vegetación donde se estancan las aguas de forma natural.
- Embalse: gran depósito que se forma artificialmente, por lo común cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, y en el que se almacenan las aguas de un río o arroyo, a fin de utilizarlas en el riego de terrenos, en el abastecimiento de poblaciones, en la producción de energía eléctrica, etc.

(2) La Agricultura (secano + regadío) debe representar actualmente de un 2 % a un 2,5 % del PIB.

(3) La Confederación Hidrográfica del Duero contó, para este trabajo, con la colaboración de iPresas, empresa de base tecnológica (*spin-off*) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y de OFITECO.

#### Referencias

- Desarrollo de un programa de mantenimiento de presas en la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Juan Saura y Agustín Argüelles. Revista de Obras Públicas. Diciembre. 1997.
- Desarrollo de las actuaciones del Ministerio de Medio Ambiente en materia de seguridad de presas. Joaquín del Campo Benito. Jesús Yagüe Córdoba. Revista de Obras Públicas. Marzo de 2007.
- The Role of Monitoring Systems in Operation and Maintenance of Nine Dams in the Jucar River Basin. Jose Luis Utrillas, Armando Molina y Eduardo Echeverría. International symposium on the 76 ICOLD Annual Meeting. Bulgaria, abril de 2008.
- Evolución de las presas en España. Jesús Yagüe Córdoba. Juan Carlos de Cea. Revista de Obras Públicas. Noviembre de 2008.
- Conservar es Progresar. Libro Verde de la Conservación de Infraestructuras. ACEX. Abril de 2009.
- Hacia una gestión integral de la seguridad de las presas de la Confederación Hidrográfica del Duero. Liana Ardiles, Daniel Sanz, Jürgen Fleitz e I. Escuder: II International Congress on Dam Maintenance and Rehabilitation 2010, Zaragoza, Noviembre 2010.
- La vigilancia y auscultación de presas. Estado del arte y tendencias. Jürgen Fleitz. Jornada técnica Auscultación en la gestión de la seguridad de presas y otras estructuras. Confederación Hidrográfica del Júcar. Abril de 2011.
- La Necesidad de la Auscultación y el Empleo de los Sistemas de Gestión Técnica Para Conservar el Patrimonio de Nuestras Infraestructuras. Jorge Ley, Manuel Gómez de Membrillera, Mercedes Tome y Carlos Quesada. AUSIGETI. Diciembre de 2011.
- Building a common framework for integrating dam safety and security management in the context of risk analysis. Ignacio Escuder Bueno, Enrique Matheu, Liana Ardiles, Massimo Meghella y Jesica T Castillo-Rodríguez. En ASDSO, 2012.
- Guía Técnica de Explotación de Presas y Embalses. Tomo 1. Análisis de Riegos Aplicado a la Gestión de Seguridad de Presas y Embalses. Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD) y Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP). Diciembre de 2012.
- La gestión del agua en España, análisis de la situación actual del sector y retos futuros. Informe de PwC para ACCIONA. Enero de 2014.