

Cuestiones del Congreso

Q-69: EMBALSES EN EXPLOTACIÓN. EXPERIENCIAS AMBIENTALES

José Fora Becedoniz.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Vocal del Comité Nacional Español de Grandes Presas.

RESUMEN

Se recoge en el presente artículo el Informe del Relator General de la "Cuestión 69: Embalses en Explotación: Experiencia Ambientales", así como el desarrollo de las secciones correspondientes y la participación española referida a la misma en el Congreso de Grandes Presas de Durban (Sudafrica) en noviembre de 1994.

ABSTRACT

This article summarizes Item 69 of the General Proceedings "Dams in Operation: Environmental Experience", with a report on the Spanish contribution to the sessions on this subject in the course of the Congress on Large Dams held in Durban (South Africa) in November 1994.

1. TEMAS TRATADOS EN LA CUESTIÓN 69

En la cuestión 69 "Embalses en explotación. Experiencias ambientales" se había propuesto tratar los efectos ambientales reales en comparación con las predicciones hechas en las siguientes áreas:

- a) Aspectos sociales y económicos, incluyendo: reasentamientos de poblaciones, economía local, turismo y ocio, enfermedades hídricas.
- b) Aspectos geofísicos, incluyendo: Limpieza y deforestación del vaso, modificación del régimen del río y del transporte de sedimentos, erosión del cauce, variaciones de la capa freática.
- c) Calidad del agua
- d) Flora y fauna, incluyendo la vida acuática.
- e) Microclima.

2. INFORME DEL RELATOR GENERAL

El relator general de esta cuestión fue el profesor B. Petry de los Países Bajos.

2.1. INTRODUCCIÓN

El interés de ICOLD por los temas ambientales queda de manifiesto por las veces que se han tratado estos temas en sus congresos. Así, se tiene:

▼ 11º Congreso, Madrid 1.973. Q.40: "Consecuencias de la construcción de presas en el ambiente".

▼ 12º Congreso, Méjico 1.976. Q.47: "Efectos de algunos factores ambientales en las presas y los embalses".

▼ 14º Congreso, Río de Janeiro, 1.982. Q.54: "Sedimentación en los embalses y estabilidad

de laderas. Consecuencias técnicas y efectos sobre el ambiente”.

▼ 16° Congreso, San Francisco, 1.988. Q.60: “Embalses y ambiente. Experiencias de gestión y medición de los efectos”.

▼ 17° Congreso, Viena 1.991. Q.64: “Las presas y el ambiente”.

Asimismo ICOLD ha publicado los boletines nº 35, 37, 50, 65, 66, 86 y 90 todos ellos sobre temas ambientales.

Desde el Congreso de ICOLD en Viena hasta el de Durban han tenido lugar dos conferencias internacionales de gran importancia. La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Ambiente, en Irlanda, 1992 y La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo, en Brasil, 1992.

Lo anterior demuestra el interés creciente tanto en el mundo de las presas, como en general por los problemas ambientales.

En las últimas décadas se ha progresado considerablemente en el conocimiento y tratamiento de los problemas ambientales. Se han conseguido logros en el control de la contaminación, en la rehabilitación de sistemas hidráulicos, en la medición y control de procesos físicos y biológicos, en el desarrollo de medidas correctoras de los efectos, etc. Tanto en los países industrializados como en los en vía de desarrollo se han formulado leyes de protección del ambiente y, sobre todo, se han modificado las posturas sobre el uso de los recursos hidráulicos, pasando de consideraciones meramente económicas a planteamientos mucho más amplios en los que los aspectos ambientales juegan un papel importante. Sin embargo, queda mucho por aprender para hacer frente a:

- ▼ Las necesidades crecientes de agua, cuya disponibilidad es cada vez menor.
- ▼ La controversia sobre los objetivos y escalas de valores a aplicar en los temas ambientales.
- ▼ La limitación de los medios financieros y materiales para soportar las medidas necesarias para la protección y control del ambiente.
- ▼ La falta de estructuras institucionales y legales en muchas regiones del mundo.
- ▼ La necesidad de más recursos humanos bien entrenados en actividades relacionados con la gestión de los recursos hidráulicos.

La resolución de estas cuestiones requiere un proceso, probablemente largo, de armonización de puntos de vista y de posturas, lejos de los planteamientos radicalizados de la actualidad, un mayor conocimiento y experiencia en los temas ambientales será una contribución muy importante. ICOLD tiene una clara responsabilidad participando activamente en estas tareas.

2.2 INFORMES PRESENTADOS

Se han presentado 50 trabajos de los cuales 24 proceden de Europa, 14 de Asia, 6 de Africa, 5 de América t 1 de Australia.

33 tratan de embalses individuales, 7 de embalses dentro de la misma cuenca y 10 de embalses situados en diferentes cuencas.

48 se refieren a embalses pequeños y 22 a embalses grandes.

La comparación entre las precisiones y los resultados reales se hace en 13 trabajos. Agrupándoles por temas resulta la siguiente clasificación:

- ▼ Aspectos generales y aspectos económicos: 14 trabajos
- ▼ Aspectos geofísicos y climáticos: 13 trabajos
- ▼ Calidad del agua. Fauna y flora: 19 (se han reunido la calidad del agua con la fauna y la flora por la interrelación que tienen).
- ▼ Casos históricos: 4 trabajos

En el cuadro que se adjunta se incluyen los trabajos recibidos, señalando los embalses a que se refieren y los temas que tratan.

2.3 TEMAS DE ACTUALIDAD

Los trabajos presentados son una buena contribución al estado del arte y dan información abundante. Se da cuenta en ellos de resultados positivos en cuestiones como las siguientes:

- ▼ Beneficios sociales y económicos. Cumplimiento de los objetivos propuestos. Beneficios complementarios. Aumento de la utilidad social de los aprovechamientos.
- ▼ Relaciones con el público en general.
- ▼ Planteamientos de gestión con aplicación a cuestiones ambientales.
- ▼ Reasentamiento de las poblaciones afectadas. Desarrollo de estos planes junto con otros

relacionados con ellos. Aplicación de criterios ambientalistas a futuros reasentamientos.

- ▼ Seguimiento de los efectos ambientales.
- ▼ Control de los efectos ambientales. Medidas correctoras y compensación de pérdidas debidas al embalse.
- ▼ Metodología y desarrollo de los Estudios de Impacto Ambiental.
- ▼ Módulos de los procesos de transporte de los sedimentos. Parámetros de la calidad del agua.

También se consignan resultados negativos tales como la aparición de efectos no previstos, mayor intensidad de efectos morfológicos en la sedimentación y en la degradación del cauce aguas abajo del embalse y efectos térmicos y de otra índole aguas abajo. Se señalan dificultades en la realización de los reasentamientos de población y en los planes asociados con ellos.

2.3.1 Planteamientos, valoración y gestión

En los últimos tiempos se viene prestando atención creciente a los Estudios de Impacto Ambiental. Son obligatorios para la obtención de fondos de varias instituciones financieras de ámbito internacional, como el Banco Mundial. En muchos países son preceptivos y objeto de regulaciones específicas. Otros países están en vías de exigirlos.

Los Estudios de Impacto Ambiental requieren actividades costosas que han de realizarse a lo largo del ciclo completo del proyecto; desde su planificación inicial y estudios de viabilidad, hasta la explotación del aprovechamiento. Es, pues, de la mayor importancia acometer este estudio como una parte, de la misma importancia que las demás, del proceso general de planificación del aprovechamiento, evitando que se convierta en un mero requisito administrativo. Por su propia entidad, el Estudio de Impacto Ambiental, en cualquiera de sus fases, tiene carácter pluridisciplinar de donde se deriva la necesidad de una buena coordinación de los especialistas que intervengan en todo su proceso.

Son de señalar los avances conseguidos en las metodologías empleadas. Son recientes: a) El desarrollo de métodos de índices asociados con las matrices de impacto, b) El aumento de uso de sistemas de información geográfica y otras bases de datos, capaces de manejar gran cantidad de ellos,

c) El desarrollo de modelos de simulación sobre la calidad del agua, procesos biológicos, procesos morfológicos, etc. Se adolece aún de falta de comprobaciones.

En cuanto al planteamiento general es clara la tendencia, prácticamente en todo el mundo, a tratar de armonizar los objetivos de desarrollo económico y social con la conservación ambiental, así como a un planteamiento integral en la gestión de los recursos hidráulicos.

2.3.2 Marcos institucionales y legales

Las Leyes relativas a los recursos hidráulicos en los diferentes países responden a sus tradiciones legales. Por consiguiente, hay una gran variedad de principios, contenidos y formas de aplicación. En las últimas décadas se ha producido cierta aproximación en los puntos de vista y ha aumentado la aceptación internacional de principios legales básicos (p. e. Reglas de Helsinki, 1.966). En esta evolución han contribuido:

- ▼ Los progresos en el conocimiento y su aplicación de nuevas disciplinas legales; leyes sobre recursos hidráulicos, leyes ambientales, leyes sobre las aguas subterráneas.
- ▼ La necesidad de resolver conflictos internacionales relacionados con la utilización del agua.
- ▼ El aumento de la importancia de las cuestiones ambientales.
- ▼ Los acuerdos internacionales sobre especies y hábitats, sobre sustancias peligrosas y sobre contaminación del agua y de la atmósfera.
- ▼ La influencia de agencias financieras internacionales y programas de cooperación.

Del mismo modo las instituciones que entienden de cuestiones ambientales son muy variables según los países. Frecuentemente intervienen organismos diferentes de diferentes ministerios, observándose, en ocasiones, faltas de coordinación que ocasionan retrasos, problemas y aumentos de costes. Sería de desear una mayor coordinación entre los organismos y entidades que intervienen en los proyectos, el fortalecimiento de sistemas reguladores que tengan en cuenta criterios ambientales, estableciendo con claridad las competencias y relaciones entre las instituciones con

funciones en el desarrollo de los recursos hidráulicos.

2.3.3 Participación pública

Cada vez tiene más importancia la participación del público en las obras hidráulicas. Se han empleado diferentes vías para la participación del público. Concretamente las siguientes:

- ▼ a) Comunicación general a través de los medios de comunicación social.
- ▼ b) Comunicación específica del proyecto a los grupos directamente afectados.
- ▼ c) Audiencias públicas.
- ▼ d) Participación de los grupos directamente afectados en el periodo de construcción y explotación.

Se ha observado que la sensibilización y la participación del público es mayor en los países donde es preceptivo el Estudio de Impacto Ambiental. Así mismo se observa una tendencia a reconocer que la participación pública contribuye favorablemente a la realización de los proyectos.

Ha tomado carta de naturaleza un nuevo concepto de viabilidad de un proyecto que incluye la aceptación social del mismo.

2.3.4 Conocimientos ambientales básicos

Las ciencias ambientales han avanzado considerablemente en las últimas décadas. Destacan los siguientes aspectos:

- ▼ Profundización en el conocimiento de las características y del comportamiento de los sistemas geofísicos y ecológicos. Desarrollo y aplicación de conceptos tales como capacidad portante de una región, utilización sostenible de recursos renovables, capacidad de asimilación de una cuenca.
- ▼ Desarrollo de nuevas especialidades científicas como la ecotoxicología.
- ▼ Progresos técnicos en levantamientos y control de factores ambientales mediante teledetección por satélite. Transmisión y organización de bases de datos, sistemas de información geográficos.
- ▼ Mejora de las técnicas de modelización.

- ▼ Cooperación científica de diversas organizaciones internacionales.
- ▼ Cooperación internacional en programas de control.

A pesar de estos avances es necesario reconocer que la calidad de las informaciones es variable. Lo mismo ocurre con su disponibilidad. En muchos países no pueden utilizarse las tecnologías de medición y control más avanzadas por falta de equipos y de personal calificado. Por último, se mantienen divergencias de opinión importantes en los indicadores socio-económicos que caracterizan una buena relación entre el hombre y el ambiente.

2.3.5 Aspectos específicos

En términos generales, la inmensa mayoría de los embalses han producido beneficios sociales y económicos muy importantes. En muchos casos los resultados han mejorado ampliamente las expectativas. Hay excepciones en que se han tenido fracasos socio-económicos o se han producido daños en el ambiente significativos. Estos casos representan un pequeño porcentaje de los embalses incluidos en el Registro Mundial de Grandes Presas, probablemente el 1%.

2.4 CONCLUSIONES

1) En las últimas décadas se han producido cambios en las percepciones relativas al desarrollo y la conservación de los recursos hidráulicos. Sin embargo, faltan de establecer criterios suficientemente aceptados que establezcan la relación entre los objetivos de desarrollo y los de conservación ambiental. Subsisten problemas con la creciente presión humana sobre los recursos hidráulicos, con las insuficiencias de marcos legales e institucionales adecuados y con la escasez de recursos.

2) La gestión adecuada del agua requiere cada vez más un planteamiento multidisciplinar, participativo e integral.

3) Los embalses son instrumentos de la mayor importancia para la utilización de los recursos hidráulicos.

4) La experiencia demuestra que los embalses, a pesar de producir múltiples efectos, pueden hacerse compatibles con el ambiente.

5) Una herramienta importante para conseguir la compatibilidad mencionada son los Estudios de Impacto Ambiental, considerados como un componente de la planificación.

6) Se han conseguido importantes avances en el tratamiento de las cuestiones ambientales.

7) Urge la implantación de los Estudios de Impacto Ambiental en diferentes países.

8) Hay una urgente necesidad de desarrollar líneas prácticas para el tratamiento de los aspectos ambientales de los embalses, como complemento de las políticas generales de la conservación ambiental.

2.5 TEMAS A DISCUTIR

- a. Participación del público.
- b. Sedimentación.
- c. Cuenca fluvial aguas abajo de un embalse.
- d. Calidad del agua

3. DESARROLLO DE LAS SESIONES

Las sesiones técnicas de la Q.69 fueron presididas por R.A. Pullen de Africa del Sur, acompañados en la mesa por los vicepresidentes Shen de China y Guertin de Canadá, el relator general de la cuestión Petry y el secretario R. Mochebelele de Lesoto.

Abierta la sesión, el relator general resumió su informe. A continuación se trataron los temas de discusión.

3.1 PARTICIPACIÓN DEL PÚBLICO

Siguiendo las nuevas normas que rigen las sesiones del Congreso de ICOLD, se seleccionaron tres intervenciones relacionadas con el tema, que pasamos a reseñar.

3.1.1 Oposición a St. Chamas, Francia

Fué presentado por J. Masson de Francia.

El aprovechamiento de Saint Chamas, sobre el lago Berre es el último de los proyectos de E.D.F. en los ríos Durance y Verdon en los que a lo largo de 30 años ha desarrollado un conjunto de 18

centrales con una potencia instalada de 2.000 MW y una producción media de 6.500 GWh/año.

El lago Berre, con una área de 15.500 ha. desagua en el mar Mediterráneo.

Los principales problemas derivados de la construcción de la central de Saint-Chemas han sido:

▼ Las grandes cantidades de agua dulce que desaguan irregularmente en el tiempo sobre el lago originalmente de agua salada. Estas aportaciones de agua dulce, que se mueven en el lago según los turbinados de la central cambian el contenido de sal del agua haciéndola químicamente inestable.

▼ Las aguas del río Durance siempre han estado cargadas de lodo, consecuencia de la erosión de la cuenca vertiente. Con el funcionamiento de la central el problema se agrava con un aumento de 400.000 t. de lodo al año procedentes del Durance.

La discusión sobre la central empezó en 1970 con las quejas de los pescadores de cambios en las especies de peces. Los problemas continuaron a lo largo de los años 80 y culminaron en Octubre de 1991 con un referendun organizado por grupos ambientalistas cuyo resultado fué que el 95% de la población era partidaria del cierre de la central.

E.D.F. no podía aceptar el cierre de la central por su importancia económica y por el derecho legal que la asistía para proseguir su explotación. Inmediatamente se estableció un plan para reducir los problemas de sedimentación y contaminación en el lago. Se establecieron contactos con los grupos de presión con el fin de colaborar en el establecimiento de objetivos comunes. Se ha acordado una reducción de la aportación de lodos del 50% y un 15% en la aportación de agua dulce. También se ha acordado parar la central en momentos de alta turbidez. Las investigaciones continúan.

3.1.2 Caso de Wolwedans

L. Barwel de Sudáfrica mantuvo la tesis que cuando no se involucra al público en los comienzos de un proyecto los resultados suelen ser retrasos, mala publicidad y altos costes.

En el caso de la presa de Wolwedans inmediatamente aguas arriba del estuario de Great Brak no se siguió dicha tesis produciéndose una reacción popular contraria a la construcción de la presa. El Departamento de Asuntos Hidráulicos reconoció su error y constituyó un Comité de Ambiente de Great Brak con participación de miembros del Departamento, de la municipalidad local, de organizaciones no gubernamentales locales, autoridades conservacionistas y científicos. Los trabajos de este comité han sido un éxito, consiguiéndose una aceptación de la obra por parte del público en general.

3.1.3 Cuestiones ambientales en España

L. Ortega de España dio cuenta de algunos ejemplos de cuestiones ambientales y de las medidas para minimizar los efectos desfavorables de los embalses en España. Señaló las características hidrológicas especiales de la península, con grandes irregularidades en la distribución de las aguas que han dado lugar para corregir, en parte, esta situación a la construcción de casi 1.000 grandes presas.

En la lucha contra la malaria se desecaron la mayor parte de los humedales existentes. La creación de embalses ofrece ahora nuevos hábitats para las aves, siendo España una de las zonas de descanso más importantes para las aves migratorias en su camino de Europa a África. Se han definido áreas de protección para mantener estas rutas migratorias.

Además de medidas destinadas a la protección de la ictiofauna, dio cuenta de reforestaciones destinadas a la disminución de aportes sólidos a los embalses, que contribuyen a retrasar el proceso de desertificación que sufre nuestro país.

3.1.4 Primer debate

Concluidas estas intervenciones preparadas, el presidente abrió un turno de discusión en el que se produjeron diversas intervenciones. Algunas se redujeron a expresar opiniones de los intervinientes, otras fueron preguntas concretas a las personas que habían hecho las intervenciones preparadas. Así un sudafricano se interesó por la atracción de aves debida a los embalses. Ortega aseguró que la experiencia en España así lo confirma.

Zutshi de la India suscitó una serie de intervenciones al interesarse por el coste de los aspectos ambientales y ecológicos de un proyecto en términos de porcentaje del costo total del proyecto. Se dieron varias cifras muy diferentes; del 20-25%, si hay traslado de población, que dio Guertin del Canadá al 1% que dio un brasileño.

3.1.5 Planificación multidisciplinar

R. Mochebelele de Lesoto se mostró partidario de planteamientos multidisciplinarios en los que las consideraciones socio-económicas sean un componente fundamental. Es partidario de la intervención de las organizaciones no gubernamentales, estableciendo líneas de comunicación claras entre las autoridades del proyecto y las comunidades afectadas, durante todas las fases del proyecto, incluso las de explotación y mantenimiento. Los beneficios de un proyecto debe servir en primer lugar al lanzamiento del desarrollo sostenible de las comunidades directamente afectadas por él. Las agencias financieras exigen la participación pública y las consideraciones socio-económicas en la planificación de los proyectos, pero, a menudo, no financian estas exigencias, lo que causa serios problemas a los países en desarrollo.

3.1.6 Segunda discusión

Hubo dos intervenciones interesantes; una de Brasil y otra de Suiza. En la primera se señaló que la participación pública no se reduce a la información de la comunidad afectada. Se trata sobre todo de organizar a la comunidad de manera que pueda expresar sus deseos. Citó el caso de Itaipu donde en el lado brasileño 16 municipalidades afectadas se han constituido en un comité permanente. También señaló que los Estudios de Impacto Ambiental permiten poner de manifiesto los efectos positivos de un proyecto.

La opinión de R. Laffite de Suiza es más reticente sobre la participación popular. En las democracias desarrolladas los derechos de los grupos minoritarios permiten por ley demorar algunos proyectos hasta 15 años. Así como es partidario de tener en cuenta la opinión de los grupos minoritarios en la redacción de leyes y normas, señala que las necesidades de la comunidad, en su conjunto, también deben tenerse en cuenta.

3.2 SEDIMENTACIÓN

3.2.1 Bajada del embalse de Barasona

R. Romero de España presentó el caso del embalse de Barasona. La capacidad de este embalse es de $92 \times 10^6 \text{ m}^3$, de las que $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ eran de sedimentos que habían llegado a alcanzar 18 m. de altura en una presa de 60 m., bloqueando totalmente los desagües de fondo y parcialmente la única toma de agua existente, 15 m. por encima del fondo del embalse. La recuperación del funcionamiento de estos elementos ha obligado al vaciado del embalse. Esta operación ha supuesto dos efectos ambientales importantes. A saber:

- ▼ Los efectos de la falta de agua en el embalse destinado a abastecimiento de aguas, regadío y producción de energía eléctrica.
- ▼ Los efectos de vertido de fangos en el cauce.

Con el fin de proyectar el vaciado del modo más eficaz, se creó una comisión con participación de científicos, representantes de la administración, usuarios del embalse y de los vecinos del pueblo.

Con anterioridad al vaciado se llevaron a cabo las siguientes operaciones. La creación de un estanque para los peces 6 km. aguas abajo destinado a su recuperación, identificación, clasificación y posterior reubicación. La construcción de una estación de bombeo provisional para el suministro de agua potable procedente del río Cinca a los pueblos cercanos durante los trabajos. El dragado de un volumen de $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ de lodo adyacente a la presa, para librar de sedimentos la toma de agua y las embocaduras del desagüe de fondo.

Una vez recuperados los desagües de fondo se establecerá un programa para accionarlos periódicamente. También se medirá la altura de lodos con células de presión y sondas.

3.2.2 Modelo de predicción de arrastre hidráulico de sedimentos

S. Akay de Japón habló de un modelo para mejorar la precisión de las predicciones relativas al arrastre hidráulico de los sedimentos en la presa de gravedad de Dashihira. Esta presa está dotada con dos canales de descarga de sedimentos, provistos cada uno de tres compuertas. Se ha utiliza-

do un modelo matemático para calcular los cambios en el cauce resultantes de la erosión y la sedimentación. Otro modelo ha servido para estudiar el efecto de la turbidez del agua al pie de la presa durante el arrastre de los sedimentos.

La presa de Dashihira se concluyó en 1985. En 1994 se llevó a cabo una maniobra experimental de arrastre hidráulico de los sedimentos, consistente en la apertura de los canales durante una hora, con un caudal de $4 \text{ m}^3/\text{sg.}$ con el fin de reducir el impacto en el medio. En esta maniobra se descargaron 80.000 m^3 de sedimentos. En base a estos datos se han introducido mejoras en el modelo.

3.2.3 Primer debate

Abrió este primer debate el profesor Petry recordando la existencia de un Comité de sedimentación en ICOLD, así como las valiosas referencias que pueden encontrarse en trabajos presentados a la Q.69, especialmente los relativos a la experiencia japonesa en este campo. Según su experiencia personal no hay ninguna fórmula mágica para desembarazarse de los sedimentos. En embalses muy grandes pueden admitir sedimentos y existen varios métodos para tratar el problema. El arrastre hidráulico puede ser eficaz para mantener libres de sedimentos las tomas de agua, pero su eficacia en zonas alejadas de la presa es más problemática. En muchos embalses se producen corrientes de densidad, un manejo adecuado de los aliviaderos cuando hay aportación de sedimentos por una crecida puede transportar los limos. En embalses pequeños se pueden conseguir muy buenos resultados mediante el arrastre hidráulico. Cita el caso de un embalse en Taiwan, donde la apertura de las compuertas dio muy buenos resultados.

Un ingeniero argelino comentó que la sedimentación es un problema muy importante en su país. La capacidad de muchos embalses se ha visto seriamente reducida por esta causa. El arrastre hidráulico es difícil en Argelia por la escasez de agua. Un problema adicional es qué hacer con los fangos.

En Eslovaquia, según M. Liska, los embalses pequeños se dragan regularmente. Los análisis de los materiales dragados han mostrado que son excelentes para mejorar los suelos agrícolas. Paradójicamente una ley aprobada recientemente

los clasifica como residuos y prohíbe su utilización en agricultura.

3.2.4 Limpieza de sedimentos en la presa Miwa

El problema de la sedimentación en los embalses en Japón es importante afirmó R. Kitazume. En 1.994 la capacidad total de embalse en este país era de $16,6 \times 10^9 \text{ m}^3$, un 7% de este volumen estaba ocupado por sedimentos.

La presa de Miwa es de gravedad. Se terminó en 1959 y está destinada a control de avenidas, abastecimientos de aguas, regadío y producción de energía. La capacidad de embalse es de $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ habiéndose previsto una capacidad de acumulación de sedimentos de $6,59 \times 10^6 \text{ m}^3$ correspondiente a la estimación de 40 años de sedimentación. En 1989 el volumen de sedimentos llegaba a la cifra de $10,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ y seguía aumentando a pesar de los dragados.

Se han tomado las siguientes medidas: Remover $9,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ mediante excavación y dragado. Disponer una presa de control, seguida de otra de separación en la cola del embalse. En la primera de estas presas se retienen los elementos más gruesos que se dragan periódicamente. Los limos retenidos en la segunda presa se evacúan aguas abajo de la presa por un túnel by-pass.

3.2.5 Control de los sedimentos en China

El profesor Shen de China se refirió a los problemas de la sedimentación en los embalses en China. En este país existen 82.000 embalses con una capacidad total de $450,4 \times 10^9 \text{ m}^3$. Según datos del Ministerio de Recursos Hidráulicos el área total erosionada era de $1,8 \times 10^6 \text{ km}^2$, del territorio. La erosión de los suelos en el norte y el noroeste de China, en las cuencas de los ríos Amarillo y Hay producen una sedimentación importante en los embalses. Según datos observados en 1981 la sedimentación en 230 embalses de capacidad superior a los $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ era de $11,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ lo que significa un 14,2% de la capacidad total de estos embalses. La velocidad de la sedimentación era también muy alta, estimándose una pérdida de capacidad del 2,3% al año.

Se está haciendo un gran esfuerzo entre los ingenieros y científicos para hacer frente a este problema.

Los métodos para controlar la sedimentación en China han tenido:

- ▼ El desarrollo de la conservación de suelos de la cuenca aguas arriba del embalse. El área protegida alcanza el 30% del área afectada por la erosión, pero queda un largo camino por recorrer.
- ▼ Una explotación razonable de los embalses. Se trata no sólo de regular el agua sino también de regular los limos, lo cual afecta también al diseño.
- ▼ Dragados en los embalses pequeños.
- ▼ Recondicionar los embalses para evacuar los sedimentos.

Es aconsejable considerar la cuestión de la sedimentación en el momento de proyectar los embalses, sin olvidar la conservación de suelos en la cuenca.

3.2.6 Medidas contra la turbidez del agua

K. Baba de Japón dio cuenta de la experiencia del embalse de Ikehara con una capacidad de $338 \times 10^6 \text{ m}^3$ y una presa de 111 m. de altura terminada en 1964. Al pie de este embalse se ha construido una central subterránea reversible equipada con una potencia de 350 MW.

Inicialmente las aguas del embalse eran claras y transparentes. A partir de 1989 la deforestación, las excavaciones para la construcción de carreteras y los deslizamientos de laderas ocasionados por los tifones dieron lugar a una turbidez persistente en las aguas.

En general, en un embalse térmicamente estratificado es posible tomar agua de diferente densidad aprovechando las diferentes densidades del agua del embalse según la profundidad, seleccionando apropiadamente las profundidades de las tomas. Establecer tomas superficiales utilizado este principio, evitando tomar el agua de estratos de mayor densidad en los que el agua turbia de mayor densidad ha entrado.

Según la experiencia del embalse de Ikehara puede decirse que establecer tomas de agua superficiales es una medida eficaz contra la turbidez persistente, si se hace una explotación adecuada

en un gran embalse en el cual se ha formado una estratificación térmica.

3.2.7 Segundo debate

Canali de Brasil hizo referencias a la observación hecha por el Relator General en el sentido de la escasez de métodos para el control de la sedimentación en embalses grandes. En Itaipu se han tomado medidas preventivas. Se ha expropiado una franja de terreno y se está procediendo a su reforestación. Esta operación está realizada en su 80%. Se ha estimado que el 98% de los sedimentos que entran en el embalse proceden del área donde aún no se ha completado la reforestación.

Preguntó si las técnicas de control remoto están suficientemente desarrolladas para emplearlas en el control de los embalses.

Petry dijo que se están utilizando para detectar que tipo de depósitos hay en los embalses. Comentó la precisión de las fotografías desde satélites y aéreas y llamó la atención sobre una contribución polaca a la Q.69 relativa a la fotografía aérea.

L. Timblin de Estados Unidos resumió las consecuencias ambientales de la sedimentación de los embalses en las siguientes:

- ▼ Pérdida de hábitats para los peces.
- ▼ Pérdida de claridad del agua que da lugar a la degradación en la ecología acuática.
- ▼ Cambios en la fertilidad del suelo.
- ▼ Creación de llanuras de lodos que pueden producir contaminación atmosférica.

Señaló que los sedimentos tomados de los embalses pueden utilizarse en la construcción de nuevos hábitats.

Como cierre del debate, Shen de China expresó que el problema de la sedimentación de los embalses es muy complejo y que se le debe dedicar mucha más atención.

3.3 CUENCA FLUVIAL AGUAS ABAJO DE LOS EMBALSES

3.3.1 Vertidos en la presa Oanob con fines ecológicos

N.P. du Plesis de Sudáfrica presentó el caso de la presa de Oanob en Namibia. Rehoboth está

situada a 90 km. al sur de Windhoen, la capital de Namibia. El río Oanob recoge las aguas de las montañas de Khomas Hochland y corre en dirección Este, justo al Sur de Rehoboth. La presa de Oanob está situada 5 km. al Oeste de Rehoboth y tiene una capacidad de 35×10^6 m³.

Antes de la construcción de la presa el suministro de agua de Rehoboth procedía de los acuíferos aluviales del río Oanob. El acuífero aguas arriba está 5 km. aguas abajo de la presa y sigue al río 5,5 km.; el de aguas abajo sigue los 16 km. siguientes. Ambos están separados por una barrera geológica. La mayor parte de los sondeos para la obtención de agua están ubicados en el acuífero de aguas arriba. En las planicies adyacentes al río se encuentra uno de los mejores bosques de "acacia erioloba" de Namibia.

Durante la fase de construcción de la presa se percibió que el cierre del río podría afectar a la vegetación ribereña de aguas abajo, especialmente al bosque de "a. erioloba". Se inició un proyecto de investigación a largo plazo con el fin de formular una política de desagües que mitigue las posibles condiciones ambientales adversas. De esta investigación resulta que los árboles de la especie a. erioloba son aproximadamente de la misma edad y su germinación coincide con el periodo de grandes lluvias ocurrido en 1892-93, veinte años antes de establecerse Rehoboth. Se ha observado falta de plantones y árboles jóvenes de dicha especie en la zona cercana a la ciudad, lo que significa que si los árboles existentes mueren el bosque se perderá. Las investigaciones de campo han puesto de manifiesto que la actividad humana: pastoreo, utilización de la madera como combustible, recogida de miel, etc. es muy perjudicial para el bosque. La profundidad del agua en los acuíferos es decisiva para los árboles al ser el único suministro que tienen durante las sequías.

Se han llevado a cabo dos desembalses en agosto y septiembre de 1993 y en Junio de 1994. En ambos se desaguaron unos $2,5 \times 10^6$ m³; es decir el 10,6% y el 12,1% del agua embalsada en cada momento. En ambas ocasiones hubo un rápido aumento del nivel del agua en el acuífero seguido de un paulatino descenso a lo largo de varios meses.

Los resultados preliminares de esta investigación a largo plazo son:

a) La actividad humana y ganadera produce un impacto mayor en el bosque que el cierre del río en el acuífero de aguas arriba. En el acuífero de

aguas abajo la influencia de las actividades mencionadas es menor, pero la recuperación del acuífero ha sido más lenta.

b) Los árboles del acuífero de aguas arriba no están necesitados de agua. Los del de aguas abajo sí. Esta falta no se debe necesariamente a la presa sino al agotamiento previo.

c) Los futuros desagües de la presa Oanob permitirán la recuperación de los dos acuíferos, que al no ser explotados, será permanente.

3.3.2 Gestión de embalses en Francia

D. Duband de Francia se refirió a la gestión de desembalses en relación con la protección del ambiente basado en la experiencia de su país. Cada año se desembalsan 15 de los 450 embalses explotados por E.D.F. por razones de mantenimiento.

Caben distinguir cinco fases, cada una asociada con tipos diferentes de riesgos:

- ▼ Bajada hasta el nivel que aún permita el funcionamiento de las turbinas, que no presenta ningún riesgo particular.
- ▼ Apertura de los desagües bajos, que establece un régimen hidráulico nuevo, arrastrando sedimentos situados inmediatamente aguas arriba de las embocaduras de estos desagües.
- ▼ Vaciado a través de los desagües bajos, con la posibilidad de entradas de agua en el embalse parcialmente vacío, con mezcla repentina de aguas superficiales y profundas.
- ▼ Cuando el embalse es vaciado hasta la cota del nivel más bajo de los desagües en que se vuelve al régimen de su río y los sedimentos al pie de la presa arrastrados por la corriente forman un nuevo lecho.
- ▼ La fase seca, que varía según el trabajo a realizar cuyos riesgos son los asociados con la entrada de caudales en un embalse vacío.

Es de señalar la necesidad de valorar los riesgos y efectos ambientales antes de proceder al vaciado. Las medidas previas son:

- ▼ Levantamientos batimétricos para ver las alturas de los sedimentos delante de los desa-

gües bajos y espesores y situación de sedimentos poco consolidados.

▼ Análisis físico-químicos para establecer el contenido de barro del agua y la cantidad de materia orgánica.

▼ Análisis granulométricos.

▼ Análisis dinámicos para dar una idea precisa de la proporción de contaminantes que puedan ser liberados y el consumo de oxígeno disuelto por g. de sedimento.

Mencionó una serie de medidas correctivas que pueden reducir los efectos a corto y largo plazo del vaciado de un embalse.

3.3.3 Requisitos de los caudales de aportación

W. Rowlston de Sudáfrica disertó sobre la valoración de las condiciones de los caudales de aportación en los ríos de su país.

Los ríos necesitan agua para su propio mantenimiento. El condicionamiento de los caudales de aportación es la articulación de las necesidades de agua de un río para mantener su función como un ecosistema.

En la pasada década el Departamento de Recursos Hidráulicos consideró que el agua que necesitan los ríos debería ser tratada lo mismo que la de otros usuarios. En consecuencia ha desarrollado una metodología con el fin de cuantificar esas necesidades. La metodología comprendía la identificación de aquellas partes del régimen de caudales naturales históricos que habían formado los cauces y las zonas ribereñas y cuales eran esenciales para mantener en buen estado la flora y la fauna en ellas. Esto supone profundizar en el conocimiento del carácter hidrológico, hidráulico, geomorfológico y biológico del río.

La primera fase fué reunir información del río a considerar e identificar el estado futuro deseado. En la segunda fase un grupo de científicos considerando los datos de la primera fase, diseñaron un régimen de caudales modificado para el río, los resultados fueron caudales mínimos y máximos mensuales. Una tercera fase consistía en comprobar si los recursos hidráulicos permitían o no cumplir los requisitos impuestos en los caudales. Si no era así se busca una solución de compromiso.

3.3.4 Caudales mínimos

L. Berga de España hizo una presentación de la valoración hidrológica para la selección de los caudales mínimos a desaguar por las presas.

En su país se ha elaborado una estrategia de gestión global para hacer compatible el uso del agua con las necesidades de las comunidades acuáticas. Esta está basada en:

- ▼ Caudales máximos y mínimos en condiciones normales de explotación.
- ▼ Caudales de avenidas.
- ▼ Variación de caudales
- ▼ Calidad del agua

El caudal mínimo es un factor clave. En el establecimiento de las condiciones de los caudales entrantes se han empleado tres métodos:

- ▼ Métodos hidrológicos, basados en el estudio de los datos registrados.
- ▼ Métodos hidráulicos, basados en el hábitat físico característico del cauce.
- ▼ Métodos ecológicos que combinan las características físicas del hábitat con las preferencias de hábitat de especies dadas para determinar el hábitat disponible para un intervalo de caudales.

3.3.5 Inundación controlada de llanuras

J. Jordaan de Sudáfrica se refirió a inundaciones controladas por desagüe de presas, presentando el caso de la presa de Pongolapoort en Kwazulu-Natal, Africa del Sur.

En la vega inundable de aguas abajo unas 70.000 personas dependían de los ricos recursos naturales proporcionados por este ecosistema. Los habitantes habían ocupado la zona desde 1.650 y habían desarrollado intrincadas estrategias para utilizar estos recursos. Estas cuestiones no se habían tenido en cuenta al proyectar la presa. Al terminarse esta se cambió el régimen natural de caudales.

La situación empezó a resolverse en 1.984, cuando un ciclón hizo pasar en un solo día del 13 al 84% el llenado del embalse, permitiendo empezar a hacer aportaciones artificiales aguas abajo de la presa. Desde entonces se ha empezado un

proceso de negociación que ha conducido a producir avenidas artificialmente con buenos resultados.

Lo aprendido en Ponglapoort indica que es posible gestionar una vega inundable de manera aceptable mediante avenidas producidas artificialmente, haciendo las cosas mediante acuerdos negociados.

3.3.6 Debate

L. Timblin hizo la observación que en el Oeste de los Estados Unidos se han producido daños en las zonas de freza por vertidos de agua a baja temperatura que hubieran podido evitarse.

Kasi de Pakistán y Shenouda de Egipto mostraron sus reservas en magnificar los efectos aguas abajo que podrían impedir proyectos interesantes en países en desarrollo. En el caso de Asuán los efectos aguas abajo se están controlando satisfactoriamente, pero si se hubieran considerado antes, no se hubiera llevado a cabo el proyecto y Egipto hubiera padecido hambre en los años 80.

Moutafis de Grecia señaló otro problema potencial aguas abajo. Hay casos en Grecia de presas construidas en los años 50, cuyos aliviaderos no han funcionado. La gente ha ocupado zonas inundables. Si ahora fuese necesario poner en funcionamiento dichos aliviaderos se tendrían dificultades incalculables.

Se señalan problemas análogos en Argentina y Brasil.

3.4 CALIDAD DEL AGUA

3.4.1 Efectos medidos en La Grande

G. Guertin de Canadá se refirió a las modificaciones en la calidad del agua después del cierre de los grandes embalses del complejo de La Grande, al Norte de Canadá. La temperatura media anual de la región es de -4°C .

Antes de la construcción del complejo hidráulico, no había casi ninguna actividad humana. Unos 10.000 indios "cree" se dedicaban a la caza y a la pesca. Las aguas estaban bien oxigenadas, muy transparentes, poco mineralizadas, bajas en nutrientes y típicamente oligotróficas.

La primera fase de La Grande se completó en 1984. Con ella se ha doblado el caudal medio del río La Grande hasta llegar a 3.400 m³/s.

Diez años después del cierre del embalse La Grande-2, el agua sigue muy clara, hay muy poca erosión y muy pocos sedimentos en suspensión o turbidez.

Desde 1977 a 1982 se ha controlado la calidad del agua en 26 estaciones de toma de muestras, al ritmo de dos tomas al mes en la estación libre de hielos y de cuatro tomas durante el invierno. En 1983 y 1984 se mantuvieron las dos tomas de muestras durante el verano y se redujo a una en el invierno. Desde 1984 la toma en verano se ha reducido a una al mes. Se han medido los siguientes parámetros: pH, conductividad, color, turbidez, iones, nutrientes, taninos y pigmentos de clorofila.

Los resultados demuestran que las modificaciones han sido poco intensas y que, en una proporción muy grande del volumen total de los embalses, la calidad del agua es la adecuada para la proliferación de la mayor parte de organismos acuáticos. Se sugiere los mecanismos siguientes, para explicar las modificaciones de la calidad del agua después de los cierres.

▼ Primero, la lixiviación de compuestos solubles de los suelos y vegetación sumergidos parece haber jugado un importante papel en el aumento de las concentraciones de fósforo y en el descenso del pH observados inmediatamente después de comenzar el llenado, cuando los procesos de descomposición no eran aún dominantes.

▼ Segundo, la descomposición de la materia orgánica contenida en los suelos y la vegetación inundados causa un consumo de oxígeno disuelto y desprende CO₂, iones y nutrientes como fósforo.

▼ Tercero, se ha observado en todos los embalses un aumento de la biomasa fitoplactónica.

▼ Cuarto, otro factor de modificación es la mezcla de aguas de calidades diferentes que ocurre cuando un río se trasvasa a otro o las aguas de los lagos iniciales son sustituidas por las aportadas por los ríos que los llenan.

Los tres embalses presentan los mismos cambios estacionales en la calidad del agua que antes de los cierres. Presentan dos períodos de estratificación térmica con dos períodos de mezcla. La deficiencia de oxígeno disuelto, resultante de la

degradación de la materia orgánica sumergida, ha sido mayor en invierno, cuando la cubierta de hielo impide el contacto con la atmósfera.

3.4.2 Protección de la flora y la fauna

P. Royet, de Francia, habló de la gestión de la calidad del agua en relación con la flora y la fauna.

Dio cuenta de las investigaciones llevadas a cabo en embalses del Suroeste de Francia y de algunas medidas empleadas para mejorar la calidad del agua.

El dragado de sedimentos aumenta la cantidad de agua libre y disminuye la carga de nutrientes internos. En el dragado del lago León en Francia se han medido y detectado algunas dificultades relacionadas con el dragado:

▼ Alto contenido de agua (95%) que tiene que ser reducido para poder palear el material.

▼ Necesidad de evacuar los elementos nutrientes contenidos en el agua intersticial de los sedimentos y las concentraciones de nitrógeno orgánico y amonio, que fueron, respectivamente, 20 y 50 veces las del agua libre.

▼ La necesidad de derivar fuera del lago estas aguas.

▼ El escaso valor agronómico de los sedimentos extraídos, a pesar de tener alguna capacidad como fertilizantes.

Mencionó otras posibles medidas concluyendo que, en cualquier caso, las medidas deben ser:

▼ Bien adaptadas al problema limnológico propuesto.

▼ Ser viables técnica y financieramente.

▼ Efectivas en relación con el esfuerzo técnico y financiero a realizar.

▼ Libres de cualquier reacción no deseada e irreversible.

Para asegurar la eficiencia a largo plazo es esencial reducir la cantidad de nutrientes aportados por la cuenca.

3.4.3 Índice de eutrofización

L. Ortega, de España, cita el desarrollo de un nuevo índice de eutrofización de los embalses, basado en la distribución vertical del oxígeno disuelto, que tiene en cuenta el porcentaje de saturación, la temperatura y la presión. Se ha utilizado

en el estudio de 24 embalses de la Confederación Hidrográfica del Ebro, en un período de 2 años.

3.4.4 Modelo de calidad del agua

T. D. Timm, de Sudáfrica, dio detalles de un modelo que se ha desarrollado para predecir la calidad del agua en un embalse propuesto en el río Olifants, que forma parte del sistema de abastecimiento de agua al gran Pietersburg. El modelo hidrodinámico, llamado CE-QUAL-W2, hace la simulación con la temperatura del agua, el total de sólidos disueltos y una estimación del régimen de oxígeno disuelto. Las características adoptadas para el embalse han sido: capacidad total 290×10^6 m³, capacidad no aprovechable 90×10^6 m³ y demanda total de agua 70×10^6 m³.

En un período de simulación de 5 años, la concentración total de sólidos disueltos ha resultado ser entre 470 y 850 mg/l. La temperatura del agua en superficie varía de 12 a 23°C, con una estratificación térmica máxima durante el verano. Se encuentran condiciones anaeróbicas en los estratos inferiores cerca de la presa. Esta información ha sido utilizada en el diseño de los desagües.

3.4.5 Investigación del impacto aguas abajo

J. L. Van Der Westhuizen, de Sudáfrica, describió un programa de investigación que se ha iniciado en 1.986 sobre los ríos del Parque Nacional Kruger para establecer las necesidades de agua en calidad y cantidad del ambiente natural acuático.

Algunos planteamientos son similares a los de estudios para otros usuarios del agua. Sin embargo, es de señalar que recientemente se ha aceptado que el medio acuático tiene otro papel en la calidad del agua. La biota acuática a través de sistemas de cadenas alimentarias, ciclos de nutrientes, producción de biomasa y producción de oxígeno producen un servicio a la calidad del agua resolviendo una variedad de problemas que prevalecerían si los sistemas bióticos no funcionan de modo sostenible.

La comprensión del papel de la biota acuática requiere la consideración integrada del efecto de los cambios en el hábitat. Las técnicas de medición están siendo desarrolladas y comprobadas, pero la capacidad predictiva en relación con algu-

nas variables está lejana aún, de suerte que la investigación debe continuar.

3.4.6 Debate

A. Gowan, del Reino Unido, citó un ejemplo en Escocia donde la reforestación ha producido un impacto negativo en la calidad del agua de un embalse. El crecimiento de algas ha producido toxicidad y en dos ocasiones ha sido preciso suspender el suministro de agua.

L. Timblin llama la atención sobre las ventajas que supone disponer de medidas en períodos de tiempo largos. A este respecto, se refirió a un caso en Colorado, donde un lago se ha utilizado como depósito inferior de la central de bombeo de Twin Lakes. Las aguas de este lago se deterioraron poco después de poner en funcionamiento la central. Naturalmente, se atribuyó a la central este deterioro. Los resultados de mediciones hechas en un largo período permitieron demostrar que la degradación se había producido por las naturales fluctuaciones de las aportaciones y los efectos de residuos mineros.

3.5 Conclusiones

El relator general, profesor Petry, resumió los debates mantenidos en las sesiones sobre los cuatro temas propuestos.

Ha quedado clara la conveniencia de hacer participar seriamente al público en general a lo largo de todas las fases del proyecto. Se ha puesto de manifiesto la importancia y utilidad de los Estudios de Impacto Ambiental, que deben iniciarse desde las primeras fases del proyecto y prolongarse a lo largo de las demás. Se considera necesario que la gestión del ambiente se haga de manera integral refiriéndola a las cuencas completas.

La sedimentación en los embalses es un problema importante. Se ha demostrado en la práctica que en los procesos de control de la sedimentación surgen dificultades considerables de distinta índole. Es conveniente considerar estas dificultades desde el comienzo de la planificación, así como en el proceso de ejecución controlando el transporte de los sedimentos y anotando las condiciones de los casos reales.

La protección de los ecosistemas aguas abajo de las presas es una cuestión multidisciplinar. Se ha insistido en la conveniencia de hacer observa-

ciones a largo plazo para comprender mejor los procesos. También se ha destacado la necesidad de tener en cuenta y valorar los diferentes usos del agua.

La calidad del agua es una cuestión de importancia capital para el ambiente. Ha de tenerse en cuenta en el control de la calidad del agua en un embalse el hecho que en él confluyen las aguas procedentes de toda la cuenca y, por consiguiente está sometida a influencias muy diversas, lo cual supone la necesidad de evaluar muchos parámetros físicos, químicos y biológicos.

Como conclusión, Petry señaló las siguientes necesidades urgentes para el futuro:

- ▼ Desarrollo de la ciencia y tecnología en cuestiones ambientales.
- ▼ Desarrollo efectivo de los Estudios de Impacto Ambiental.
- ▼ Establecimiento de pautas prácticas para los proyectos de embalses.
- ▼ Sistematización de los datos relativos a aspectos ambientales.
- ▼ Recopilación sistemática de datos sobre la eficacia de las medidas correctoras.
- ▼ Clasificación por niveles de resultados ambientales (esperables, requeridos y corregibles) que pudieran ser la base de pautas y criterios para futuros proyectos.

4. PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA

La participación española en la Q.69 ha sido importante en cuanto al número y calidad de los informes presentados y a las intervenciones en los debates de las sesiones del Congreso dedicadas a esta cuestión.

Los trabajos presentados han sido los siguientes:

- ▼ R.15 J. Mora Alonso Muñoz. "Determinación de caudales mínimos en ríos regulados. La situación española".
- ▼ R.16 J. Dolz, J. Puertas, E. Herrero. "Alteración de la temperatura del agua aguas abajo de un embalse. El caso del río Ebro".
- ▼ R.17 J. Ezcurra Cartagena. "El embalse de La Fuensanta: un embalse con impactos negativos en 1.932 y efectos benéficos confirmados en 1.992".

▼ R.18 J. Fernández-Madrid, F. Girón. "La presa de La Laguna de las Yeguas. Una corrección de impacto ambiental a 2.900 m".

▼ R.19 J. M. Sánchez Guzmán, J. M. Rodríguez Cabellos. "Medidas para corregir el impacto sobre las aves acuáticas producido por la explotación del embalse de Orellana, Extremadura".

▼ R.20 J. L. Uceda, R. Romeo, A. Palau, M. Berjes. "Efectos principales del llenado de un gran embalse después de su total vaciado".

En cuanto a la participación en los debates es significativo, por el grado de interés que significa, el hecho que de un total de 10 intervenciones seleccionadas, según las nuevas normas para el desarrollo de las sesiones del Congreso, 2 hayan correspondido a España. Lo mismo ha ocurrido con las intervenciones preparadas que de 14, 3 han correspondido a nuestro país.

Es de anotar el trabajo presentado por Gregorio Olan, Pedro Zubía y César Gabiola en relación con el diseño de la presa Mape, en Vizcaya. La cuenca de este río es una subcuenca de la del Urdaibai, designada en 1.994 por la UNESCO como "Reserva de la Biosfera", por presentar varios sistemas naturales de extraordinaria importancia y aceptable nivel de conservación, como el sistema estuarino, el sistema cástico con encinar cantábrico, además de varios yacimientos arqueológicos.

El objetivo de la presa ha sido paliar la necesidad del agua y disponer de un caudal ecológico fundamental para la cuenca principal y por otra parte recuperar la subcuenca del río Mape. Por otra parte ha de conseguirse un uso recreativo del lago artificial creado por la presa y la realización de un plan de regeneración forestal de la subcuenca.

Las decisiones más significativas relacionadas con los objetivos señalados han sido las siguientes:

- ▼ Desestimación de canteras de buena calidad existentes dentro de la reserva por el fuerte impacto ambiental que produciría su explotación.
- ▼ Utilización del propio vaso como zona de cantera y recuperación de la parte no sumergida.
- ▼ Tipología de la presa: escollera con pantalla de hormigón por la posibilidad de dejar un talud visto reforestable. ●

Informe	Pais de los autores	Proyecto/cuencas	ASPECTOS CONSIDERADOS					FASES			OBSERVACIONES	
			Generales	Socio Económicos	Geo-físicos	Calidad del agua y flora	Fauna	Clima	Proyecto	Construcción		Explotación
R.1	Eslovaquia	Ocho embalses. Diferentes cuencas	★	★						★	★	Caso de embalses en explotación desde el periodo 1954-1975. Comparación entre los objetivos e impactos previstos y reales. Resultados positivos y beneficios adicionales.
R.2	Alemania	Embalse de Kleine Kinzig (14x10 ⁶ m ³). Río Kleine Kinzig	★					★		★		Mejora de las normas de explotación del embalse de fines múltiples, incluyendo caudales aguasabajo para control de los impactos.
R.3	Alemania	Embalse de Glanbach (15x10 ⁶ m ³). Río Zwickauer Nulde.			★			★				Observaciones y estudios para la rehabilitación del embalse; limpieza de lodos; acondicionamiento de las riberas; rehabilitación de la presa; control de la contaminación.
R.4	India	Embalse de Ramgariga (2.5 Km ²). Río Ramgariga (3.100 Km ²).	★	★		★		★		★		Aprovechamiento de usos múltiples. Objetivos socio-económicos conseguidos. Impactos positivos. Parque nacional de Corven. Impactos negativos temporales durante el llenado.
R.5	Corea	Embalse de PaIdang (244x10 ⁶ m ³). Río Hanu (23.600 Km ²).			★			★				Modelo matemático de las filtraciones antes y después del embalse.
R.6	Corea	Varios embalses y ríos de la cuencia del río Hanu		★			★					Observación y análisis de los efectos del llenado del embalse sobre: transporte de sedimentos; variación de caudales y condiciones meteorológicas.
R.7	Suiza	Embalse de Huzzone (87x10 ⁶ m ³). Cuencia de Val Blenis (100 Km ²).		★					★			Medida de transporte de sólidos, levantamientos, toma de muestras, medicas de corrientes. Efecto de la explotación del desague de fondo.
R.8	Corea	Embalse de Baecheong (790x10 ⁶ m ³). Río Kensu.		★				★		★		Estudio de la degradación del cauce aguas abajo del embalse. Empleo del modelo HEC-6. Comparación con los resultados.
R.9	Rumania	Embalse de Hecril Nori (20x10 ⁶ m ³). Río Damborita.		★				★		★		Previsión de los efectos del embalse en la capa freática. Proyecto y construcción de un sistema de drenaje periférico para el control de las variaciones de las filtraciones subterráneas.

Informe	Pais de los autores	Proyecto/ cuenca	ASPECTOS CONSIDERADOS				FASES			OBSERVACIONES
			Generales	Socio- Econó- micos	Geo- físicos	Calidad del agua y flora	Clima	Proyecto	Construcción	
R.10	Polonia	Embalse de Wlochanuere (400x10 ⁶ m ³) Río Vistule.			★	★	★	★	★	Consecuencias económicas positivas sobrepasando las previsiones; accidente debido a la acumulación de lino.
R.11	Polonia	Embalse de Rulejour (70x10 ⁶ m ³).			★	★	★	★	★	Experiencia en la biomani- pulación para el control de la formación de algas. Empleo de teledetección. Efectos del nivel del agua en los bordes.
R.12	Eslovenia	Embalse de Marlice			★	★	★	★	★	Compensación de la pérdida de lugares de reproducción de peces mediante un canal de presa. Efectos positivos sobre la vida piscícola.
R.13	Zimbaue	Varias presas en proyecto y construcción. Cuenca del Zambeze.	★				★	★	★	Presas construidas en los años 60: Kariba, Kaitue, Cabora Bassa. Proyectos recientes. Desarrollo de interés público. Comunicación con el público en general.
R.14	Canada	Aprovechamiento de La Grande. Río La Grande.			★	★	★	★	★	Informe detallado del segui- miento de las características químicas y biológicas del agua de los embalses. Mo- dificaciones temporales de la ictiofauna.
R.15	España	Diferentes cuencas	★				★	★	★	Información sobre la regla- mentación española sobre caudales aguas abajo de los embalses. Caudales mínimos y necesidad de mejoras.
R.16	España	Sistema compuesto por 3 embalses. Cuenca				★		★	★	Seguimiento de la tempera- tura del agua en los embalses y aguas abajo de los mismos. Identificación de los mecanismos térmicos mediante ecuaciones de balance calórico.
R.17	España	Embalse de la Fuensanta. Río Segura.		★				★	★	Embalse en explotación desde 1.931. Aceptación social con el paso de los años. Beneficios socio-económicos complementarios.

CIENCIA Y TÉCNICA DE LA INGENIERÍA CIVIL

Informe	País de los autores	Proyecto/ cuenca	ASPECTOS CONSIDERADOS				FASES				OBSERVACIONES	
			Generales	Socio Econó- micos	Geo- físicos	Calidad del agua y flora	Clima	Proyecto	Construcción	Explotación		Comparaciones
R.18	España	Laguna de las Yeguas. Lago de origen glaciar (0,3x10 ⁶ m ³).		★	★							Rehabilitación después de 25 años de explotación. Acondicionamiento al paisaje. Trabajos de construcción casi terminados.
R.19	España	Embalse de Orellana (800x10 ⁶ m ³). Cuenca del Guadiana				★						Informe de los estudios y proyectos destinados a la protección de las aves acuáticas. Criterios de proyectos. Descripción de los trabajos.
R.20	España	Embalse de Santa Ana (237x10 ⁶ m ³). Río Noguera-Ri bagozana.		★					★			Informe de las consecuencias del vaciado del embalse (y su posterior llenado). Modificaciones temporales (reversibles) de las propiedades físico-químicas y biológicas del agua.
R.21	Francia	Varios embalse del EDF. Cuencas del Sena y el Loira.		★					★			Casos de una decena de embalses puestas en explotación en el periodo 1.951-1.990. Impactos socioeconómicos favorables; turismo; ocio.
R.22	Francia	Embalses en el Durance, Verdon y Ródano			★				★			Informe general sobre la restauración y el control de la eutrofización de embalse de poca profundidad y profundos. Experiencia de EDF. Métodos de control.
R.23	Francia	15 Embalses en diferentes cuencas			★				★			Informe general de la experiencia de EDF en operaciones de vaciado. Resultados del seguimiento de la calidad del agua y de la limpieza de sedimentos.
R.24	Paquistán	Embalse de Tarbele (14x10 ⁶ m ³). Río Indo.								★		Caso de un aprovechamiento de usos múltiples. Informe de los efectos sobre el ambiente (globalmente positivos). Sedimentación y medidas para la conservación de suelos en la cuenca.
R.25	Países Bajos	Aprovechamiento del Zuiderze (5.000 km ²). Aprovechamiento del Delta (4.000 km ²).								★		Informe de los proyectos de ingeniería hidráulica en regiones costeras y de marismas. Lecciones y desarrollo de un planteamiento integrado del sistema hidráulico.

Informe	País de los autores	Proyecto/ cuencas	ASPECTOS CONSIDERADOS				FASES				OBSERVACIONES	
			Generales	Socio Económicos	Geo-físicos	Calidad del agua y flora	Clima	Proyecto	Construcción	Explotación		Comparaciones
R.26	Japón	Embalse de Dashihira. Río Kurob (660 km ²).		*	*				*	*		Modelos para la puesta a punto de operaciones de evacuación de sedimentos. Previsión de la degradación aguas abajo.
R.27	Japón	Embalse de Miwa. Río Mibu		*	*				*	*		Informe de la sedimentación de embalses en Japón y medidas de control. El caso de Miwa. Estudio de las medidas para el control de la sedimentación.
R.28	Japón	Embalse de Ikehara (338x10 ⁶ m ³). Río Kitayama.			*	*			*	*		Modelo matemático de simulación y construcción de tomas de agua selectivas para el control de la turbidez del agua. Normas de explotación y su mejora.
R.29	Japón	Embalse de Kamatusa (45x10 ⁶ m ³). Río Goishi			*	*			*	*		Control de la eutrofización y de la proliferación de algas en el embalse por aireación, circulación y purificación del agua utilizando algas filamentosas. Progresos tecnológicos.
R.30	Japón	Embalse experimental (12x10 ⁶ m ³).			*	*			*	*		Control de la proliferación de algas por aireación y circulación. Ensayos in situ y en laboratorio. Proyecto de dispositivos para la aireación y la circulación.
R.31	Austria	Lago de Gosau en la región de Saizkammergdt.		*					*	*		Adaptación de la ictiofauna y desarrollo del turismo. 83 años de explotación. Efectos benéficos de la explotación hidroeléctrica del embalse sobre el ambiente.
R.32	Croacia	Tres embalses (2, 11,9; 16,50 km ²). Cuenca del Drave		*					*	*		Efectos de los embalses en las capas freáticas en las llanuras aluviales. Medidas, criterios de proyecto para el control de las filtraciones. Reducción de las filtraciones con el tiempo; beneficio de la estabilización de la capa freática.
R.33	Italia	Embalse de Radracoli							*	*		Metodología para la evaluación de los efectos de los embalses en el ambiente. Índices de calidad, mapas temáticos. Aplicación al caso de la presa de Radracoli.

Informe	País de los autores	Proyecto/cuencas	ASPECTOS CONSIDERADOS			FASES			OBSERVACIONES		
			Generales	Socio Económico	Geo-físicos	Calidad del agua	Fauna y flora	Clima		Proyecto	Construcción
R.34	Chile	Embalse de La Paloma (750x10 ⁶ m ³).	★	★	★	★	★	★	★	★	Informe de los efectos de la explotación hidroagrícola del embalse. Efectos socio-económicos positivos. Eutrofización. Ningún efecto importante en la vida acuática.
R.35	Australia	Embalse de Dartmouth. Cuenca del Murray-Darling	★	★	★	★	★	★	★	★	Informe general de los efectos ambientales del embalse. Buena correlación entre los efectos medidos y su previsión. Recomendaciones sobre las medidas para el control de los impactos
R.36	R.P. China	Proyecto de las Tres Gargantas. Río Yangtze.	★	★	★	★	★	★	★	★	Discusión general de los problemas y soluciones del reasentamiento de la población afectada en base a la experiencia adquirida en Gezhouba y en Danjiangkou.
R.37	R.P. China	Embalse de Lingkou (16x10 ⁶ m ³). Pequeña cuenca de montaña.	★	★	★	★	★	★	★	★	Informe sobre las medidas y efectos sobre el ambiente del embalse en explotación desde 1.958. Recomendaciones para el futuro.
R.38	Italia	Varios embalses pequeños	★	★	★	★	★	★	★	★	Caso de varios embalses para el suministro de agua potable, riego y energía. Beneficios resultantes de las mejoras aportadas a los ecosistemas y a las actividades de ocio.
R.39	África del Sur	Embalses de Swartwater (4.5x10 ⁶ m ³) y Fika Patso (28x10 ⁶ m ³)	★	★	★	★	★	★	★	★	Modelo hidrodinámico para la calidad del agua. Tarado utilizando medidas directas. Diferencias contrastadas en el nivel de los ciclos de mineralización.
R.40	África del Sur	Presa de Wolwedans en el Great Break	★	★	★	★	★	★	★	★	Control de los efectos sobre el ambiente en la región del estuario, mediante desembalses controlados. Gestión integrada del ambiente.
R.41	África del Sur	Embalse de Pongolapoort en el Phongolo	★	★	★	★	★	★	★	★	Gestión de las llanuras inundables mediante desagües controlados. Beneficios para la agricultura y el nivel de vida de la población local. Control de inundaciones.

Informe	País de los autores	Proyecto/ cuenca	ASPECTOS CONSIDERADOS				FASES				OBSERVACIONES	
			Generales	Socio Económicos	Geo-físicos	Geo-Químicos	Calidad del agua y flora	Clima	Proyecto	Construcción		Explotación
R.42	Gran Bretaña	Embalse de Roadford (35x10 ⁶ m ³) en el Wolf.			★					★		Control de la estratificación por aireación. Resultados positivos en la calidad del agua. Coste de las medidas (6% del total).
R.43	Tailandia	Embalse de Rajjprabha. Río Klong Saeng (1.435 km ²).			★					★		Informe de las medidas de los parámetros de calidad del agua aguas abajo del embalse (desde 1.987). Aireación de los caudales desaguados por la central hidroeléctrica para remediar la baja calidad del agua. Resultados positivos.
R.44	Estados Unidos	Embalse de Grindstone Canyon (2x10 ⁶ m ³) Cuenca del Pecos			★					★		Incidente debido a las filtraciones a través de una presa de hormigón compactado con rodillo. Precipitación de COCa/Mg DH aguas abajo. Control de las filtraciones.
R.45	Argentina	Varios aprovechamientos. Región de Comahue. Cuencas del Neuquen y del Umay.	★	★	★	★				★		Informe general de los efectos sobre el ambiente. Aspectos positivos. Necesidad de organizar campañas de información al público. Comunicación de los aspectos positivos y negativos.
R.46	Japón	Lago Biwa (27.5x10 ⁶ m ³) Cuenca de Yodo.				★				★		Desarrollo de obras de protección ambiental en el borde del embalse, playas, arroyos artificiales, plantaciones. Resultados positivos en la población de truchas.
R.47	Estados Unidos	Lago Powell (33.3x10 ⁶ m ³) en el Colorado.			★					★		Estudios relativos a la restauración de las condiciones naturales del río aguas abajo del embalse en lo que se refiere a la vida piscícola. Previsión de los efectos de desagües selectivos del embalse.
R.48	Rusia	Tres embalses (23,8; 0,5; 9,5 km ²). Cuencas del Don, Neman y Da								★		Erosión del cauce del río aguas abajo de los embalses. Comparación entre las observaciones directas y las previsiones.
R.49	Lesoto	Lesotho Highlandas		★							★	Informe y recomendaciones sobre los aspectos socio-económicos y la comunicación con el público en general. Medidas de compensación y desarrollo social.
R.50	Namibia	Embalse de Canob (35x10 ⁶ m ³). Río Canob.									★	Estudios sobre los efectos del embalse en la vegetación de aguas abajo. Consecuencias en la explotación. Observaciones directas en curso.