

CUESTIONES DEL CONGRESO

Q-74: COMPORTAMIENTO DE LOS EMBALSES

Felipe Mendaña Saavedra.
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Vocal del Comité Español de Grandes Presas.

RESUMEN

En el presente artículo se resumen el Informe del Relator General de la Cuestión 74 ("Comportamiento de los Embalses"), así como las Comunicaciones españolas relativas a la misma, presentadas al Congreso de la Comisión Internacional de Grandes Presas, celebrado en Florencia en mayo de 1.997. Finalmente, se comentan también las intervenciones que sobre esta Cuestión tuvieron lugar durante las sesiones del Congreso.

ABSTRACT

A summary of the General Secretary's Report of Question 74 ("Performance of Reservoirs") as well as of the Spanish papers of this subject submitted to the Congress of the International Committee of Large Dams held in Florence (Italy) in May, 1997. Some comments are included on the discussions held during these sessions of the Congress.

1. ANTECEDENTES Y TEMARIO DE LA CUESTION 74

La diversa problemática del embalse ha venido suscitando un gran interés general en los últimos años, por lo que varios Congresos de la ICOLD trataron aspectos concretos de la misma.

Así, en 1982, en Río de Janeiro, La Cuestión 54 trató concretamente de la "Sedimentación de embalses y estabilidad de laderas" y en diversos Congresos pasados se incluyeron otros temas, generalmente relacionados con la conservación medioambiental (San Francisco, 1988, Cuestión 60 sobre "Explotación y vigilancia"; Viena 1991, Cuestión 64 sobre "Presas y medio ambiente" y Durban 1994, Cuestión 69 sobre "Experiencia medioambiental de la explotación de embalses").

Por ello, se consideró conveniente reiterar en Florencia la discusión de la diversa problemática

del embalse en una Cuestión monográfica, la Cuestión 74, cuyo título genérico fue el de "COMPORTAMIENTO DE LOS EMBALSES". Dada la amplitud del mismo, dicha definición se hizo desde un doble punto de vista.

Se indicó primero que los Informes deberían referirse a la experiencia en cuanto a: "Previsiones; observaciones y medidas, y prevención, explotación y medidas correctoras".

En segundo lugar, se especificaba, como es habitual, los siguientes 5 términos de referencia:

- a) Sedimentación (incluyendo los efectos en las estructuras, equipos hidromecánicos, calidad del agua y tramos del río de aguas abajo).
- b) Estabilidad de las laderas del embalse
- c) Fugas a través de las laderas
- d) Pérdidas por evaporación, y
- e) Sismicidad inducida por el embalse

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de marzo de 1998.

Finalmente, como veremos en el siguiente apartado 4, el Presidente, a su vez, propuso otros 4 temas o puntos de vista complementarios, para las discusiones orales.

Las expectativas se cumplieron ampliamente. El elevado número de Comunicaciones presentadas, que alcanzó la cifra de 79, vino a confirmar que el interés general continúa.

Debe señalarse la destacada intervención española, con 11 Comunicaciones presentadas (un 14% del total de las de esta Cuestión 74), lo que indica que, por una parte, se mantiene el índice creciente de intervenciones de los ingenieros españoles en los Congresos Internacionales y, por otra, el particular interés que el tema tiene para nosotros dentro de la problemática tan diversa que presentan nuestras diferentes cuencas.

2. INFORME DEL RELATOR GENERAL

El Relator General, P. Rissler (Alemania) hizo un corto Preámbulo en el que señaló el interés general suscitado, ya que el número de Comunicaciones a esta Cuestión supone más de un tercio del total de las presentadas al Congreso, pese al hecho, ya comentado, de haber sido tratados muchos aspectos en Congresos anteriores.

En general, el Relator se limitó a ordenar y resumir las Comunicaciones remitidas, sin entrar a evaluar unos u otros puntos de vista.

En cuanto al reparto entre los cinco términos de referencia, predomina el de la Sedimentación, con 41 comunicaciones, seguido de los relativos a Estabilidad de laderas (16 comunicaciones); Sismicidad inducida por el embalse (4 comunicaciones); Pérdidas por evaporación (3 comunicaciones) y un resto de Temas varios (7 comunicaciones). En su Resumen, destacó lo siguiente, con referencias a las Comunicaciones presentadas:

2.1. SEDIMENTACION (41 COMUNICACIONES)

▼ Generalidades.

- Régimen de transporte y granulometría (Fórmulas habituales)
- Dinámica de la sedimentación
- Importancia del problema. Por una parte, cita los datos actualizados de la situación en diversos países, algunos con pérdidas anuales medias superiores al 6% (Japón) y destaca los enormes volúmenes manejados por otros (China). Por otra, en un Cuadro nº 2, resume las características de cuencas y embalses a que se refieren las Comunicaciones presentadas por los distintos países, entre los que destaca las Referencias españolas.

▼ Erosión y sedimentación.

- Fórmulas para estimar los aportes sólidos de una cuenca.

- Referencias varias (influencia de la deforestación. Malasia)

▼ Efectos sobre las obras.

- Disminución de la capacidad de embalse.
- Influencia sobre la seguridad de la presa (elevación de la lámina en avenidas).
- Obstrucción de los órganos de desagüe.
- Obstrucción y abrasión de los equipos hidroeléctricos.

▼ Tratamiento de los sedimentos. Equipos.

- Eliminación en vaciado y desagüe del embalse.
- Excavación y dragado.
- Problemas de los vertederos.

▼ Medidas para reducir la sedimentación.

- Acciones en la cuenca.
- Acciones en el embalse: Diques de retención / Galerías de derivación de sedimentos.

▼ Efectos sobre los tramos de aguas abajo.

2.2. ESTABILIDAD DE LAS LADERAS (16 COMUNICACIONES)

▼ Importancia del problema. Cita referencias de varios países, destacando Japón, Nueva Zelanda y España.

▼ Clasificación de los deslizamientos. Menciona la Propuesta de la Comunicación 55, que considera 4 categorías para la definición y el tratamiento de los deslizamientos.

▼ Mecanismos del deslizamiento. Menciona:

- Superficies de deslizamiento.
- Escenarios posibles (llenado/vaciado).
- El caso del "permafrost".

▼ Auscultación de los deslizamientos. Medidas preventivas. Cita las medidas concretas que se mencionan en algunas Comunicaciones, como la de Cortes (España) y Clyde (Nueva Zelanda).

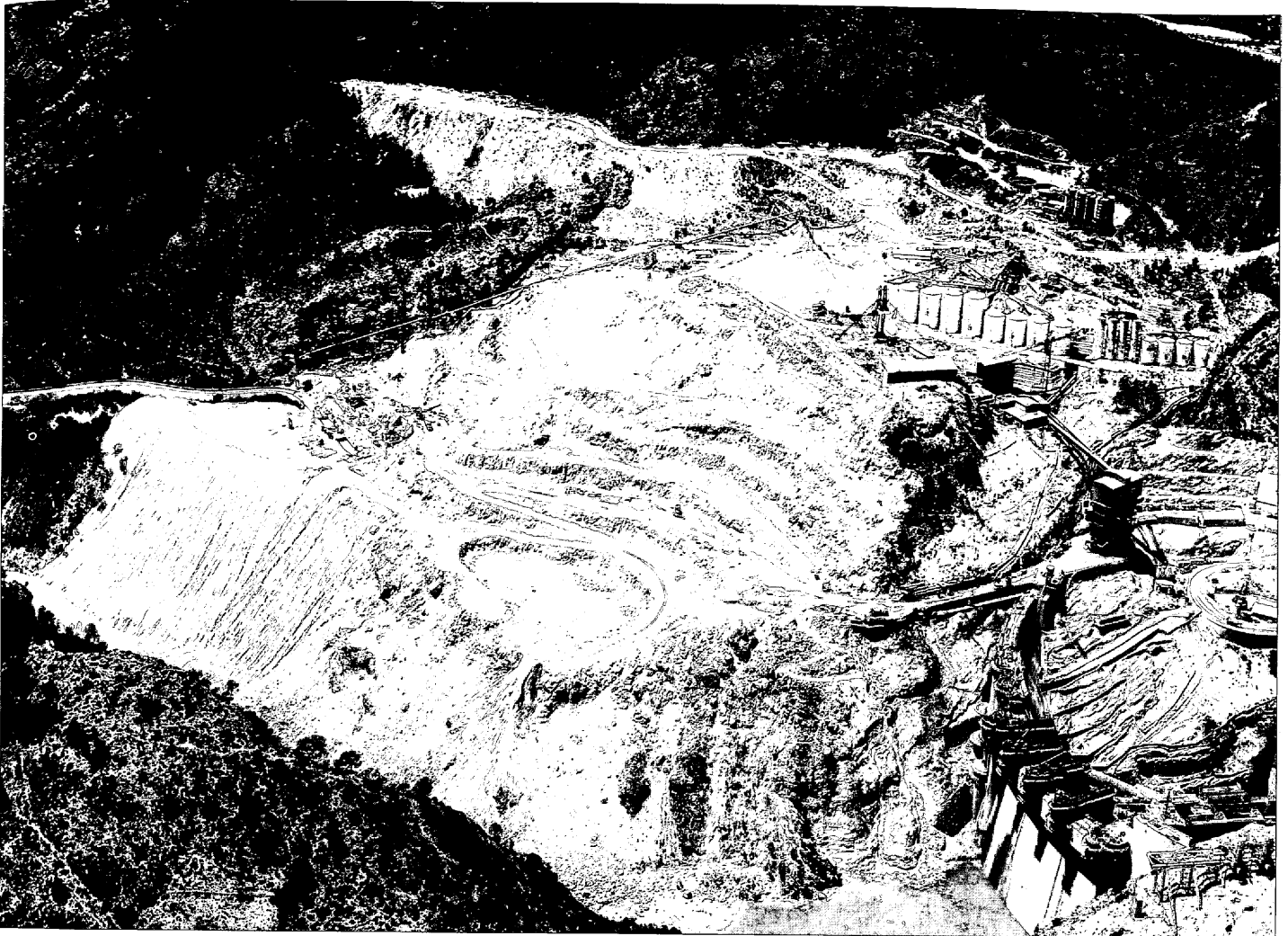
▼ Ondas impulsadas en el embalse.

2.3. FILTRACIONES EN LAS LADERAS (8 COMUNICACIONES)

Presenta un Resumen muy breve de las Comunicaciones relativas al tema, destacando algunos casos especiales (actividades mineras antiguas como la Fernandina España; "Karst", cambio de cauce, etc.)

2.4. PÉRDIDAS POR EVAPORACION (3 COMUNICACIONES)

▼ Métodos de evaluación y Experiencias. Expone datos de áreas geográficas muy diferentes.



2.5. SISMICIDAD INDUCIDA (4 COMUNICACIONES)

Resume brevemente las Comunicaciones presentadas (Cajuru en Brasil; dos embalses en Tailandia y Tarbela en Pakistán).

3. COMUNICACIONES ESPAÑOLAS A LA Q-74

A continuación nos referimos a las 11 Comunicaciones de autores españoles, en el mismo orden adoptado anteriormente para los términos de referencia.

A) SEDIMENTACION DE EMBALSES (7 COMUNICACIONES)

▼ **R.31 M. Serrano Tovar.**- Resume los Métodos de eliminación de Sedimentos. Tras una breve referencia a los problemas existentes en las presas españolas, pasa a describir los diferentes métodos, facilitando referencias mundiales de em-

balses en los que se han utilizado. Ordena dichos métodos en dos grandes grupos: Métodos Hidráulicos y Métodos Mecánicos.

Los Métodos Hidráulicos (Desagüe a través de órganos profundos y Eliminación de caudales densos por los aliviaderos de superficie o desagües intermedios), no son recomendables en países secos, como España, por los importantes consumos de agua que precisan. Son más interesantes los Métodos Mecánicos (dragado, bombas de succión, etc.), dentro de los cuales describe el sistema mixto, empleado en varias presas italianas: se utiliza el desnivel entre el depósito de sedimentos y ciertos orificios existentes en la presa (o en sus compuertas); el material se arranca y mezcla con agua, y el desnivel hidráulico permite circularlo por la tubería hasta dichos orificios de salida, con una pérdida limitada de volumen de agua embalsada.

▼ **R.48. F. Salinas.**- Trata los daños en los equipos hidromecánicos provocados por la eliminación de sedimentos. Distingue primero los proyectos en que dichos daños se han pre-

visto y menciona algunas medidas tomadas para ello en varios proyectos españoles de presas construidas en España y en Túnez. Se refiere después a la amplia casuística de daños imprevistos, siendo uno de los casos más frecuentes la inmovilización de los vanos de las compuertas debido a la abrasión sufrida por el material. Distingue, a su vez, los casos de inmovilización inevitable (cuando ya se ha producido el acodamiento irreversible de las partes móviles) e inmovilización preventiva (cuando se han detectado las primeras dificultades). En este último caso, se debe proceder cuanto antes a la revisión, limpieza y reparación de las compuertas de los desagües profundos, que puede hacerse en seco, usando ataguías mecánicas ("escudos") para cerrar la entrada desde el embalse al desagüe. Describe la tipología general de esas ataguías.

▼ **R.50. J.L. Uceda; H.J. Morlans y F. Salinas.**- Presentan el problema del desagüe de fondo de la presa de embalse de Santolea (río Guadalope, afluente del Ebro), construida en 1933 en la provincia de Teruel. El desagüe de fondo, después de 63 años de servicio, ha de recuperarse y modernizarse, al igual que las instalaciones del aliviadero de superficie, para cumplir la normativa actual.

El desagüe de fondo consta de un canal excavado en la ladera derecha que alimenta 3 conductos metálicos con doble válvula Bureau (de 1,20 x 3,00 m.) alojados en una galería. Los últimos reconocimientos, que vienen haciéndose por el Centro de Estudios Hidrográficos desde 1990, detectaron el relleno total de las secciones de canal inmediatas a la galería. Desechado el vaciado previo del embalse, por su enorme repercusión económica, se decidió hacer la limpieza del canal por dragado, desarrollándose el estudio de cinco posibles variantes de ataguado, bien sea con ataguías de bloques, bien con ataguías de estructura metálica (colocadas antes o después de iniciado dicho dragado), resueltas a su vez en dos alternativas: estructura metálica simple de gran inercia transversal (solución "plana") o bien doble estructura con relleno del interior (solución "caja"). Se exponen las líneas generales de todas estas variaciones.

▼ **R.51. C. Avendaño, R. Cobo, J.L. Gómez Montaña y E. Sanz Montero,** son los miembros del equipo del Centro de Estudios Hidrográficos, que ha tenido la intervención española más destacada en esta Cuestión 74. Describen los dos métodos desarrollados en dicho Centro para la medición rápida "in situ" de los sedimentos en suspensión en las aguas del embalse. Para concentraciones inferiores a los 1,4 g/l usan un turbidímetro, debidamente calibrado. Para concentraciones mayores emplean un matraz, cuyo cuello se calibra para diferentes volúmenes de muestreo. Los resultados han sido muy satisfactorios, tanto por la facilidad de empleo (cada toma requiere unos minutos solamente), como por la precisión conseguida, como se demostró en los trabajos realizados en el embalse de

Barasona (Huesca) con motivo de la eliminación de sus sedimentos, tanto por dragado como por desagüe del embalse.

▼ **R. 52. R. Cobo, E. Sanz Montero, J.L. Gómez Montaña, C. Avendaño y A. Plata Bedmar.**- Exponen los resultados de la determinación de la velocidad de acumulación de sedimentos en el embalse de Puentes (río Segura, Murcia) durante el período 1954-94, llevada a cabo combinando el análisis de los sedimentos con la edad de los perfiles del depósito, medida por la presencia del isótopo 137 Cs. Las aportaciones a nivel mundial del Cesio son bien conocida desde su primera aparición sensible en 1950 hasta la fecha, ya que dependen directamente de la intensidad de las pruebas de armamento atómico (tema estudiado por Ritchie y otros). La determinación exclusiva de la presencia del 137 Cs no es suficiente por una serie de razones, por lo que su combinación con los análisis de los sedimentos resuelve satisfactoriamente el problema, como demostraron en 1995 Cobo y otros. Los autores detallan los estudios realizados (que pudieron contrastar con motivo de las excavaciones realizadas en los sedimentos para la construcción de la nueva presa) y relacionan la evolución de los depósitos con las circunstancias de las diferentes etapas que históricamente se conocen: fenómenos de erosión y distintas modalidades que la explotación del embalse ha tenido que adoptar, según la climatología del prolongado período de explotación, de más de 100 años.

▼ **R.53. C. Avendaño, R. Cobo, E. Sanz Montero y J.L. Gómez Montaña.**- Presentan los datos actualizados de la "Situación de la capacidad de los embalses españoles", que pertenecen, realmente, a 101 embalses sometidos a control.

Los datos se vienen obteniendo por dos técnicas complementarias entre sí: fotogrametría y batimetría. El resultado del análisis permite decir que la capacidad inicial se ha reducido en más del 50% en un 5% de los embalses y, en cambio, no llega al 20% en un 79% de los mismos. Se indican los casos de mayor pérdida anual de capacidad, así como las características de la granulometría típica de cada cuenca.

▼ **R.54. C. Avendaño, E. Sanz Montero, R. Cobo y J.L. Montaña.**-Estudia esta Comunicación la relación entre la sedimentación existente en los embalses españoles y su relación con la cuenca correspondiente. La estimación de la erosión media en las cuencas hidrográficas suele basarse en la evaluación de la sedimentación contrastada en los lagos y embalses de aguas abajo. Así se ha hecho en 60 cuencas españolas, cuyas extensiones alcanzan en conjunto el 15% del territorio nacional. Se dan datos medidos de los depósitos estudiados, señalando que los valores mayores corresponden a las cuencas del Sur y del Guadalquivir.

Como resultado puede establecerse una relación directa entre el depósito de sedimentos y la superficie de la cuenca,

proponiendo un modelo matemático para dicha relación, que permite hacer previsiones futuras en la zona.

B) ESTABILIDAD DE LADERAS

▼ **R.32. A. Foyo y C. Tomillo.**- Tratan los problemas de estabilidad que se plantearon en 3 proyectos españoles, describiendo las características geomorfológicas de las formaciones, a partir de cuyo estudio es posible definir la problemática general de cada proyecto. Se describen: el Proyecto de la Presa y embalse del Pas (Santander), cuyas laderas están formadas por areniscas y argilitas del Cretácico; los deslizamientos y derrumbios de las laderas (calizas kársticas, areniscas y pizarras) del Embalse de Caleo (Asturias) que podrían afectar seriamente a su llenado y, finalmente, las laderas del río Cares en León (terrazas fluvio-glaciares) sobre las que se asienta el canal de un pequeño aprovechamiento hidroeléctrico.

▼ **R.33. J.M. López Marinas; J.M. Gaztañaga y J. Cajete.**- Describen los problemas de los dos corrimientos principales de ladera (Chirel y La Cantera) ocurridos durante el llenado del Embalse de Cortes (río Júcar en Valencia) y control de la evolución de los mismos. Prácticamente, todo el vaso se encuentra en terrenos del Cretácico (alternancias de calizas, dolomías y margas), salvo una zona de cabecera en la que aparece el Terciario. Existen referencias antiguas de deslizamientos en ambos emplazamientos.

El corrimiento de Chirel afectó a un volumen de unos 800.000 m³ de roca que se hundieron en el embalse: su proceso fue muy lento, sin poder precisar cuando se inició. El corrimiento de La Cantera era conocido previamente y se contemplaba como préstamo de escollera para las obras. La superficie de deslizamiento era una capa inferior de marga dolomítica: el control con inclinómetros permitió evaluar el volumen potencialmente afectado, que alcanzaba 5 x 10⁶ m³ de roca. La solución fue excavar el material superior o de cabeza, añadiéndolo a la parte inferior para estabilizarla: se transportaron 600.000 m³ de roca.

C) FILTRACIONES A TRAVÉS DE LAS LADERAS

▼ **R.30. J.L. Uceda, R. Romero y E. Quiles.**- Describen el problema del embalse de Guiamets (Tarragona), cuya cubación útil no ha pasado de 1 hm³ (frente a los 9,2 hm³ teóricos) desde su construcción, en 1971, debido a las enormes pérdidas a través de los estratos kársticos de calizas y dolomías de las laderas en los 400 m. próximos a la presa. Las características geométricas y geotécnicas de la formación les permitieron diseñar una pantalla de impermeabilización de las laderas de esa zona y de la cerrada, con una superficie de unos 50.000 m².

La Comunicación describe detalladamente los reconocimientos geofísicos (en superficie y profundos) que han permitido precisar las características estructurales e hidrogeológicas del terreno, no sólo para dimensionar la pantalla de inyecciones, sino también para iniciar los trabajos de la misma sin tener que vaciar el embalse. Los primeros resultados han sido muy satisfactorios, con admisiones unitarias no muy elevadas si se comparan con las habituales en casos parecidos.

▼ **R.49 M. Vizcaíno y M.A. Gutiérrez.**- Se refieren al problema de las filtraciones del vaso del embalse de Beninar (río Beninar, Almería), emplazado sobre formaciones metamórficas del Paleozoico, básicamente alternancias de calizas y filitas. La superficie del vaso presenta una alta proporción de filitas (localmente conocidas por "launas") que tiene una permeabilidad baja (10⁻⁶ a 10⁻⁷ cm/s). No obstante, desde noviembre de 1982 en que se inició el llenado, se detectaron pérdidas importantes en varias zonas de discontinuidad de la cobertura de filitas. Aparte algunos trabajos de tratamiento local, los estudios para la corrección definitiva del problema se acometieron en 1988, dando una primera solución a base de un manto de filitas, protegido con escollera. No obstante, su ejecución se consideró problemática porque los caudales de ciertos afluentes podrían afectar gravemente a la estabilidad de la obra en ejecución, por cuyo motivo se decidió estudiar otro tipo de soluciones, y entre tanto, combinar la operación del embalse con la del acuífero llamado "Fuentes de Marbella", que usa una capa inferior alimentada por la filtración del vaso de Beninar, explotación combinada cuyos datos técnicos y económicos se detallan.

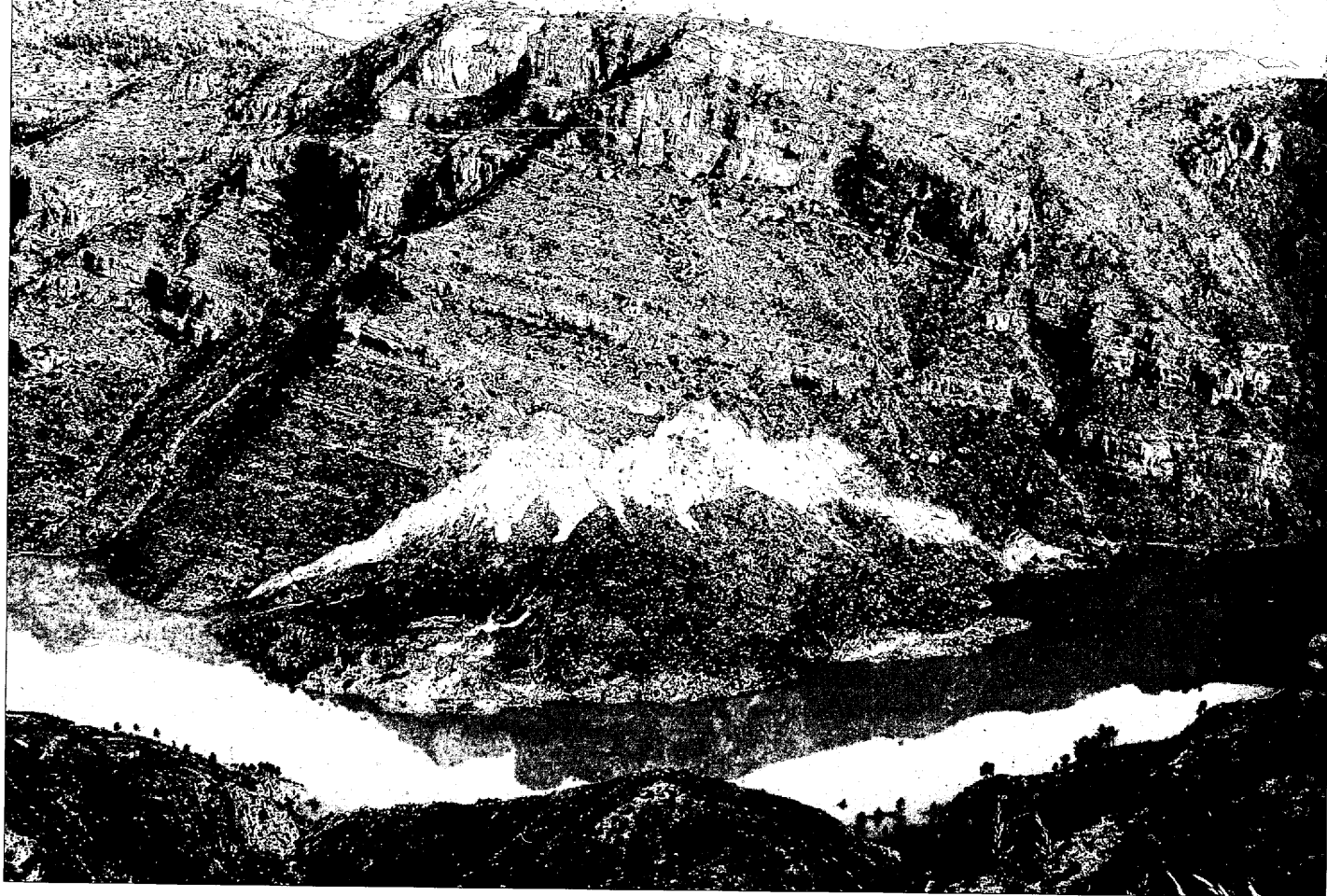
4. DESARROLLO DE LAS SECCIONES

4.1. INTERVENCIÓN DEL PRESIDENTE

El presidente, J.R. Williamson (Sudáfrica) presentó a los miembros de la Mesa para la Cuestión 74 (N.Y. YOON, de Corea, como Vicepresidente; P. RISSLER, de Alemania, Relator General y F. MAUGLIANI, en representación del fallecido P. MOLINARO, de Italia).

Seguidamente, mencionó los otros Congresos que tratan, en parte, el temario de esta Cuestión 74 y a los que, por nuestra parte, nos hemos referido ya en el punto 1 de este artículo. Reiteró la importancia de los temas de referencia (Sedimentación; Estabilidad de laderas; Filtraciones; Pérdida por evaporación y Sismicidad inducida), siendo prueba de ello el interés despertado y el número de peticiones de intervención oral que había recibido la Mesa. Centró el final de su intervención en dos puntos concretos:

a) Elección de los 4 temas complementarios siguientes, propuestos por el Relator General para orientar las intervenciones orales:



- ▼ Experiencia sobre factores ecológicos en las fases de Aprobación (anterior a la construcción) y de Explotación (posterior a la misma).
- ▼ Comportamiento a largo plazo de las estructuras
- ▼ Costes de operación, conservación, reparación y rehabilitación
- ▼ Experiencias acerca de usos múltiples de los embalses

b) Importancia suscitada por la Cuestión 72 sobre el creciente interés del público y de las instituciones de financiación, acerca de los factores sociales y medioambientales de los Proyectos. Dicha Cuestión 72 dio luz también, dentro de los problemas de financiación, a los costes de explotación, conservación y orientación del proyecto, en favor de otros usos múltiples del embalse. Por ello, señaló la conveniencia de dar continuidad a todo ello en las Discusiones que iban a celebrarse.

Esta orientación de la Presidencia no facilitó el desarrollo de la Sesión, como tampoco la elección de los 4 nuevos temas o puntos de vista para orientar las discusiones.

4.2. TEMA COMPLEMENTARIO Nº 1. EXPERIENCIA SOBRE FACTORES ECOLOGICOS EN LAS FASES DE APROBACION (ANTERIOR A LA CONSTRUCCION) Y DE EXPLORACION (POSTERIOR A LA CONSTRUCCION)

En una breve Introducción, el Presidente volvió a insistir en la importancia de los aspectos económicos y financieros de la

Cuestión 72, invitando a discutir sobre ellos. Era evidente, no obstante, que ni las Comunicaciones remitidas sobre la CUESTION 74, ni las Contribuciones a las Discusiones, tenían esa orientación.

Resumiendo lo sucedido en la Sesión, diremos que hubo 6 intervenciones. De ellas, la Fase de Aprobación del Proyecto solamente fue tratada por M.J. Shand (Sudáfrica), que centró el problema principal de su país en la fijación de los caudales ecológicos de aguas abajo, exponiendo la metodología aplicada y el tipo de equipo multidisciplinar de estudio que se utilizó en la presa de SKnifraam (provincia de El Cabo).

Otras cuatro intervenciones se orientaron a temas de la fase de explotación. G. Cesari (Italia) hizo una referencia poco detallada de la gestión medioambiental de la explotación en tres embalses italianos. E. Martínez (USA) expuso la ya conocida nueva política del Bureau of Reclamation sobre la pura gestión del agua, tomando como ejemplo el embalse de Glen Canyon. B. Buff (Alemania) se refirió al Programa de Eliminación de Sedimentos de los 120 pequeños embalses del Estado libre de Sajonia, con una interesante aportación sobre Normas para la clasificación de los rellenos (atendiendo a su potencial contenido contaminante), en 4 grupos, 2 de los cuales tienen previsión de empleo útil en la agricultura y la construcción. Por último, la curiosa intervención de C. Serre (Costa de Marfil) sobre los problemas que la vegetación acuática tropical crea a la explotación, estimando el coste de su eliminación y analizando los métodos apropiados.

La aportación de L. Mills sobre el Control medioambiental de la fase de construcción de la Presa KATSE, en Lesotho (Su-

ráfrica) expuso problemas conocidos de tratamiento de las aguas de las instalaciones de obra, sin novedades dignas de mención. Aparte de ello, era ajena a la definición del tema complementario.

El Relator General se limitó a resumir las contribuciones, pretendiendo justificar la elección del Tema con una referencia a los problemas de "su país". En cuanto a las discusiones, puede decirse que se limitaron a peticiones de aclaración o ampliación de información.

4.3. TEMA COMPLEMENTARIO Nº 2. COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO DE LAS ESTRUCTURAS

Hubo 6 contribuciones y 2 intervenciones preparadas. En general, puede decirse también que la mayoría encajaban mal en el tema, dando la impresión de que éste se eligió sin tener en cuenta el nivel de interés de otros aspectos de la Cuestión, que se evidenciaba claramente al leer las Comunicaciones recibidas. En cualquier caso, hubo aportaciones interesantes que pasamos a citar.

C. Avendaño volvió sobre los estudios de la Comunicación R.54 acerca del "ratio entre volumen de sedimentos y la extensión de las cuencas, contrastados en los embalses españoles. La contribución de R. Romero y J.L. Uceda referente al dragado y vaciado del embalse Joaquín Costa, para reconstruir los desagües de fondo, fue acogida con interés por su total transparencia en la exposición de los problemas planteados en cada fase de los trabajos de eliminación de sedimentos. Por ello, sus recomendaciones para operaciones similares en otros casos, tienen gran interés. La contribución de E.F.A. Snell se refirió al interesante caso de la vieja presa de tierras de Rietrlei, construida en Suráfrica en 1930 con métodos muy elementales y cuya problemática se calificó similar a la de Malpasset, facilitando las propuestas de actuación.

Dos contribuciones más, la de M. Wieland y S. Malla sobre la Presa de Mauvoisin y la de B. Goguel y K. Gurnkumba sobre la de Kariba, se refieren a estudios del comportamiento estructural de las presas bóvedas citadas. En el caso de la primera, refiriéndose a las deformaciones comprobadas antes y después de su recrecimiento y en la segunda, al análisis del hinchamiento lento del hormigón en la margen derecha de la estructura.

La última contribución de W.S. Croucamp se refiere a la sismicidad inducida en el llenado del embalse de Katse (Suráfrica) y la experiencia de los registros de movimientos, grietas, etc. en áreas urbanas próximas, lo cual, ligado a la configuración geológica y al tectonismo y accidentes derivados de la zona, se aprovechará en proyectos futuros en la misma zona.

A las anteriores contribuciones se unieron 2 intervenciones. La de R. Cobo sobre la evaluación rápida "in situ" de la concentración de sedimentos (ya tratada en la Comunicación R.51) aportó los datos más recientes de los trabajos en el em-

balse de Barasona. Interesante también la de J. Strobl sobre el control de filtraciones por medio de un radar térmico de fibra óptica que permite tener sensores de este material en zonas del cuerpo de una presa de tierras para detectar las posibles erosiones internas, que son el máximo riesgo de ruina de estas estructuras.

El Resumen del Relator al término de la Sesión pretendió explicar la falta de nexo entre tema y contribuciones por la "Libertad que los autores habían tenido para elegir sus intervenciones".

4.4. TEMA COMPLEMENTARIO Nº 3. COSTES DE OPERACION, CONSERVACION, REPARACION Y REHABILITACION

La mayoría de las intervenciones se refirieron a los costes derivados de la Sedimentación de los embalses y su tratamiento.

En este sentido, se orientaron las dos contribuciones de la Compañía Nacional del Ródano (CNR). La primera se refiere al embalse de Genissiat, en explotación desde 1948. Tiene un serio problema por las aportaciones del Arve, debidas a la fuerte erosión de la cordillera de Mont Blanc, que suponen cifras medias de 500.000 t anuales. Se dieron datos geotécnicos de los rellenos, de las mediciones de los mismos, de las campañas de dragado (rendimientos y costes medios), comparando sistemas y considerando el sistema mixto de cuchara bivalva pesada (6 m³) con un equipo complementario de transporte por bombeo como el más efectivo. La segunda, relativa a toda la cuenca del Ródano, se refirió a la gestión económica medioambiental según la Normativa del país ("Ley del agua" y "Ley de extracción de áridos" muy ligadas a la conservación del medio ambiente). Es una referencia global de todo el Sistema, señalando las etapas sucesivas de perfeccionamiento, lo que tiene un indudable valor como intercambio de experiencias.

La contribución relativa al Embalse Eggberg, depósito de cabecera de la Central de Bombeo de Säckingen (Alemania) que impulsa aguas del Rhin, cargadas de sedimentos, incluye las normas de vertido de los sedimentos en una zona muy protegida ecológicamente y los costes medios de la gestión global.

La demolición de la vieja presa de bóvedas múltiples de Kernansquillec, construida en 1920, en la Bretaña francesa, dio lugar a una operación combinada de eliminación previa de parte de los 200.000 m³ de sedimentos por dragado de succión, tratada por la contribución presentada por I. Derville y otros, que incluye los costes totales de la operación.

El resto de las contribuciones se refirió a temas diferentes de la sedimentación, destacando la de R. del Hoyo, que presentó los costes derivados de la explotación y mantenimiento de cada una de las 12 presas principales del Sistema de la región gallega de UNION FENOSA, dando detalles de las nor-

mas internas que se han seguido y los ratios correspondientes a compuertas de aliviadero y desagües de fondo.

En su intervención final, el Relator General renunció a comentar las intervenciones, aunque las calificó de difícil aplicación a países no desarrollados y optó por hacer una declaración de las responsabilidades de los propietarios de presas ligadas a los costes que deben afrontar en la explotación. Puede objetarse si era el lugar o el momento de tal declaración, pero creemos interesante resumirla. Fue así:

- 1) Las presas tienen una vida larga: la conservación, reparación o rehabilitación hechas a destiempo pueden llevar a acelerar y agrandar los daños.
- 2) El agua de un embalse tiene una gran energía potencial. El propietario tiene la responsabilidad de la seguridad de las personas y bienes situados aguas abajo. Ahorrar dinero en medidas de seguridad puede tener responsabilidad criminal.
- 3) El embalse es una parte esencial de la naturaleza de la zona. El propietario es responsable de mantenerlo en óptimas condiciones para el bienestar general.

4.5. TEMA COMPLEMENTARIO Nº 4. EXPERIENCIAS SOBRE USOS MÚLTIPLES DE LOS EMBALSES

Este tema había despertado poco interés, como reconoció el Presidente al abrir la Sesión. Sólo hubo dos contribuciones y una intervención preparada. Mencionaremos como singular, aunque meramente descriptiva, la de N. Oxley y otros sobre las cascadas del Nilo Azul, en Etiopía, cerca de la ciudad de Tis Abay.

La poca atención que suscitó el tema 4º era evidente y, en su intervención, el Presidente hizo una entre recriminación y advertencia, sobre el desinterés que los usos múltiples, distintos del objetivo técnico básico, vienen teniendo en los países desarrollados, de donde procedían la práctica totalidad de las intervenciones. Llegó a calificar el potencial de los usos múltiples de los embalses como el elemento básico para frenar la decadencia (sic) que nuestro Sector de la Ingeniería viene sufriendo, debido a las presiones de la opinión pública y, de nuevo, volvió a citar las Comunicaciones e Intervenciones de la Cuestión 72 como la única doctrina que hoy puede salvar la crisis.

Y aquí deberíamos terminar, si no fuera porque la Intervención final del Relator General debe ser comentada. El Relator dijo en su intervención:

- ▼ En los países desarrollados, de clima húmedo y con alta densidad de población, el interés por nuevos embalses ha disminuido, orientando los esfuerzos de la Ingeniería civil a

operar los que existen con un mínimo de coste y un máximo de seguridad.

▼ Por ello, la mayoría de las 79 Comunicaciones (un 60%) se refieren a problemas de Comportamiento y un tercio de ellas vienen de países europeos.

▼ En consecuencia, los proyectos en pleno desarrollo tienen lugar en China, Japón, India y Egipto, siendo la sedimentación el problema principal. A ellos hay que referirse para transmitir la debida experiencia.

Puede decirse que, en líneas muy generales, es cierto que existen estas nuevas políticas. Pero no es menos cierto que algunos países desarrollados, como España, no debieran congraciarse con ellas, ignorando el importante desafío que supone la necesidad que tienen de completar el esquema hidráulico actual, con la construcción de los numerosos embalses residuales. Un buen ejemplo a seguir es el de Japón, país no precisamente subdesarrollado.

Finalmente, el propio Relator General no tuvo inconveniente en reconocer el error de elección de este último tema, y por si no hubiera sido evidente, manifestó literalmente que el tema de los Multiusos "...no despertó prácticamente interés y me parece que la mayoría de los países no le da importancia".

Dada la brevedad del tiempo consumido se admitieron Contribuciones que no encajaban bien en los temas, pero, por otra parte, muy interesantes. Debemos mencionar dos españolas de gran interés: La contribución de J. Saura, A. Argüelles y A. Silgado, se refiere a los resguardos de los embalses de la cuenca del Guadalquivir. Aunque expone la experiencia del control de las avenidas de 1996, ofrece la orientación general dada al problema y comenta el modelo matemático de simulación empleado.

La otra Contribución es de G. Gómez Laá y M. Rubín de Celis sobre la posibilidad de interpretar los hechos naturales por medio de la observación directa combinada con modelos de simulación. Exponen una aplicación de los fenómenos sísmicos de cuencas sedimentarias. La conclusión es que, pese al empirismo que se puede aducir, los resultados son más próximos a la realidad que los procedentes de otros modelos físico-matemáticos. Despertó un gran interés.

Solamente un comentario final, como cierre de este Artículo, para referirnos nuevamente a la significativa participación española en esta CUESTION 74. Si la presencia de los autores españoles fue notable en las Comunicaciones remitidas (11 Comunicaciones del total de 79 que tuvo la Q-74), se mantuvo ese signo en las Sesiones de Florencia, a las que se presentaron 6 intervenciones más. ●