



**BOLETÍN Nº 2-81**

**COMITÉ PERUANO DE GRANDES PRESAS**

**Julio-Agosto 2017**

**EDITORIAL**

Por: Miguel de la Torre S.

**LECCIONES APRENDIDAS DE LAS FALLAS DE LAS PRESAS**

Se puede afirmar que un gran porcentaje de las fallas de las presas se debe a la presencia nociva de flujos de agua superficial y/o subterránea, que no fueron apropiadamente controlados en las fases de diseño, construcción y operación. Así por ejemplo, la falla de la presa Teton (1976, USA) de 100m de altura, empezó con el fenómeno de erosión interna que afectó suelos del dentellón que estaba cimentado sobre rocas fracturadas que no fueron adecuadamente tratadas.

El almacenamiento de agua de una gran presa, posee un enorme potencial de daño, porque al ser liberado puede alcanzar enormes volúmenes de agua e importantes velocidades. Dichas características determinan situaciones catastróficas cuando ocurre la falla de la presa.

*La falla por desbordamiento de la presa Ban Qiao Shimantan (1975, China), causó la muerte de 230,000 personas*

Las principales fallas que afectan a las presas de tierra son:

- a) Deslizamiento de taludes ocasionados por flujos de agua no controlados por ausencia de filtros y drenes en el terraplén de la presa
- b) Agrietamientos en el terraplén por la presencia de suelos de baja resistencia y alta compresibilidad en la cimentación
- c) Fenómenos de erosión interna ocasionados por flujos de agua del embalse a través de sistemas de fracturas no tratadas en la cimentación rocosa.
- d) Ocurrencia del fenómeno de licuefacción en la cimentación de suelos arenosos y/o

limosos de baja densidad y saturados, durante un evento sísmico importante.

- e) Fenómeno de erosión interna a través de tuberías enterradas localizadas en la cimentación de la presa, y que no han sido apropiadamente diseñados y construidos; de manera que el flujo de agua que se establece a lo largo de la tubería posee un gradiente hidráulico que arrastra al exterior partículas de suelos de baja densidad.

Las presas con cara de concreto son afectadas por:

- a) Volúmenes importantes de filtraciones a través de juntas averiadas de la losa de concreto en la cara aguas arriba
- b) Agrietamiento en las losas de concreto por las deformaciones que afectan al relleno de enrocado de la presa

Las presas de concreto son generalmente afectadas por:

- Desbordamiento
- Deslizamiento a través de sistemas de fracturas de la cimentación rocosa

Las presas de relaves son afectadas por los mismos fenómenos que actúan sobre el terraplén de la presa de tierra.

Los fenómenos de erosión interna y licuefacción son los que ocasionan un gran porcentaje de fallas de las presas de relaves.

En el siguiente cuadro se muestran algunos casos de ruptura de presas de relaves (N. Couto, 2017)

AÑO	UBICACIÓN	TIPO DE RELAVE
1994	Merriespruit (Sudáfrica)	Oro
2001	Aguas Claras (Brasil)	Hierro
2007	Mirai (Brasil)	Bauxita
2010	Kolontar (Hungría)	Bauxita
2014	Mount Polley (Canadá)	Oro, cobre
2015	Fundao (Brasil)	Hierro
2016	Dahegon (China)	Bauxita
2017	Tonglushan (China)	Cobre, oro, plata, hierro

Las lecciones aprendidas sobre fallas de presas en el pasado, proporcionan información valiosa para los diseñadores que tratan de garantizar la seguridad de las estructuras.

De lo expuesto se considera que la seguridad de las presas depende principalmente de tres factores:

- Criterios de diseño
- Calidad de construcción
- Mantenimiento y operación

La tendencia actual de diseño está dirigida a emplear criterios probabilísticos, que son más científicos y confiables.

La calidad de la construcción es el factor más importante, porque en la mayoría de los casos, se alteran los cronogramas de construcción y el costo; como consecuencia de compromisos políticos y sociales; lo que ocasiona la afectación de la calidad requerida en las especificaciones de diseño.

De otro lado, el diseñador y el supervisor deben formar parte del grupo de Inspección de las presas, durante el mantenimiento y operación; considerando que ambos poseen conocimientos de los detalles del proyecto.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el Perú se diseñan y construyen anualmente decenas de pequeñas y grandes presas, principalmente en las áreas de minería y agricultura, cuyos manejos requieren del empleo de criterios técnicos y económicos óptimos, para evitar los accidentes e incidentes que ocasionan pérdidas de vidas humanas, bienes materiales y afectan el medio ambiente; sin embargo observamos con preocupación que un regular porcentaje de los proyectos de presas en nuestro país son diseñados y construidos por profesionales que no cuentan con las técnicas apropiadas de ingeniería de presas; lo que determina finalmente el desarrollo de presas y obras hidráulicas deficientes, con un alto grado de inseguridad, que obliga a efectuar diseños ejecutivos para rectificar los defectos y consecuentemente el incremento de costos que afectan la economía del proyecto.

Uno de los principales factores que contribuyen a lo señalado en el párrafo anterior, es la carencia de cursos de presas en la Curricula de las universidades del Perú, que permita la enseñanza por profesionales especializados de las técnicas actuales de ingeniería de presas.

Dicha deficiencia existe también en el campo de la construcción de presas; porque la mayoría de los constructores adolecen del conocimiento de las

prácticas de ingeniería para una correcta construcción de las obras.

Aunque las presas correctamente diseñadas y construidas son generalmente estructuras suficientemente seguras, no se encuentran exentas de un cierto riesgo de falla a lo largo de la vida útil de la obra. Teniendo en cuenta la existencia de dicho riesgo, es conveniente analizar la rotura de la presa (Dam Break) y valorar las consecuencias. Dicho análisis se efectuará para reducir los costos potenciales relacionados con la pérdida de vidas humanas, bienes materiales y afectación del medio ambiente. Para minimizar dichas pérdidas se diseñan y desarrollan Planes de Emergencia, que permitan adoptar medidas de protección de personas y bienes materiales.

Finalmente, es necesario la creación de un organismo del estado como en muchos países, que se encargue de realizar permanentemente inspecciones y monitoreo de las presas, para evaluar su seguridad contra fallas, por la importancia que tiene cuidar las vidas humanas e impedir la pérdida de bienes materiales y la afectación del medio ambiente.

### FALLA POR EROSIÓN INTERNA PRESA TETON



### FALLA POR DESBORDAMIENTO PRESA OROS



### FALLA DE LOSA DE CARA ARRIBA PRESA CAMPOS NOVOS



## RUPTURA PRESA DE RELAVES MT. POLLEY



---

## RÍOS Y HOMBRES

Por: Arturo Rocha Felices

---

*Continuación Boletín Mayo-Junio*

### EL MALTRATO AL ECOSISTEMA FLUVIAL

Desde hace miles de años, y cada vez con mayor intensidad, venimos utilizando los ríos para satisfacer nuestras necesidades a fin de lograr el progreso y bienestar anhelados. Pero, lamentablemente, la agresión humana que sufren los ríos es también cada vez mayor. Las aguas de muchos de los ríos del siglo XXI son muy diferentes a las “Corrientes aguas, puras, cristalinas...” que el poeta describió en sus églogas<sup>1</sup>.

El agua de lluvia es casi siempre pura hasta que entra en contacto con la corteza terrestre y con las acciones humanas. Desde hace siglos, como resultado de la explosión demográfica y la industrialización, los ríos vienen siendo maltratados por el hombre. Los ríos conducen las sustancias contaminantes, de origen humano, minero, petrolero e industrial, de un lugar a otro. Se debe, pues, luchar contra la contaminación y lograr la protección de los sistemas fluviales para que sea más fácil y económico su aprovechamiento.

La contaminación limita fuertemente el uso del agua. En los últimos cien años los sistemas fluviales han sufrido el mayor deterioro desde que el hombre está sobre la Tierra. Se ha producido lo que algunos autores han llamado el “Acoso físico al ecosistema fluvial”.

El deterioro fluvial tiene origen múltiple, según las épocas y las circunstancias. Se manifiesta de muchas formas, entre las que están: la contaminación, la erosión de cuencas, el impacto

---

<sup>1</sup> Garcilaso de la Vega (1501-1536). Poeta español del Siglo de Oro. Combatió con las tropas del emperador Carlos V. Autor de las famosas **Églogas**. “Égloga deriva del griego y significa “seleccionado” o “escogido”. Los griegos la empleaban para designar toda colección de poemas breves a modo de pequeña antología.” (Luis Quintana Tejera Universidad Autónoma del Estado de México).

causado por las obras de ingeniería, la alteración o la interrupción del recorrido fluvial, la extracción de una elevada parte, y a veces la totalidad, del caudal de un río, cuya consecuencia es la disminución o anulación del imprescindible caudal ecológico. Los ríos pierden su pureza andina y se convierten en albañales costeros malolientes.



El cuerpo humano tiene arterias y venas con funciones diferentes. Pero, como ha señalado un autor, cometemos el error de considerar que nuestros ríos son arterias y venas a la vez. El río Rímac es un claro y mal ejemplo de casi todo ello. A propósito, ¿el Rímac es “vena” o “arteria”?

Un río es un ecosistema valioso que debemos proteger y amar con dilección, como pensaba Siddharta. Pero no podemos amar lo que no conocemos<sup>2</sup>. Sin embargo, los ríos son constantemente agredidos por las acciones humanas. Una de las más comunes es la invasión de su cauce para diversos fines. Las presas permiten el progreso y el desarrollo. Pero, ¿qué mayores agresiones se le puede hacer a un río que construir una gran presa sobre su lecho e interrumpir su curso natural o estrechar exageradamente su cauce para construir un puente?

A propósito del impacto de las acciones humanas el ingeniero J. Hoover Mackin<sup>3</sup> escribió lo siguiente: “El ingeniero que altera el equilibrio natural de un río, sea porque construye una presa, una derivación o cualquier otra obra pronto se dará cuenta que hay una larga cadena de reacciones que aumentan a medida que trata de restituir al río a algo parecido a su estado inicial. Debe ser consciente que está trabajando con un río y no en un río.”

Después de leer estas palabras debemos acostumbrarnos a pensar que trabajamos con un río, no simplemente en un río. Aunque parezca un detalle insignificante, la diferencia entre ambas preposiciones es conceptualmente importante. Un autor ha dicho que los ríos son temperamentales: reaccionan violentamente cuando los tocamos, lo

---

<sup>2</sup> El estudio integral de los ríos en sus tres dimensiones: económica, social y ambiental lo realiza la Potamología. Etimológicamente, viene del griego “potamos” (Ποταμός) que significa río. El año 2008 se celebró en México el Primer Seminario de Potamología “José Antonio Maza Álvarez”, organizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional.

<sup>3</sup> Joseph Hoover Mackin (1905-1968). Ingeniero geólogo, doctor por la Universidad de Columbia (1937). Destacó mucho por sus trabajos de Geomorfología. Su concepto de “graded river” es muy importante. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias (USA). Autor de numerosas publicaciones de su especialidad.

cual sucede generalmente al construir una obra de ingeniería. Por eso, la regla número uno de la Hidráulica Fluvial es alterar lo menos posible el río con el que estamos trabajando.

## LA HIDROLOGÍA HUMANISTA

El maltrato que sufren los ríos ha llamado la atención de grandes personalidades. Así, Miguel Delibes<sup>4</sup>, cuya obra se caracteriza por la importancia que da a la convivencia del hombre con la Naturaleza, señaló que:

“La destrucción de los ríos no es solamente física, es también una destrucción de su significado para el ser humano; es una verdadera amputación espiritual del paisaje en el que transcurre nuestra vida. Los ríos están llenos de referencias personales y de la comunidad a la que pertenecemos; son parte viva de nuestra historia, testigos de nuestro fluir generacional”.



Esas palabras corresponden a la presentación del **Congreso en Homenaje al Duero**<sup>5</sup>, importante río luso-español, que es “uno de los ejes

culturales más importantes del sur de Europa”. Este Congreso, en el que se buscó hacer una **Hidrología Humanista**, comprendió tres grandes temas: El agua como recurso, el agua como naturaleza y el agua como cultura y emoción. Estuvo dirigido a profesionales de las más diversas especialidades: desde hidrólogos, biólogos y sociólogos, hasta productores hidroeléctricos, regantes, paisajistas, ecólogos y amantes de los ríos en general. Como puede verse fácilmente el Congreso buscaba una comprensión holística de la enorme complejidad que representa un río y la gran responsabilidad que tenemos frente a él. Al leer esto cabe preguntarnos: ¿Es que en el Perú nuestros ríos son menos importantes?

## LA RESTAURACIÓN FLUVIAL: UN COMPROMISO DE TODOS

<sup>4</sup> Miguel Delibes (1920-2010), novelista, miembro de la Real Academia Española. Premio Príncipe de Asturias (1982), Premio Nacional de las Letras Españolas (1991) y Premio Cervantes (1994). Se ha dicho que “Probablemente Miguel Delibes Setién es el escritor y narrador que mejor ha retratado un mundo rural que agoniza desde hace décadas. Un mundo rural humillado por la locura pujante de las grandes urbes, que va perdiendo irreversiblemente su diversidad de paisajes, su cultural, sus raíces y sus pobladores, a favor de paisajes cada día más homogéneos, inhóspitos, y vacuos.”

<sup>5</sup> Douro, en portugués. Tiene una cuenca de 97 290 kilómetros cuadrados. Es el tercer río más largo de la península ibérica con 897 kilómetros de longitud, de los cuales 572 son españoles, 213 portugueses y 112 fronterizos. Desemboca en el Océano Atlántico.

El maltrato a los ríos es tan grande que ha surgido el concepto de Restauración de Ríos, como el conjunto de acciones que debemos realizar todos para que un río recupere las características que tenía antes de la agresión que sufrió por las acciones humanas, o de otro tipo, y que nos permitirán seguir aprovechando su riqueza y sus beneficios.

Es interesante la experiencia española. Cómo muchos de sus ríos estaban contaminados elaboraron una Estrategia Nacional de Restauración de Ríos para el periodo 2008-2015, cuyo lema fue “**Los ríos: un compromiso de todos.**” Su objetivo era la recuperación de la calidad ambiental de los cursos de agua, así como la de los degradados ecosistemas de ribera y los valores ambientales asociados, ayudando así a paliar los efectos de las inundaciones. Una de las mayores agresiones que sufren los ríos, además de las obras de ingeniería y la contaminación, se produce cuando atraviesan ciudades. En realidad, cuando las ciudades se desarrollan junto a los ríos y los estrangulan, maltratan y ocupan “el territorio fluvial”. No debemos olvidar lo dicho por Arnal<sup>6</sup>: “El río es la realidad dominante; no el territorio ni los pueblos.”

¿Es que en el Perú donde prácticamente todos los ríos tienen algún grado de agresión podremos hacer algo por salvarlos? Es nuestra obligación hacerlo. Para finalizar, recordemos al padre de la Historia:

“Son los ríos los que deben determinar la vida de los pueblos, mientras que estos con mucho pueden determinar la muerte de los ríos, pero no su vida.”



<sup>6</sup> Mariano Arnal. Catalán, lexicógrafo. Creador de la página de Internet **EL ALMANAQUE**, dedicada al léxico español. Es autor de varios libros.

---

---

## CALENDARIO DE LOS PRÓXIMOS EVENTOS INTERNACIONALES

---

### 2017

- ❖ 85ava. Reunión Anual del ICOLD  
Praga – República Checa, 03 al 07 de julio  
E-mail: [icold2017guarant.cz](mailto:icold2017guarant.cz) / [www.icold2017.cz](http://www.icold2017.cz)
- ❖ 5<sup>th</sup> International Grouting Conference, Honolulu,  
Hawaii, 9-12 Julio Sheraton Waikiki  
email: [staff@dfi.org](mailto:staff@dfi.org) - web: [www.dfi.org](http://www.dfi.org)
- ❖ Helical Piles & Tiebacks –Diseño e Instalación de  
pilotes helicoidales y lazos para nueva construcción y  
rehabilitación - Montreal, QC Canada, Setiembre  
email: [staff@dfi.org](mailto:staff@dfi.org) - web: [www.dfi.org](http://www.dfi.org)
- ❖ 14th Taller Internacional de ICOLD sobre Análisis  
Numérico de Presas, Estocolmo, Suecia, 6-8 setiembre  
[www.icold-bw2017.conf.kth.se/workshop/registration/](http://www.icold-bw2017.conf.kth.se/workshop/registration/)
- ❖ 4th Conferencia Internacional del Comportamiento del  
Buen Tratamiento al Medio Ambiente a Largo Plazo y  
Tecnologías de Rehabilitación de Presas. Tehran - Irán,  
17 al 19 de octubre  
email: [info@LTBD2017.ir](mailto:info@LTBD2017.ir) - web: [www.LTBD2017.IR](http://www.LTBD2017.IR)
- ❖ 42nd. Annual Conference – Cimentaciones Profundas -  
New Orleans, 24-27 octubre  
email: [staff@dfi.org](mailto:staff@dfi.org) - web: [www.dfi.org](http://www.dfi.org)

### COMITÉ PERUANO DE GRANDES PRESAS

Editor : Miguel Suazo G.  
Teléfono : 993 507 989 / 252 3193  
Página Web : [www.copegp](http://www.copegp)