



MEMORIA

SEGURIDAD DE PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO





Autores

Dr. Michael Rosengaus M.
Consultor Independiente

Dr. Felipe Arreguín Cortés
Instituto de Ingeniería UNAM

Ing. Alejandro Pujol
Comité Argentino de Presas

Dr. Humberto Marengo Mogollón
Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas

Dr. Pablo García Chevesich
Iniciativa Internacional de Sedimentos

M. en I. Martin Teal
Water Environmental Sedimentation Technology

Ing. Antonio R. Morales Jiménez,
Banco de Desarrollo de América Latina, CAF

Lic. Sergio Mogliati
Comité Argentino de Presas

Biol. Lidia Vázquez Hernández
Comisión Federal de Electricidad

M. en I. Gabriela Gutiérrez Aviña
Consultora Independiente

Dr. Victor Hugo Alcocer Yamanaka
Comisión Nacional del Agua

Dr. Fernando J. Gozález Villarreal
Centro Regional de Seguridad Hídrica
bajo los auspicios de UNESCO

Dr. Alberto Jaime Paredes
Instituto de Ingeniería UNAM

M. en I. Darío Espinoza Figueroa
Consultor Independiente

Diseño gráfico

Lic. Marie Claire Mendoza Muciño
Lic. Joel Santamaría García

SEPTIEMBRE 2020

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

4

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS PRESAS

6

LA SEGURIDAD DE PRESAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

9

SEDIMENTACIÓN EN PRESAS Y EMBALSES: RETOS Y SOLUCIONES

12

ASPECTOS SOCIALES ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PRESAS

14

ASPECTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PRESAS

17

SEGURIDAD DE PRESAS: LECCIONES APRENDIDAS

20

IMPACTOS DE LOS SISMOS EN LA SEGURIDAD DE PRESAS

24

ACERCA DE LOS AUTORES

27



INTRODUCCIÓN

México y América Latina y el Caribe presentan condiciones diversas en la disponibilidad de recursos hídricos. Mientras que en algunas regiones se requiere controlar el exceso de precipitaciones, en otras es necesario manejar la escasez. En ambos casos, las presas han desempeñado un papel fundamental, al permitir disponer del agua necesaria para uso y consumo humano, para el desarrollo de procesos productivos, especialmente del agrícola y de la generación de energía, para la navegación y actividades recreativas, y para la protección de vidas y bienes durante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

De acuerdo con la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés), desde hace más de 5,000 años las presas han cumplido un papel esencial en la gestión de los recursos hídricos. En la actualidad, se calcula que las más de 36,000 grandes presas registradas aportan una capacidad de almacenamiento de alrededor de 6,000 km³. En México, las presas aportan alrededor del 12% de la energía eléctrica y el 20% de la potencia; permiten la irrigación en sistemas que producen más de dos terceras partes de los alimentos; son fuente de agua potable para usos urbanos e industriales y cumplen un papel destacado en el control de avenidas y mitigación de inundaciones.

A pesar de las importantes contribuciones de estas estructuras para alcanzar la seguridad hídrica, el di-

seño, construcción y operación de presas y embalses está asociado a desafíos de diversa índole que deben ser atendidos en el corto y mediano plazos para sigan cumpliendo su papel esencial.

Es imprescindible garantizar su seguridad estructural. Se calcula que el porcentaje de fallas en las presas a nivel mundial es menor al 1%, no obstante, cuando un evento de esta naturaleza se presenta, puede estar asociado a desastres de gran magnitud. El avance en las técnicas de investigación y el mayor conocimiento y difusión sobre los riesgos asociados a posibles fallas han permitido minimizar los riesgos, sin embargo, es necesario mejorar el conocimiento sobre los factores como el cambio climático, los terremotos, el envejecimiento, azolve y degradación de materiales y equipos.

Actualmente existe un amplio debate en torno a los efectos sociales y ambientales por la construcción y operación de presas. Ante ello, es necesario analizar con mayor cuidado temas como: los mecanismos de compensación para las personas reubicadas ante el eventual desarrollo de estas infraestructuras; los potenciales beneficios económicos asociados tanto a su construcción como a su operación y mantenimiento; y los impactos en los flujos de agua y de sedimentos en los ecosistemas.

Las presas son clave para garantizar la seguridad hídrica, sin embargo, es imperativo emprender acciones estructurales y no estructurales que permitan

mejorar su funcionamiento, minimicen los riesgos asociados a posibles fallas y que incrementen los beneficios sociales y ambientales. Bajo esta consigna, el Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO y la Red del Agua de la Universidad Nacional Autónoma de México convocaron a destacados especialistas para debatir en ocho sesiones virtuales en torno a los retos y oportunidades de las presas para alcanzar la seguridad hídrica.

Tenemos la seguridad que las ideas de los 14 expertos invitados serán un punto de inflexión para el análisis de la temática en México y América Latina y que contribuirá a enriquecer el conocimiento y la comprensión de los retos que conlleva la seguridad de las presas.



Dr. Fernando J. González Villarreal,
Coordinador Técnico de la Red del Agua UNAM y
Director del Centro Regional de Seguridad Hídrica
bajo los auspicios de UNESCO



MSc. Jorge Alberto Arriaga Medina,
Coordinador Ejecutivo de la Red del Agua UNAM y
Coordinador Ejecutivo del Centro Regional de
Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO



IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS PRESAS



Consulta la conferencia:



Impacto del cambio climático sobre las presas

Dr. Michael Rosengaus M. Consultor Independiente

El estado del tiempo puede ser definido como el comportamiento particular de la atmósfera en un momento determinado, mientras que el clima describe el comportamiento promedio del tiempo en una región específica; considerando, además de las condiciones promedio, la variabilidad normal y valores extremos de éstas. Tradicionalmente, se consideraba al clima como estacionario, es decir, que no variaba a través del tiempo; sin embargo, en la actualidad se conoce que el clima cambia constantemente, no obstante, lo hace a un ritmo bastante lento, del orden de varios cientos de años. Este proceso se ha sido acelerado considerablemente debido al incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero provocados por el desarrollo industrial.

Entre los efectos de estas modificaciones en el clima destacan:

- alteraciones en los volúmenes de precipitación y escurrimiento en las cuencas;
- cambios en los patrones de precipitación, ya que se espera que se desplace la temporada de lluvias, así como que se altere su duración;
- incremento en la duración de sequías, radiación solar y la evapotranspiración en los vasos; y
- variaciones en el comportamiento de los ciclones tropicales.

Este último tema resulta particularmente relevante pues aunque existe una intensa discusión al respecto, la información disponible indica que se presenta un decremento en la frecuencia de los ciclones tropicales con respecto a la época preindustrial, un incremento en su intensidad y categoría; que las trayectorias tienden a desplazarse hacia el norte; que existe una tendencia a disminuir su velocidad de translación, lo que implica mayor duración de sus efectos en los sitios afectados; y que hay un incremento de hasta un 20% en la precipitación correspondiente a los núcleos centrales.

Los elementos anteriores son un indicio de que el cambio climático es una realidad y que plantea un reto importante para las presas existentes, particularmente por que se solían diseñar bajo el supuesto de que el clima era constante. Esto implica que, en un futuro, bajo condiciones desfavorables, el desempeño de esta infraestructura se vea comprometido y su seguridad pudiera representar un riesgo. Ante esta situación, se requiere revisar las políticas de operación bajo los escenarios de las nuevas condiciones climáticas, de tal manera que puedan seguir en operación de forma útil y segura. Además, será necesario ocasionalmente efectuar adaptaciones o modificaciones estructurales. De igual forma, el cambio climático plantea la necesidad de que la infraestructura que actualmente se está diseñando considere proyecciones realistas del clima cambiante, a pesar de la incertidumbre que ello conlleva.

Dr. Felipe Arreguín Cortés **Instituto de Ingeniería UNAM**

Las presas son infraestructura esencial para garantizar la resiliencia de las comunidades. En primera instancia, porque permiten proteger a la población de los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos, tales como inundaciones y sequías, los cuales se han incrementado en cuanto a su intensidad y afectaciones en las últimas décadas. Además, estas estructuras coadyuvan en garantizar el acceso al agua para consumo humano y la producción de alimentos y energía.

A pesar de sus múltiples beneficios, las presas enfrentan un reto sustancial ante la alteración global de su entorno. Factores como el cambio de cobertura y uso de suelo, desertificación, el crecimiento poblacional y el cambio climático han modificado sustancialmente las condiciones de operación bajo las cuales fueron concebidas, afectando su desempeño y, en algunos casos, su seguridad estructural. Tan solo en México, se tienen identificadas 115 presas que presentan algún tipo de riesgo. De éstas, una tercera parte tiene relación con la hidrología, es decir, que los vertedores son insuficientes para la regulación de avenidas.

Ante esta situación, existen diferentes criterios para establecer las medidas de adaptación a implementar. Uno de ellos es dividirlos en acciones estructurales, que son aquellas que responden a los impactos del cambio global sobre la cuenca y la presa (cortina, vertedor, obra de toma y desagüe); el segundo son las medidas de adaptación según su función, que están orientadas hacia los cambios que habría de hacerse a la cuenca y a las distintas obras de la presa para cumplir con su objetivo, ante las demandas de los usuarios afectados por el cambio global. Estas medidas deben establecerse para presas existentes, pero también para las que se diseñarán y construirán en el futuro.

La selección de las medidas de adaptación debe partir del conocimiento de la situación actual de las estructuras que conforman la presa y de varias condiciones pasadas, además del conocimiento de los programas futuros de desarrollo de la cuenca aguas arriba y aguas abajo. Es necesario que los responsables de estas obras revisen, de acuerdo con las normas de seguridad existentes en cada país, los programas de control de inundaciones y de sequía correspondientes, y los de operación de la presa.

Finalmente, se recomienda hacer levantamientos en la cuenca de aportación de toda la infraestructura que afecte el cambio de cobertura y uso de suelo, en varias fechas a partir de la construcción de la presa y recalcular los gastos de diseño del vertedor, obra

de toma y desagüe, así como monitorear la calidad del agua en todos los sitios mencionados y en las plantas de tratamiento existentes para determinar la contaminación puntual y difusa en la cuenca, y la calidad del agua a la entrada y salida de la presa. Estas acciones permitirán proponer programas de mejoramiento y manejo ambiental de la cuenca acordes con la situación actual y futura.

Con la información del cambio de cobertura y uso de suelo y de los programas ambientales que de ellos se deriven, es necesario modelar diferentes escenarios y determinar los nuevos gastos de diseño que, al compararlos con los originales, permitan revisar la capacidad de almacenamiento del vaso y de los vertedores, de los programas de operación y seguridad, y, en su caso, ajustar la operación de las presas a las condiciones ambientales futuras de la cuenca, considerando el gasto ecológico.

La información obtenida permitiría realizar propuestas de planeación, inspección, operación, mantenimiento y remediación de las presas ya construidas, e incluso plantear el poner fuera de servicio o remover algunas de las presas construidas; así como hacer planteamientos de política, planeación, regulación y diseño para las estructuras que se diseñarán y construirán en el futuro.

LA SEGURIDAD DE PRESAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

WEBINAR

Seguridad de presas ante el cambio climático

Dr. Humberto Marengo Mogollón
Facultad de Ingeniería UNAM
Instituto de Ingeniería UNAM

Dr. Alejandro Pujol
Consultor Independiente
Comité Argentino de Grandes Presas

Miércoles 17 de junio

Horario	Países Participantes
09:45 am	Argentina, Uruguay, Chile, Colombia, Ecuador
10:45 am	Brasil, Paraguay, Venezuela, Perú, Bolivia
11:45 am	Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica
12:45 pm	Argentina, Brasil, Uruguay

REGISTRO EN : <https://is.gd/RHKKHx4> A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA **zoom**

Consulta la conferencia:



Seguridad de presas ante el cambio climático

Ing. Alejandro Pujol Comité Argentino de Presas

La sociedad actual enfrenta retos importantes en materia de agua y energía. Entre éstos destacan que aproximadamente 1,100 millones de personas en el mundo carecen de acceso a agua potable, 2,000 millones no tienen acceso a energía eléctrica y 210 millones sufrirán los efectos de desastres naturales cada año. La perspectiva a futuro de esta situación tiende a agravarse si se consideran factores tales como el crecimiento poblacional, el incremento en el consumo de recursos naturales causado por el incremento en la calidad de vida de las personas, así como la fuerte urbanización en centros de población.

La crisis climática acentúa considerablemente estos retos. Entre sus efectos previsibles a corto plazo se encuentra la disminución en la productividad de alimentos, el incremento en la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, así como alteraciones en la distribución del agua. Bajo este escenario, los servicios que las presas proporcionan tendrán un papel crucial para que las comunidades puedan adaptarse ante el cambio climático y hacer frente a los retos de desarrollo ya existentes.

Dada la relevancia de esta infraestructura, es conveniente estudiar los principales desafíos que enfrentan actualmente. Entre ellos destacan:

Replanteamiento del concepto de vida útil de las presas: Dado el papel fundamental que desempeñan

y la experiencia obtenida de muchos embalses que ya han sobrepasado su vida útil y aún se encuentran en funcionamiento, es necesario conservar, rehabilitar y adaptar estas infraestructuras para continuar dando servicio en forma segura.

Seguridad hidrológica: Se requiere reevaluar las crecidas de diseño, considerando los efectos de cambio climático y la consecuente adaptación de los vertedores y descargadores de fondo. Implementar redes de alerta de crecidas con información en tiempo real y modelos de predicción dedicados a ayudar a la toma de decisiones en la operación de los embalses, ya sea para administrar crecidas o sequías.

Monitoreo y vigilancia: La adquisición de datos en tiempo real para la toma de decisiones es de suma importancia para el entendimiento del funcionamiento y la gestión de las presas, por ello, es necesario la incorporación de nuevas tecnologías de automatización y herramientas para la gestión de datos.

Planes de contingencia: Dada la incertidumbre inherente a la variabilidad climática, es necesario contar con planes de contingencia que permitan gestionar el riesgo y prevenir desastres que afecten a poblaciones, infraestructura y al medio ambiente.

Dr. Humberto Marengo Mogollón

Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas

De acuerdo con la Comisión Internacional de Grandes Presas, en el mundo existen aproximadamente 36,000 grandes presas, de las cuales se tiene registro que han presentado una falla total únicamente 187, más de la mitad de éstas debido a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos y desbordamiento. Lo anterior representa una probabilidad de falla de 1.4×10^{-4} , es decir, que se podría esperar la falla de 19 presas por año alrededor del mundo. A pesar del bajo número, las fallas resultan inaceptables si se consideran sus afectaciones sociales, económicas y políticas. Tan solo la falla de 1975 en la presa Banquio, ubicada en Shimantan, China, trajo como consecuencia la pérdida de 230,000 vidas y la destrucción de un sistema encargado de la protección de inundaciones y la generación de energía eléctrica.

El cambio climático ha ocasionado el incremento en la magnitud de fenómenos hidrometeorológicos, como lo demuestran los volúmenes de precipitación provocados por ciclones tropicales en las últimas décadas. Esto conlleva un incremento en los volúmenes de escurrimiento, para los cuales la infraestructura actual no se ha sido diseñada. Aunado a ello, la falta de medidas de ordenamiento territorial ha propiciado el crecimiento de la mancha urbana en zonas inundables, aumentando el grado de exposición de la población a las posibles fallas.

La discusión fundamental en la gestión de riesgos se trata de conocer las incertidumbres asociadas a la probabilidad de falla, con lo que podrían conocerse los puntos esenciales en el diseño y, de esta manera, mejorar la evaluación de seguridad, monitoreo y comportamiento. Para ello, es conveniente la estimación del factor de seguridad hacia el uso de intervalos de confianza, el uso de modelos probabilísticos gráficos, redes neuronales, entre otras herramientas que permitan realizar una mejor estimación de las consecuencias, de manera que se pueda optar por políticas de operación que minimicen la probabili-

dad de falla, entendiendo que la seguridad no es necesariamente la ausencia de accidentes sino la mitigación de sus consecuencias.

La geología y el terreno no son los únicos factores a considerar en la evaluación de seguridad de presas y embalses; la hidrología y el envejecimiento de las estructuras son también factores fundamentales que intervienen en su estimación. En este sentido, las nuevas tecnologías y el trabajo en equipo son obligatorios para el mejoramiento en la estimación de la seguridad de presas. Asimismo, es importante transitar del enfoque del estudio de peligros hacia el análisis de consecuencias; así como del de acciones de respuesta hacia el de medidas de prevención.

SEDIMENTACIÓN EN PRESAS Y EMBALSES: RETOS Y SOLUCIONES

WEBINAR

Sedimentación en presas y embalses: retos y soluciones

Sr. Martin Teal
Vicepresidente de la Consultora Water Environmental Sedimentation Technology

Dr. Pablo García Chevesich
Coordinador para América Latina de la Iniciativa Internacional de Sedimentos

Miércoles 1° de julio
10:45 a 12:00 horas (GMT-5)
REGISTRO EN: <https://is.gd/Ak2e60>

ATRÁVES DE LA PLATAFORMA

Consulta la conferencia:



Sedimentación en presas y embalses:
retos y soluciones

Dr. Pablo García Chevesich Iniciativa Internacional de Sedimentos

Una de las principales amenazas para la vida útil de un embalse es la sedimentación. Se estima que, anualmente, se pierde 1% de la capacidad de almacenamiento en el mundo debido a este problema. Esta situación tiende a agravarse como consecuencia del cambio climático, dado que la escasez de lluvia ha provocado problemas de desertificación en 40% de del territorio continental global, lo que implica una menor cobertura vegetal y, por tanto, un mayor arrastre de suelos hacia los embalses. Por otro lado, las actividades antropogénicas también han contribuido a este problema. La agricultura, ganadería, urbanización y minería, aunado a las débiles políticas para la conservación de suelos y manejo forestal, contribuyen de manera significativa a la producción de sedimentos que terminan siendo atrapados por los embalses.

Existen diversas medidas que pueden implementarse para reducir la producción de sedimentos que terminan en los embalses. La primera de ellas, que se emplea en la etapa de planeación, es la ubicación de la presa. Es importante evitar la construcción de presas y embalses en las zonas de la cuenca donde el agua ya contiene un arrastre importante de sedimentos, así como en zonas con baja cobertura vegetal. Para disminuir el arrastre de sedimentos, se recomienda emplear acciones enfocadas en la conservación de suelo, tales como la colocación de bio-

mantas y las campañas de reforestación.

Otras medidas adoptadas para el control de sedimentos consisten en la construcción de elementos que reduzcan la erosión natural que provoca el flujo del agua en los ríos. Entre estas medidas se cuentan la construcción de diques continuos para reducir la velocidad del flujo y de espigones y enrocados para la protección de laderas. Estas soluciones suelen ser costosas, por lo que la implementación de cualquiera de ellas dependerá de factores técnico-económicos.

Por último, el aspecto esencial para el control de sedimentos es la generación de políticas enfocadas a la prevención de su generación. Éstas debieran normar el desarrollo de actividades antropogénicas para reducir su generación y promover la conservación de suelos en las cuencas.

M. en I. Martin Teal **Water Environmental Sedimentation Technology**

El problema fundamental de la sedimentación es que es un proceso lento y difícil de percibir a simple vista. Como resultado, no se le suele prestar la atención necesaria en las políticas de conservación y monitoreo que permitan su detección temprana, por lo que únicamente se emprenden acciones una vez que el problema ha escalado y las soluciones son costosas y difíciles de ejecutar. Además, debido a que el cambio climático ha traído como consecuencia el incremento en los caudales y dado que la relación del transporte de carga sólida con respecto al caudal no es lineal ($Q_s = aQ^b$ en donde $b > 1$), el problema tiende a magnificarse considerablemente en el futuro cercano.

Ante este escenario, resulta necesaria la implementación de estrategias para el manejo de sedimentos en los embalses. A continuación se presentan algunas de estas estrategias agrupadas de acuerdo con la etapa de acción en la que pueden ser implementadas:

- Reducción en la producción de sedimento: Enfocadas hacia la conservación de suelos en la cuenca, así como obras para el control de erosión (espigones, gaviones, etc.) y de captura de sedimentos previo a su llegada al embalse.
- Tránsito de sedimentos: Mediante obras de derivación (túneles o canales), esclusajes o mediante la descarga de corrientes de densidad.
- Remoción de sedimentos: Dragado; limpieza por corriente (flushing); hidro-succión, que emplea la carga hidráulica para mover la mezcla agua-sedimentos aguas abajo y, generalmente, es más económico que el dragado; y obras para incrementar el nivel del embalse.
- Inacción: Conlleva el eventual abandono del embalse.

Las acciones tempranas, enfocadas a la reducción de producción de sedimentos, resultan generalmente más económicas y fáciles de implementar, mientras que aquellas enfocadas hacia la remoción y el tránsito de sedimentos suelen ser más complejas y difíciles de ejecutar. Al respecto, el Comité Internacional de Grandes Presas ha emitido una serie de boletines donde establece recomendaciones y pautas para elegir el método que más convenga de acuerdo a cada condición específica.

ASPECTOS SOCIALES ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PRESAS



Consulta la conferencia:



Aspectos sociales asociados a la construcción y operación de presas

Ing. Antonio R. Morales Jiménez,
Banco de Desarrollo de América Latina, CAF

Desde una perspectiva social, las presas son motores de desarrollo que permiten la generación de energía limpia, el abastecimiento de agua para usos urbanos y agrícolas, y la protección de inundaciones. No obstante, como cualquier obra de infraestructura, llevan consigo la alteración del medio donde habitan y se desarrollan las actividades económicas de diversas comunidades aledañas al embalse. Lo anterior ha sido objeto de debate sobre la conveniencia o no de la construcción de estas infraestructuras y ha planteado el reto de gestionar estas problemáticas sociales para que las obras sean percibidas como fuentes de desarrollo.

Entre los múltiples beneficios sociales que generan las presas se encuentran: la creación de nuevas fuentes de trabajo, la generación de expectativas de desarrollo, la salvaguarda de la seguridad hídrica para las ciudades y el desarrollo de actividades agrícolas, la reducción de las afectaciones por desastres naturales asociados a inundaciones, entre otras. No obstante, el desplazamiento de parte de la población, la incertidumbre e inseguridad que generan, así como las posibles afectaciones generales hacia las poblaciones son aspectos que suelen poner en duda estos beneficios.

Los efectos sociales relacionados con las presas deben ser atendidos de manera que se minimicen y

se resarzan. Para ello es esencial partir del conocimiento de las comunidades. Este entendimiento de las poblaciones debe ir más allá de las características demográficas, sociales, económicas y culturales para centrarse en sus percepciones y en la dinámica de sus actores sociales. Así, los promotores del proyecto y los afectados pueden decidir los aspectos que deban potenciarse, compensarse o apoyarse para que las comunidades logren un desarrollo sostenible que perdure incluso al finalizar la obra.

Un ejemplo de gestión con enfoque en las comunidades se encuentra en la presa Gallito Ciego del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña (PEJEZA). Para la realización del proyecto se requirieron medidas de reforestación que fueron ejecutadas directamente por las comunidades campesinas mediante el suministro de las plantas a utilizar. Una vez terminada la obra, los habitantes locales contaban con alternativas de empleo asociados a la cosecha y comercialización de las plantas que previamente habían elegido. Otro ejemplo es la tercera etapa del Proyecto Especial Chavimochic, Perú, donde se construyó la presa Palo Redondo y el canal Moche-Chicama. Este proyecto significó la creación de 150,000 empleos directos, aproximadamente 60,000 indirectos y una reducción de la pobreza total del 37.3% al 29.5 % entre el periodo de 2007 al 2013. Finalmente, el proyecto Olmos, en la construcción de la presa El Limón-Lambayaque, Perú, generó 60,000 empleos directos y 100,000 empleos indirecto y la integración de pequeños propietarios de minifundios a un proyecto agroexportador.

Lic. Sergio Mogliati **Comité Argentino de Presas**

Los aspectos relacionados con la gestión social en la construcción de presas deben iniciar desde la planeación del proyecto, ya que desde ese momento se comienzan a alterar las condiciones y proyecciones de futuro de las comunidades. En los cronogramas de trabajo para el desarrollo de infraestructura debieran considerarse los tiempos sociales, es decir, los

tiempos necesarios para el diálogo con las comunidades, la negociación y todos los procesos inherentes para lograr consensos.

Si bien la construcción de una presa trae importantes beneficios, la valoración de los mismos no suele ser compartida por las poblaciones afectadas. Los impactos o beneficios no debieran ser considerados como un problema de sumas y restas, sino como la oportunidad de repensar el futuro para las comunidades afectadas, en la que se requiere de un diálogo permanente y de amplia creatividad. Por tal motivo, el “beneficio” no puede ser considerado como una categoría definida de antemano por los promotores, sino que son las propias comunidades, al asumir el riesgo de incorporar una obra dentro de sus espacios vitales, quienes deciden junto con los promotores del proyecto los aspectos que pueden potenciarse, compensarse o apoyarse para que las comunidades logren un desarrollo sostenible que perdure incluso al finalizar la obra.

En este sentido, el primer objetivo de la gestión social es el conocimiento de las comunidades. Debido a la amplia diversidad de contextos en los que se sitúan estas infraestructuras, resulta difícil establecer una metodología única para abordar un proceso de gestión social; no obstante, a continuación se presentan los lineamientos más relevantes a considerar:

- Acción temprana: idealmente anterior al anuncio mismo del proyecto;
- Gestión continua y profesional: tanto en los diagnósticos, en la planificación y en la gestión;
- Jerarquización: asumir las cuestiones sociales como una instancia fundamental en el manejo de un proyecto de presas;
- Cronogramas adecuados: incorporación de los tiempos sociales (negociación, diálogo, procesos) en los planes de trabajo;
- Acceso pleno a la información: Se debe brindar a las comunidades de información clara y comprensible sobre la obra para que les permita re-

construir su perspectiva de futuro;

- Procesos participativos amplios: Es importante hacer partícipes a las comunidades afectadas en la toma de decisiones mediante los procesos antes mencionados; y
- Precisión en los diagnósticos: Conocimiento acabado de la percepción social sobre el proyecto y de la dinámica de actores.

En la gestión social de los proyectos relacionados con la construcción de presas es importante determinar las responsabilidades de los distintos actores, en especial de gobiernos y constructores, porque además de las potenciales mejoras en la calidad de vida de las poblaciones, cada obra pone en juego la imagen y posibilidades de desarrollo de las siguientes. En tanto obras de gran envergadura, con un importante impacto sobre el territorio, la gestión social de las presas debería consolidar una visión de sustentabilidad en la que converjan los aspectos sociales, ambientales y económicos.

ASPECTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PRESAS



Consulta la conferencia:



Aspectos ambientales asociados a la construcción y operación de presas

Biol. Lidia Vázquez Hernández Comisión Federal de Electricidad

La construcción y operación de presas conlleva, como cualquier obra de infraestructura, la modificación del entorno donde se edifica. Desde las actividades necesarias para la ejecución de obras complementarias, como caminos de acceso, obras de drenaje y campamentos, hasta las realizadas para la construcción y operación del embalse, todas conllevan la alteración del medio y, por tanto, la perturbación de los diferentes sistemas que dependen de éste. Dada la importancia de las presas para la sociedad, uno de los principales retos enfrenta su construcción y operación es el realizar una adecuada gestión ambiental, de manera que se minimicen sus aspectos negativos en el ambiente.

Entre las principales afectaciones que producen las presas destacan: modificación del régimen hidrológico, pérdida de vegetación y biodiversidad, desplazamiento de fauna terrestre, transformación del hábitat acuático, limitación para el tránsito de especies acuáticas, suelos y nutrientes hacia aguas abajo del río, inundación de tierras productivas, entre otras. De acuerdo con el estudio "Presas y Desarrollo" publicado en el año 2000 por la Comisión Internacional de Grandes Presas, estas infraestructuras han generado la fragmentación del 60% de los ríos, han modificado los ciclos naturales de inundación, han provocado alteraciones a pesquerías y han contribuido a la emisión de gases de efecto invernadero.

No obstante, en este mismo estudio se plantea una primera aproximación acerca de los lineamientos generales que debieran ser considerados para la toma de decisiones relacionadas con las presas. Estos se agrupan en cinco ejes rectores: equidad, sustentabilidad, eficacia, toma de decisiones participativas y responsabilidad. Asimismo, el texto plantea las siguientes prioridades estratégicas:

- Evaluar las opciones y alternativas.
- Utilizar ríos ya controlados por represas existentes.
- Mantener los ríos y sus recursos naturales como fuentes de vida.
- Asegurar los derechos y compartir los beneficios.
- Obtener la aceptación pública.
- Compartir los ríos para la paz y el desarrollo.

Posteriormente, la Asociación Internacional de Hidroelectricidad (IHA), en colaboración con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC) y Transparencia Internacional, complementaron estas directrices a través del “Protocolo para la evaluación de la sostenibilidad de la hidroelectricidad”. El documento es considerado como una herramienta para la evaluación de proyectos frente a criterios aplicables a nivel mundial y contiene recomendaciones para todas las etapas del desarrollo de presas, desde su planificación hasta la puesta fuera de operación. El texto fue elaborado por evaluadores independientes y recoge una gran cantidad de evidencia alrededor del mundo, además de considerar aspectos relacionados al cambio climático, manejo integrado de recursos hidrológicos, derechos humanos, cuestiones de género, transparencia, entre otros.

Los preceptos contenidos en Protocolo han sido aplicados en diversos países de América Latina, entre los que destaca el Proyecto Hidroeléctrico Reventazon en Costa Rica; así como en la Central Hidroeléctrica Itaipú, ubicada entre los límites de Brasil y Paraguay, y que es reconocido internacionalmente como un caso de éxito en la gestión de cuencas.

M. en I. Gabriela Gutiérrez Aviña **Consultora Independiente**

El proyecto Temascaltepec surge como una alternativa para garantizar la seguridad hídrica del Valle de México. Esta zona requiere más de 64.6 m³/s de agua para su abastecimiento, de los cuales el 65% provienen del acuífero. El agua subterránea de la zona se encuentra sometido a una intensa sobreexplotación, lo que ha generado problemas de hundimiento, así como deficiencias en la distribución en la ZMVM. Considerando esta situación, el proyecto Temascaltepec, en conjunto con otros dos ubicados en el Valle del Mezquital y el Sistema Tecolutla-Necaxa, busca atenuar el déficit hídrico en la región.

El proyecto Temascaltepec puede ser considerada como la cuarta etapa del Sistema Cutzamala y contempla la construcción de la presa “El Tule” para la captación de los escurrimientos del río Temascaltepec, el desarrollo de un acueducto de 28.7 km para conectarse con la presa Valle de Bravo, la puesta en marcha de tres plantas de bombeo y de tres torres de oscilación y, finalmente, el establecimiento de una planta hidroeléctrica para la generación de parte de la energía con la que operaría el sistema.

Los estudios ambientales del proyecto partieron de la determinación de la disponibilidad del recurso para abastecer a la ZMVM sin afectar a los demás usos aguas abajo, incluyendo los servicios ecológicos. De acuerdo con los análisis, existe una disponibilidad media anual de 6.25 m³/s, de los cuales se planteó una extracción de 6.0 m³/s y 0.25 m³/s serían destinados a un programa de reserva de agua. La Región Hidrológica cuenta con un decreto que actualmente limita la concesión de nuevos aprovechamientos, sin embargo, dada la naturaleza del proyecto, este decreto pudiera ser temporalmente modificado, de acuerdo con el Art. 4º de la Constitución.

Posteriormente, se realizó la caracterización de flora y fauna para determinar las áreas de vegetación que aún presentaban un buen estado de conservación. Para estas zonas se propuso su protección mediante la declaratoria de sitios de protección de flora y fauna silvestre. Asimismo, se identificaron las especies que

habitaban dentro de la zona del vaso para determinar si alguna se encontraba en peligro. Como resultado de esta inspección, se encontraron indicios de la presencia de nutría de río, la cual, de acuerdo con la literatura, hacía 50 años que no había sido avistada. Para promover la conservación de esta especie, se propuso la creación de una unidad de manejo ambiental que incluyera el monitoreo de su desarrollo.

Finalmente, se realizaron estudios para determinar la calidad del agua en el río. Se encontró que el agua proveniente del río Temascaltepec posee una cantidad de aluminio y hierro cuyo origen se debe al tipo de suelo y la actividad volcánica de la zona, aunque influye también de manera considerable el arrastre que genera la actividad minera de la zona. Igualmente, se halló una alta concentración de coliformes debido al alto número de descargas no controladas en el municipio de Temascaltepec. Ante esta situación se recomendaron las siguientes acciones:

- Sedimentación primaria en la presa “El Tule” y manejo de sedimentos mediante dragado (mantenimiento anual) y/o descarga eventual por toma de fondo.
- Construcción de una planta de tratamiento de nivel secundario en la cabecera municipal de Temascaltepec.
- Sellado y clausura de socavones generados en las minas Capa Rosa, Las Ánimas, El Rincón y Zapiztla.
- Tratamiento y monitoreo de las descargas de la mina La Guitarra.
- Monitoreo e inspección de las minas en operación para garantizar el control de sus descargas particulares.

El proyecto Temascaltepec no fue concluido, por lo que existen aspectos ambientales que debieran ser analizados en caso ejecución. Entre ellos se encuentran la elaboración formal del estudio de impacto ambiental y la creación de un programa de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico en Temascalte-

pec para evitar que se invada la zona de inundación. De igual manera, es necesario realizar un estudio limnológico para estudiar la interacción entre las aguas provenientes del río Temascaltepec y las de la presa Valle de Bravo; lo anterior, para conocer si el tren de tratamiento de la planta potabilizadora de Los Berros requeriría alguna modificación. Un último aspecto para evaluar sería el pago por derechos de trasvase, el cual debería ser efectuado por los beneficiarios de la infraestructura y estar orientado a la conservación de la cuenca del río Temascaltepec.

Este proyecto es considerado como esencial para atender necesidades hídricas de los habitantes de la zona y, de esta manera, promover el desarrollo integral de la región.

SEGURO DE PRESAS: LECCIONES APRENDIDAS



Consulta la conferencia:



:Seguridad de presas: Lecciones aprendidas

Dr. Victor Hugo Alcocer Yamanaka Comisión Nacional del Agua

De acuerdo con ICOLD, en México existen 6,321 presas catalogadas como grandes presas. De éstas, gran parte fueron construidas por particulares y se encuentran todavía bajo su operación. Adicionalmente, 95 son catalogadas como de alto riesgo de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

Hidráulico-hidrológico. El vertedor es insuficiente para regular avenidas.

Estructural. La cortina rígida podría fallar con cargas normales o eventuales de operación.

Geotécnico. La cortina de tierra o de enrocamiento podría fallar con cargas normales o eventuales de operación.

Funcional. Las estructuras de desfogue no funcionan adecuadamente y producen llenados que sobrepasan las condiciones de carga de las estructuras.

Invasión del terreno y fallas en el ordenamiento territorial. Existe presencia de población en las zonas de descarga o inundación.

Ambiental. Las condiciones del agua almacenada representa un potencial peligro para la salud de la población.

La evaluación y tipificación del riesgo en cada una de las presas se realiza mediante el análisis del estado físico, funcional y operativo de sus componentes. Así,

es posible determinar las condiciones que pudiesen representar algún peligro de afectación a la propia presa o a la población y sus medios de subsistencia. Con el objetivo de establecer los criterios de evaluación y lineamientos a considerar para realizar esta evaluación de riesgos, la Comisión Nacional del Agua creó en 2015 las siguientes Normas Mexicanas:

- Análisis de riesgo y clasificación de presas (NMX-AA-175-SCFI-2015).
- Inspecciones de seguridad (NMX-AA-175/2-SCFI-2016).
- Plan de acción ante emergencias (NMX-AA-175/3-SCFI-2017).

A continuación, se presentan algunos ejemplos de evaluación de riesgos y sus resultados:

Presa el Ángulo. La presa resultó ser hidrológicamente insegura para un periodo de retorno de 20 años, además de que presenta una disminución del 60% de la capacidad del vaso debido a la ocupación industrial y de mancha urbana. Adicionalmente, la revisión funcional y operacional concluyó que la obra de descarga trabaja actualmente de manera inadecuada, lo que pudiera afectar a las aproximadamente 2,000 personas asentadas en las comunidades aguas abajo. Asimismo, se estimó necesario reforzar estructuralmente a la presa. Al respecto, aun cuando la presa fue construida y es operada por un privado, la CONAGUA elaboró un proyecto con recomendaciones para atender estos aspectos, sin embargo, las acciones no han sido ejecutadas por los responsables del embalse.

Presa Madín. Esta presa, operada por la CONAGUA no presentó ningún tipo de riesgo, no obstante, debido a la extensión de la mancha urbana aguas abajo y a la presencia de asentamientos irregulares, el vertedor no puede operar a su máxima capacidad, ya que la conducción en el cauce se limitó para no afectar a las poblaciones. La modificación de las políticas de operación tuvieron como objetivo manejar niveles bajos y controlar el desfogue.

Presa Malpaso. Operada de manera conjunta entre la Comisión Federal de Electricidad y la CONAGUA, esta infraestructura fue clasificada como de alto riesgo debido sus vertedores, los cuales fueron modificados para aumentar su capacidad de descarga y la dissipación de su energía.

De acuerdo con las inspecciones realizadas a éstas y otras grandes presas en México, destaca la necesidad de realizar evaluaciones de la infraestructura, de elaborar mapas de riesgos para alertar a la población y de contar con programas de inversión para su mantenimiento y modernización.

Dr. Fernando J. González Villarreal **Centro Regional de Seguridad Hídrica** **bajo los auspicios de UNESCO**

De acuerdo con el Inventario de Presas publicado por la Comisión Nacional del Agua, existe en México 6,307 presas en operación. De éstas, gran parte fueron construidas durante la primera mitad del siglo XX, pero existen algunas que datan incluso del siglo XVI. La edad de las presas es un indicador de que no solo se han modificado las condiciones bajo las cuales fueron diseñadas -como el cambio en uso de suelo, la expansión de mancha urbana, la variabilidad en patrones de precipitación, entre otros- sino que, además, los criterios utilizados se encuentran superados. Ante esta situación, es necesario revisar y evaluar este tipo de infraestructuras para garantizar la seguridad en su operación.

El Gobierno Federal seleccionó 3,460 presas que, bajo una primera visita de inspección, presentaban algún tipo de riesgo. De éstas, decidió otorgar prioridad a las 115 que presentaban el mayor riesgo. El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, a petición de la CONAGUA, realizó trabajos de inspección y análisis de riesgo en 40 de ellas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de este estudio.

La primera etapa consistió en visitas de inspección y reconocimiento que permitieran obtener información de campo esencial para la identificación de riesgos. En estas visitas se observó que 35 no contaban con instrumentación ni sistemas de monitoreo; en 32 se manifestaba falta de mantenimiento y crecimiento de vegetación en los taludes; en 6 casos existía acumulación de azolve; en otros 6 existían problemas estructurales, geotécnicos o geológicos; 5 de ellas carecían de diseño y supervisión en su construcción; y otras 4 requerían evaluación de análisis dinámico y sísmico.

Durante la segunda etapa se efectuaron evaluaciones hidrológicas, se delimitaron las zonas de peligro y mapas de riesgo para diferentes periodos de retorno, se realizó el análisis de estabilidad de la cortina y la revisión funcional. Como resultado de esta etapa se identificaron los principales factores de riesgo y las problemáticas de cada embalse. Éstos se agrupan de la siguiente manera:

Diseño y mantenimiento.

- Diseño con criterios superados.
- Falta de diseño y supervisión en la construcción.
- Falta de mantenimiento y crecimiento de vegetación en los taludes.
- Erosiones en obras de excedencias y vertido sobre la corona.

Problemas de sismicidad y daños estructurales.

- Problemas estructurales, geotécnicos o geológicos.
- Falta de análisis dinámico y sismos.

Cambio climático y uso del suelo.

- Vertido sobre la corona.
- Falta de Instrumentación y monitoreo.

Ecología y aspectos ambientales.

- Acumulación de azolves.

Aspectos sociales.

- Invasión y obstrucción de vasos y obras de excedencias.
- Sobreelevación no consignada de las obras de excedencias.

En una tercera etapa se realizó la evaluación de riesgo y la propuesta de soluciones. Cuando se determinó que el riesgo era admisible, únicamente se emitieron recomendaciones generales sobre cambios en políticas de operación, monitoreo y reparaciones menores, sin embargo, en caso de que el riesgo fuera mayor, se propusieron alternativas que permitiesen mitigar el riesgo o, en su defecto, la puesta fuera de operación del embalse.

De las 40 presas analizadas, se recomendó realizar acciones mayores de mitigación en 30 de ellas. Hasta la fecha, solo en 8 se han implementado las acciones correctivas. En otras 7 se determinó que el riesgo era inadmisibles y que debían ser puestas fuera de operación. Solamente en tres casos se requerían de acciones menores. A continuación, se muestra un resumen de los resultados de las acciones propuestas durante el análisis:

32 presas requieren de mantenimiento.

- 29 presas debieran rediseñarse y eliminar las obstrucciones del vertedor.
- 8 presas necesitan sobre elevar la cortina y modificar sus políticas de operación.
- 7 presas debieran ser puestas fuera de operación.
- 6 presas requieren refuerzo estructural.
- 6 presas deben reubicar a comunidades irregulares.

5 presas necesitan modificar sus estructuras.

De acuerdo con la experiencia acumulada por ambas instituciones de investigación, las principales lecciones aprendidas en la revisión de la seguridad de estas estructuras pueden sintetizarse de la siguiente manera.

Abandono y falta de mantenimiento. Las problemáticas observadas, en su mayoría, se deben a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo que se presenta en más de un 80% las presas analizadas. Además, la vigilancia y monitoreo es escasa, pues se presenta en el 87% de los casos, lo que impide tener

información histórica sobre deformaciones, desplazamientos, filtraciones, entre otros datos que facilitarían la evaluación de riesgos.

Continuidad de un programa de inversión y fortalecimiento institucional: Para llevar a cabo las recomendaciones emitidas se requiere de un presupuesto multianual que garantice el fortalecimiento del sistema de información así como del Comité Nacional de Grandes Presas.

Fortalecimiento del sistema de seguridad hídrica: Se requiere mejorar las bases de datos actuales para que incluyan variables actualmente no medidas y complementarlas con nuevas tecnologías para su manejo. Adicionalmente, es recomendable fortalecer la formación de recursos humanos especializados en esta área que den seguimiento y monitoreen esta información. Asimismo, se destaca la importancia de continuar con la evaluación de las presas faltantes para realizar su diagnóstico y tener el sistema de información de presas completo.

**El autor agradece a Iván Juárez Dehesa y Leopoldo Alaniz Ceja por sus contribuciones para la realización de este texto.*

■ IMPACTOS DE LOS SISMOS EN LA SEGURIDAD DE PRESAS

WEBINAR

Impactos de los sismos en la seguridad de presas

Dr. Alberto Jaime Paredes
Instituto de Ingeniería UNAM

M. en I. Darío Espinoza Figueroa
Consultor Independiente

Miércoles 22 de julio
10:45 a 12:00 horas (GMT-5)

REGISTRO EN : <https://is.gd/fhFD1n>

A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA

Consulta la conferencia:



Impactos de los sismos en la seguridad de las presas

Dr. Alberto Jaime Paredes **Instituto de Ingeniería UNAM**

La seguridad de presas consiste en la determinación periódica de las condiciones estructurales y funcionales de la estructura durante su operación. Es decir, el estado físico de la cortina, vertedor de demasías, obra de toma, elementos mecánicos y electromecánicos, embalse, filtraciones de agua, calidad del agua, caminos de acceso, instrumentación, acumulación de azolves y demás obras auxiliares. La seguridad de presas también incluye la revisión de su estado, lo más pronto posible, después de ser afectada por eventos extraordinarios, tales como sismos o avenidas.

Los efectos de estos fenómenos sobre la presa dependerán, principalmente, de los materiales y las técnicas utilizadas para su construcción. De esta manera, las presas se pueden clasificar en tres grupos: 1) rígidas, construidas con mampostería (gravedad o con contrafuertes) o concreto (gravedad, arco, arco-gravedad, contrafuertes); 2) flexibles, formadas con tierra homogénea, materiales graduados, enrocamiento con corazón impermeable o con pantalla de concreto; y 3) mixtas, siendo construidas mediante la combinación de las anteriores.

En términos generales, las presas rígidas presentan un buen comportamiento ante la ocurrencia de sismos. Hasta el momento no se tiene registro de fallas catastróficas de presas de este tipo, aun cuando varias han sido sometidas a sismos cercanos y de

magnitud 7 o mayor. Sin embargo, entre los daños más importantes a considerar destacan la aparición de grietas, producto de esfuerzos de tensión, desplazamientos relativos, filtraciones y fugas.

Por otro lado, las presas flexibles suelen ser más susceptibles ante los sismos. Éstas pueden presentar, además de agrietamiento en la cortina y los empujamientos, problemas de licuación en la cortina y su cimentación. Otro factor a considerar es la amplificación del movimiento sísmico entre la cimentación y la corona de la cortina, así como la generación de asentamientos inmediatos provocados por sismos, los cuales generan la pérdida de bordo libre.

Finalmente, un daño común a todos los tipos de presas es el deslizamiento de laderas hacia el vaso. Este fenómeno representa un peligro, ya que, además de generar erosión por oleaje, puede provocar el desbordamiento de la cortina y la obstrucción del vaso.

Ante estas condiciones y para incrementar la seguridad de presas se requieren acciones en al menos tres grandes rubros: a) el análisis y diseño; b) operación, mantenimiento y revisiones después de eventos extremos; y c) fondos o fideicomisos y seguros en caso de daños por sismo. En el primero de ellos destaca la importancia de contar con manuales y normas para hacer los análisis con criterios actualizados que permitan su revisión estructural y funcional. Una presa no se revisa como si se estuviera diseñando, sino considerando su condición actual. Para ello, es necesario conocer la forma en la que se diseñó la presa e investigar los criterios que prevalecieron en la época de construcción. En el análisis se deben incluir los nuevos datos hidrometeorológicos colectados y revisar la avenida de diseño y capacidad del vertedor.

Por otro lado, en cuanto a la operación, mantenimiento y revisiones después de eventos extremos, se destaca la importancia de hacer visitas de inspección de seguridad de presas. Para ello, se debe promover la capacitación del personal encargado de realizarlas. Igualmente, es recomendable que dichas revisiones sean hechas por equipos de trabajo independientes del operador o dueño de la obra.

Finalmente, en el rubro de fondos o fideicomisos y seguros es necesario destacar que México cuenta con dos fideicomisos para atender a comunidades y su infraestructura que puedan ser o hayan sido dañadas por eventos extremos: el Fondo de Prevención de Desastres (FOPREDEN), que puede financiar obras nuevas o el mejoramiento de obras existentes para disminuir el riesgo a la población; y el Fondo de Atención de Emergencias (FONDEN), que permite sufragar los gastos de ayuda y recuperación de la población afectada por un desastre y contribuir a la reconstrucción de la infraestructura dañada. Otro instrumento financiero son los seguros contra daños causados por sismo y otros eventos, los cuales permiten al operador o dueño de la presa enfrentar una emergencia y mitigar los daños a las comunidades vecinas y reparar su propia infraestructura.

M. en I. Darío Espinoza Figueroa **Consultor Independiente**

La edificación de presas ha seguido una tendencia a la baja en los últimos años, sin embargo, esto no disminuye la importancia de su estudio y análisis, particularmente en los aspectos asociados a la seguridad de presas. La seguridad de presas puede definirse como el conjunto de actividades necesarias para garantizar la integridad de presas existentes y la viabilidad de las nuevas, de tal forma que representen riesgos aceptables para las poblaciones y el ambiente.

El análisis sísmico en la seguridad de presas ha experimentado una rápida evolución en las últimas décadas. Éstos se expresan en cambios en los criterios de diseño, que han permitido disminuir los factores de seguridad al tener un mejor entendimiento del comportamiento dinámico de la estructura durante el sismo, hasta el desarrollo de métodos más sofisticados de análisis, que hacen posible considerar la mecánica de los materiales y la modelación de cada uno de los elementos que conforman la estructura.

Ante los cambios mencionados, resulta necesario

analizar si la infraestructura actual, que fue diseñada bajo criterios superados y con menor información, cumplirá con los requerimientos actuales para ser considerada segura. Este cuestionamiento adquiere mayor relevancia al considerarse aspectos como el envejecimiento causado por la degradación ambiental; el daño acumulado de la infraestructura, provocado por llenados y vaciados, así como por efectos sísmicos; y las solicitaciones emergentes que pudiera presentar la cortina, como presiones adicionales por azolvamiento o la modificación de la cortina para incrementar el NAMO. Así, resulta esencial estudiar tanto las presas que se tiene proyectado construir como la infraestructura existente.

De acuerdo con los boletines de la Comisión Internacional en Grandes Presas, la selección de los parámetros sísmicos durante el diseño y revisión de presas requieren evaluar las consecuencias por la falla de la presa para asignar una probabilidad de excedencia a las acciones sísmicas. En este sentido, es necesario que cada presa cuente con mapas de peligro, la estimación de la pérdida de vidas en caso de falla y el protocolo de actuación ante una emergencia. Cada autoridad o entidad responsable de las presas debiera contar con la evaluación de las consecuencias ante la eventual falla de la obra y el plan de emergencias respectivo e informarlo a la autoridad del agua.

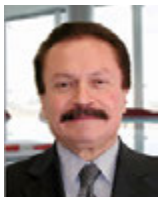
Asimismo, es necesario definir las propiedades de los materiales por los que está conformado el embalse, lo que implica el establecimiento de una campaña de exploración específica en cada presa. Con el fin de optimizar recursos, las autoridades podrían reconocer aquellas presas cuyas consecuencias de falla incluye la pérdida de vidas, con el fin de seleccionar y priorizar los recursos a aquellas obras que requieran evaluaciones detalladas de seguridad.

En el caso de estructuras complejas, con condiciones geológicas, geotécnicas y estructurales complejas, es recomendable la conformación de grupos de expertos que, mediante la evaluación de modelos estructurales deterministas y probabilistas, puedan

juzgar la integridad estructural de una cortina. Este grupo podría colaborar en la asignación de aquellas propiedades mecánicas cuya cuantificación sea difícil, como la cohesión o el ángulo de fricción en el contacto cortina-cimentación o en discontinuidades geológicas.

Finalmente, es impostergable rehabilitar y modernizar la instrumentación en aquellas estructuras que tienen varios años de funcionamiento, así como implementarla en aquellas que carecen de ésta.

ACERCA DE LOS AUTORES



Dr. Alberto Jaime Paredes

Doctor en Ingeniería Civil con especialidad en Ingeniería Geotécnica y Geotecnia Ambiental y Sísmica. Investigador Titular del Instituto de Ingeniería, UNAM y profesor del posgrado en ingeniería civil de la UNAM y Consultor Privado. Fue Jefe de la División de Ingenierías Civil y Geomática de la Facultad de Ingeniería; Subdirector General Técnico de CONAGUA; Gerente de Protección Ambiental, CFE; Gerente de Geotecnología, S A. Fue Representante Técnico de México ante la Organización Meteorológica Mundial y miembro electo de su Consejo Ejecutivo. Es Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia de Ingeniería. Socio del CICM y de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica. Su trabajo de investigación está documentado en más de 134 artículos publicados en revista y memorias de congresos nacionales e internacionales.



Mtro. Darío Espinoza Figueroa

Maestro en Ingeniería Estructural en la Universidad Autónoma Metropolitana e Ingeniero Civil por el Instituto Tecnológico de Tapachula. Actualmente desarrolla una investigación Doctoral sobre métodos de análisis de confiabilidad estructural ante sismos. Como consultor independiente ha realizado análisis sísmicos de cortinas rígidas de presas, ha participado en el estudio y delimitación de zonas de peligro y estimación de consecuencias ante la falla de presas de depósitos mineros. Participó en proyectos de investigación en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, colaborando en el Plan Hídrico Integral de Tabasco y en el Programa de Seguridad de Presas. Es socio fundador de las compañías "GM&EF Asociados en Ingeniería Avanzada" y "BCEM Desarrollo de proyectos de Ingeniería", ambas especializadas en el desarrollo y ejecución de proyectos de obras hidráulicas y de edificaciones.



Ing. Alejandro Pujol

El Ing. Alejandro Pujol, es un Especialista en presas conocido a nivel mundial. Participa del ICOLD (International Commission on Large Dams), desde 1982 y fue electo Vice-Presidente por América, en el período 2011-2014.

Presidió el Comité de Vigilancia y Auscultación de Presas del ICOLD entre los años 2010 y 2012.

Es miembro de Paneles de Expertos en los aspectos de Seguridad de Presas y Estructuras Hidráulicas para Proyectos en Sudamérica y el África y Consultor especialista en Seguridad de presas del Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Naciones Unidas)

Es Socio Gerente de la Empresa Consultora RED Ingeniería SRL.



Dr. Humberto Marengo Mogollón

Obtuvo el título de ingeniero civil, el grado de maestro y el de doctor en ingeniería en la facultad de ingeniería de la UNAM, dónde es catedrático desde 1985.

En Comisión Federal de Electricidad laboró por 35 años en los proyectos de presas y plantas hidroeléctricas.

Ha sido investigador en el instituto de ingeniería de la UNAM, presidente de la Academia de Ingeniería de México, miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores

Forma parte del Consejo Directivo del Colegio de Ingenieros Civiles de México y recientemente ha sido nombrado Comisionado Mexicano de la Comisión Internacional de Límites y Aguas de México y EEUU, por parte de la Secretaría de Relaciones Exteriores.



Dr. Michel Rosengaus

Es ingeniero civil y maestro en ingeniería hidráulica por la Universidad Nacional Autónoma de México y doctor en hidrodinámica e ingeniería costera por el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Ha sido investigador del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional y representante de México ante la Organización Meteorológica Mundial. Actualmente se desempeña como consultor privado.



Dr. Felipe Arreguín Cortés

Ex Subdirector de la Comisión Nacional del Agua de México, ex director del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, vicepresidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México, experto asociado al Centro Regional de Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO, y profesor-investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Biól. Lidia Vázquez

Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana en 1984; Cuenta con especialidades de Consultoría Ambiental en la Fundación Universitaria Iberoamericana e Hidrología Ambiental en la Universidad Veracruzana. Colaboró como técnico de investigación en el Laboratorio de Microbiología y Ecología de la Universidad Veracruzana. Ha sido parte de los Departamentos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua y Evaluación de Impacto Ambiental de la Dirección General de Asuntos Ecológicos del Gobierno del Estado de Veracruz. Desde hace 27 años labora en el Centro de Anteproyectos del Golfo de la Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos de la CFE.



Mtra. Gabriela Gutiérrez Aviña

Ingeniería Ambiental con especialidad en agua por la Universidad Autónoma Metropolitana y realizó sus estudios de maestría en la Facultad de Ingeniería de la UNAM en el área de aprovechamientos hidráulicos.

Colaboró en la coordinación de hidráulica del Instituto de Ingeniería de la UNAM por 10 años, en proyectos de importancia nacional, como son: el Plan Hídrico Integral de Tabasco, el proyecto hidrológico de la cuenca del río Papaloapan en el estado de Veracruz, la gestión del riesgo por inundación en la cuenca de los ríos Pánuco y Tamesí, en el estudio de la nueva fuente de abastecimiento de agua potable para el Valle de México y el Anteproyecto del Acueducto Poniente en la cuenca de Temascaltepec.

Actualmente, colabora en la planeación ambiental del Tren Maya.



M. en I. Martin J. Teal

Es Vicepresidente Senior de WEST Consultants y tiene más de 30 años de experiencia en ingeniería de recursos hídricos, en diseño y análisis de proyectos hidrológicos, hidráulicos y relacionados con sedimentos. Es ingeniero civil registrado en varios estados de los EE. UU., diplomado de la Academia Americana de Ingenieros de Recursos Hídricos y fue elegido al grado de Fellow de la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles (ASCE). Las actividades profesionales del Sr. Teal incluyen la realización de análisis para el mapeo de inundaciones y las consecuencias económicas y de pérdida de vida por hipotéticos fracasos de presas. Ha preparado estos estudios para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos y otros clientes propietarios de presas. El Sr. Teal es actualmente miembro de la junta directiva de la Sociedad de Presas de los Estados Unidos (USSD) y presidente del Comité Técnico de Sedimentación de Embalses de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD).



Dr. Pablo García

Investigador, académico, consultor, perito legal y autor en el campo de la hidrología y gestión de cuencas hidrográficas, con un fuerte enfoque en procesos hidrológicos, procesos y control de erosión/sedimentación, restauración de suelos degradados, gestión territorial de recursos hídricos, rehabilitación post-incendio y mitigación del cambio climático

Cuenta con más de 20 años de experiencia en los Estados Unidos, Europa, África y América. Actualmente es académico en la Escuela de Minas de Colorado; Miembro del Programa Hidrológico Internacional y Coordinador Regional de la Iniciativa Internacional de Sedimentos para América Latina y el Caribe de la UNESCO.

Es además Asesor Científico de la Asociación Internacional de Control de; y Profesor Asistente Adjunto en la Universidad de Arizona. Es autor de numerosas publicaciones científicas, incluyendo 15 libros y más de 40 artículos indexados.



M. en I. Antonio Morales Jiménez

Es Ingeniero Civil, por la Universidad de Cádiz, España, Maestro en Ingeniería Civil, con especialidad en agua, por la Universidad de Southampton, en Inglaterra, e Ingeniero de Montes por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba.

Ha sido Gerente de Proyectos en la Sociedad Estatal del Ministerio de Medio Ambiente de España. En el ámbito latinoamericano, se desempeñó como consultor especialista en agua y saneamiento para América Latina en el Banco de Desarrollo Alemán, desarrollando proyectos de agua y saneamiento en Bolivia, Colombia, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Perú o Uruguay.

Actualmente, ocupa la posición de Especialista Sectorial en Agua y Recursos Hídricos para la Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible de CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Ha participado como especialista en numerosos proyectos hidráulicos, con especial énfasis en presas y embalses, en los 19 países que forman parte del Banco de Desarrollo. Ha sido coordinador y ponente del MOOC: Diseño, explotación y seguridad de presas y embalses promovido recientemente por CAF.



Mtro. Sergio Mogliati

Licenciado en Ciencias de la Comunicación con Orientación en Políticas y planificación de la comunicación y maestro en Gestión del Agua, ambos títulos por la Universidad de Buenos Aires.

Su actividad profesional está enfocada a la gestión de aspectos sociales, comunicación y educación relacionados con la gestión hídrica, del ambiente y la energía. Es consultor para empresas y organismos nacionales e internacionales en proyectos relacionados con esas temáticas.

Fue editor de la revista especializada Hydria, y de otras publicaciones temáticas sobre agua y gestión de cuencas. Tiene una extensa actividad académica en materias de grado y posgrado en distintas universidades argentinas. Es director del Centro de Investigación Aplicada en Comunicación para Proyectos Estratégicos.

Actualmente forma parte del equipo de gestión social de la empresa estatal Integración Energética Argentina.

TE INVITAMOS A CONSULTAR:



Los vídeos y las presentaciones de los ponentes recopilados a lo largo de la serie de webinars “Seguirdad de presas y cambio climático” en el siguiente link:

http://www.agua.unam.mx/archivo_WebinarSeguridaddePresas.html ►

DIRECTORIO



Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario General

Dra. Guadalupe Valencia García

Coordinadora de Humanidades

Dr. William Henry Lee Alardín

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Jorge Luis Volpi Escalante

Coordinador de Difusión Cultural

Dr. Jorge Vázquez Ramos

Coordinador de Innovación y Transferencia Tecnológica

Dr. Fernando J. González Villarreal

Coordinador Técnico de la Red del Agua UNAM

MSc. Jorge Alberto Arriaga Medina

Coordinador Ejecutivo de la Red del Agua UNAM





Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



CERSHI

Centro Regional
de Seguridad Hídrica
Bajo los auspicios
de UNESCO

Dr. Fernando González Villarreal

Director del Centro Regional de Seguridad Hídrica
bajo los auspicios de UNESCO

MSc. Jorge Alberto Arriaga Medina

Coordinador Ejecutivo del Centro Regional de
Seguridad Hídrica bajo los auspicios de UNESCO

M. C. Enrique Aguilar Amilpa

Coordinador de Proyectos

Mtra. Ana Gabriela Piedra Miranda

Comunicación Organizacional

Lic. Marie Claire Mendoza Muciño

Lic. Joel Santamaría García

Diseño y Comunicación Visual

