

**INFORME DE PROYECTO INTERNO**  
**TH -1309.1**  
**Año 2013**

**Revisión de seguridad hidrológica de 10 presas críticas  
de México. Diseño de avenidas y capacidad de  
vertedores**

<b>No.</b>	<b>Nombre oficial</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Estado</b>
1	Necaxa	Necaxa	Puebla
2	Presidente Guadalupe Victoria	EL Tunal	Durango
3	Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	Durango
4	Paso de piedras	Chicayán	Veracruz de I. de la Llave
5	Ignacio R. Alatorre	Punta de Agua	Sonora
6	Lic. Eustaquio Buelna	Guamúchil	Sinaloa
7	Adolfo López Mateos	El Humaya	Sinaloa
8	Ing. Luis L. León	El Granero	Chihuahua
9	Venustiano Carranza	Don Martín	Coahuila de Zaragoza
10	Rodrigo Gómez	La Boca	Nuevo León

**PARTICIPANTES**

M. I. Roberto Mejía Zermeño  
Ing. Ernesto García Rugiero  
Pasante de Ing. Raquel Barajas Lemus  
M. I. Jaqueline Lafragua Contreras  
M. I. Ernesto Aguilar Garduño  
M. I. Juan Fco. Gómez  
M. I. Mirce I. Morales Velázquez  
M. I. José Avidán Bravo Jácome

**COORDINACIÓN DE HIDROLOGÍA**  
**SUBCOORDINACIÓN DE HIDROLOGÍA Y MECÁNICA DE RÍOS**  
**DICIEMBRE DE 2013**

## ANTECEDENTES

Debido a su situación geográfica, México tiene climas que van desde el desértico hasta el clima tropical e invernal. También de manera relevante es la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos como las sequías, los ciclones y tormentas tropicales; además de los sistemas de invierno como vaguadas polares, frentes fríos y corrientes de chorro. Todos estos fenómenos generan grandes avenidas que producen excesos de agua o bien sequías prolongadas con una escasez del vital líquido. Ambas situaciones pueden afectar a centros urbanos, de producción agrícola o industriales. Las avenidas extremas pueden poner en riesgo o dañar tanto a la infraestructura de comunicación como a las presas de almacenamiento.

Por otro lado, desde principios de siglo pasado, se ha llevado a cabo la construcción de presas en México. Los objetivos principales para la construcción de éstas fueron almacenar las aguas para su uso posterior, regulación y tener capacidad para el control de avenidas para mitigar o evitar los daños aguas abajo. Para el diseño de estas presas, en algunos de los casos, la información utilizada fue insuficiente o a veces inexistente, en especial en lo referente a la hidrometría y climatología; principalmente al disponer de pocas estaciones o con mala distribución espacial, a registros de corta duración y hasta falta de los mismos, especialmente durante los eventos extremos. Aunado a ello, las metodologías empleadas, en aquellos momentos, no garantizaban necesariamente su aplicabilidad, sobre todo en las presas más antiguas, por sus alcances locales y su intento de adaptabilidad a nuestro país, o simplemente por ser criterios completamente empíricos. Actualmente las circunstancias han cambiado para bien, ya que existen ahora bancos de información mexicanos con registros más amplios, mejora de los equipos de medición, procesamiento de datos y metodologías más modernas y confiables.

Con el transcurso del tiempo la vida útil propuesta para las presas de almacenamiento se ha visto rebasada, estimada normalmente en 50 años, y también ocurrieron cambios en la situación misma de las presas, tanto el deterioro por la edad, el azolvamiento, la nueva infraestructura hidráulica dentro y fuera de la cuenca, como en las condiciones de su cuenca, en cuanto al cambio y crecimiento de las zonas urbanas, agrícolas, industriales, además de las condiciones climáticas y sus variaciones temporales. Todo esto muestra que la situación original se ha modificado, y que la operación de la misma se está dando en otras circunstancias, lo que lleva a que, desde el punto de vista hidrológico, se requiera una revisión para definir el actual grado de seguridad hidrológica de las presas.

Además, en los últimos años, los avances en los sistemas informáticos, de comunicación, de proceso de imágenes y de cómputo han sido muy acentuados, y a su vez han permitido la aplicación de métodos científicos más complejos.

Por lo anterior se considera recomendable revisar, siguiendo algún criterio de ordenación, las presas con más de diez años de edad o situaciones percibidas como críticas o riesgosas.

La revisión hidrológica se realiza comparando los valores originales de la avenida de diseño y la capacidad de la obra de excedencias, con respecto a los valores actuales obtenidos en un estudio que considere la nueva información y la aplicación de mejores. Resulta obvio que la presa será hidrológicamente segura, si al paso de la avenida de propuesta (con el periodo de retorno igual a la original), el nivel máximo de la superficie libre del agua no rebasa el nivel de diseño conocido como Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME)

La obra de excedencia de las presas se diseña en conjunto con el embalse, con base en un evento específico denominado “avenida de diseño”. Esta avenida se encuentra usualmente caracterizada por su gasto pico y su volumen, asociados con una frecuencia de ocurrencia a través del concepto del período de retorno, este último es un indicativo directo del grado de seguridad de la estructura.

## INTRODUCCIÓN

Toda estructura hidráulica debe ser dimensionada y diseñada con base en un evento específico denominado “avenida de diseño”. La avenida de diseño se encuentra usualmente caracterizada por su período de retorno, el cual es un indicativo directo del grado de seguridad de la estructura. En el caso de presas en México, es muy común encontrar diseños para 1,000 y 10,000 años de período de retorno, los cuales representan riesgos de falla del 5% y 0.5% respectivamente (con una vida útil de 50 años). En el caso de las presas existentes, el grado de seguridad real de las estructuras varía con el tiempo, ya que al disponerse de más información, la estimación de las avenidas puede realizarse con mayor precisión. El IMTA con objeto de apoyar esta actividad propuso la revisión de diez presas durante el año 2013, incluyendo observar el comportamiento de las descargas en el cauce aguas abajo, ya que actualmente, esto se a convertido en una limitante para la operación de las presas, incluso para gasto relativamente muy pequeños, para este trabajo se seleccionaron las siguientes

No.	Nombre oficial	Nombre común	Estado
1	Necaxa	Necaxa	Puebla
2	Presidente Guadalupe Victoria	EL Tunal	Durango
3	Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	Durango
4	Paso de piedras	Chicayán	Veracruz de I. de la Llave
5	Ignacio R. Alatorre	Punta de Agua	Sonora
6	Lic. Eustaquio Buelna	Guamúchil	Sinaloa
7	Adolfo López Mateos	El Humaya	Sinaloa
8	Ing. Luis L. León	El Granero	Chihuahua
9	Venustiano Carranza	Don Martín	Coahuila de Zaragoza
10	Rodrigo Gómez	La Boca	Nuevo León

Debido al gran número de presas existentes que requieren revisarse, en principio, se considera pertinente utilizar los enfoques convencionales para la estimación de las avenidas, así como algunas nuevas consideraciones (posible política de operación, cambio en niveles, modificados o nuevos vertedores, etc.) para revisar estas obras y determinar el grado de seguridad actual de las mismas.

El trabajo se ha organizado de tal manera que una vez planteados los objetivos se de el enfoque a la situación de cada presa y se describa, de manera sucinta, la metodología utilizada para cada presa, dando los resultados obtenidos y las conclusiones deducidas, todo separado por cada presa.

Básicamente para hacer la revisión hidrológica de las presas, dependiendo de cada caso, se utilizarán tres metodologías generales, como son el método de gastos máximos anuales, el método lluvia-escurrimiento y el método bivariado.

Es necesario destacar que, en cuanto a las herramientas utilizadas en este trabajo se incluyen por un lado, el análisis de información topográfica digital a través de software especializado (ARC GIS); el análisis de frecuencias con el software Análisis de Frecuencias (AFA V.1.0) diseñado en el IMTA y para el análisis hidrometeorológico y de funcionamientos de vaso mediante el software “Hydrologic Engineering Center-Hydrological Model System”, conocido como HEC-HMS, y el modelo bivariado desarrollado en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y para los análisis de los tránsitos de avenidas aguas abajo de las presas se uso la herramienta IBER v 2.01, la cual es una herramienta de modelación bidimensional de flujo en lámina libre en aguas poco profundas, sirve para calcular niveles de agua y velocidades en ríos, estuarios, canales, llanuras de inundación y obras hidráulicas.

IBER surgió del interés por parte del Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en disponer de un modelo bidimensional de simulación del flujo en ríos, el cual está basado en esquema numérico en volúmenes finitos de última generación.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo es determinar las avenidas para diferentes periodos de retorno de las diez presas mencionadas. La avenida de 10,000 años de periodo de retorno, normalmente usada para diseño, será el resultado principal para revisar el comportamiento de la obra de excedencias, y así determinar la seguridad hidrológica (comparación con los valores originales de diseño), y los posibles gasto vertidos y sus efectos en las poblaciones aguas abajo.

Los resultados obtenidos, a nivel general y sólo en relación al gasto de diseño y la avenida correspondiente para el periodo de retorno ( $T_r$ ) de 10,000 años, arrojan que sólo tres presas se pueden considerar hidrológicamente seguras: Luis L. León (El Granero), Chihuahua, Santiago Bayacora, Durango y Rodrigo Gómez (La Boca), Nuevo León. Sin embargo prácticamente todas las presas presentan problemas de poblaciones inundadas para descargas con periodos de frecuencia relativamente pequeños, hasta menores de 100 años.

A continuación se presenta una tabla resumen, posteriormente los informes, más detallados de cada una de las presas.

## SEGURIDAD HIDROLÓGICA DE PRESAS, 2013

TH - 13091

## SUBCOORDINACIÓN DE HIDROLOGÍA Y MECÁNICA DE RÍOS

No.	Nombre Oficial	Nombre común	Ubicación	Gasto diseño (m <sup>3</sup> /s)	Capacidad descarga (m <sup>3</sup> /s)	Ingreso Tr 10,000 años (m <sup>3</sup> /s)	Salida Tr 10,000 años (m <sup>3</sup> /s)	TIPO DE VERTEDERADOR	Riesgo hidrológico
1	Necaxa	Necaxa	San Juan Galindo, Puebla	1,964	1,200	2,719	2,010	LBRE	<b>IN SEGURA</b>
2	Paso de Piedras	Chicayán	Pánuco y Ozuama, Veracruz	3,000	3,000	4,701	4,701	CONTROLADO	<b>IN SEGURA</b>
3	Ignacio R. Alatorre	Punta de Agua	Guaymas, Sonora	1,500	1,210	10,333	9,981	LBRE	<b>IN SEGURA</b>
4	Eustaquio Bueña	Guamúchil	Salvador Mazado, Sinaloa	8,500	2,170	23,658	3,712	CONTROLADO	<b>IN SEGURA</b>
5	Guadalupe Victoria	El Tunal	Durango, Durango	2,000	1,820	3,343	2,646	1 LBRE Y 1 CONTROLADO	<b>IN SEGURA</b>
6	Adolfo López Mateos	El Humaya	Badajáguato, Sinaloa	15,000	5,600	35,689	10,192	LBRE	<b>IN SEGURA</b>
7	Luis L. León	El Ranero	Aldama, Chihuahua	7,000	7,000	6,647	1,847	CONTROLADO	SEGURA
8	Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	Durango, Durango	1,140	1,140	1,120	367	LBRE	SEGURA
9	Venustiano Carranza	Don Martín	Juárez, Coahuila de Zaragoza	6,600	2,770	19,432	16,366	CONTROLADO	<b>IN SEGURA</b>
10	Rodrigo Gómez	La Boca	Santiago, Nuevo León	2,250	2,250	1,871	1,857	CONTROLADO	SEGURA
11	Madín*	Madín	Naucaipan, Edo. de México	ND	1,200	1,964	1,200	CONTROLADO	SEGURA
12	Juan Sabines*	El Portillo II	Chiapas	2,000	1,425	14,343	1,425	LBRE	<b>IN SEGURA</b>

\*No están en este informe