

SEGUNDO SEMINARIO TEMÁTICO

La Gestión de los Distritos de Riego de México: problemática y retos



Política óptima de extracción de agua de las presas de almacenamiento

Luis Rendón Pimentel

5 de noviembre de 2020

Volúmenes de agua extraídos de los distritos de riego

Año	Presas		Derivaciones		Pozos		Bombeos		Total	
	Mm3	%	Mm3	%	Mm3	%	Mm3	%	Mm3	%
2016-2017	20,671.885	66.9%	6,467.503	20.9%	3,388.673	11.0%	385.551	1.2%	30,913.612	100.0%
2015-2016	19,116.680	65.4%	6,314.422	21.6%	3,421.486	11.7%	364.532	1.2%	29,217.120	100.0%
2014-2015	16,996.044	63.4%	6,131.419	22.9%	3,337.235	12.4%	354.352	1.3%	26,819.050	100.0%
2013-2014	16,266.663	61.4%	5,901.668	22.3%	3,684.257	13.9%	643.260	2.4%	26,495.847	100.0%
2012-2013	15,062.334	58.8%	5,972.476	23.3%	3,798.075	14.8%	777.751	3.0%	25,610.636	100.0%
2011-2012	15,368.505	59.9%	6,029.444	23.5%	3,641.702	14.2%	636.672	2.5%	25,676.323	100.0%
2010-2011	23,808.205	68.5%	6,780.068	19.5%	3,533.826	10.2%	654.221	1.9%	34,776.320	100.0%
2009-2010	18,472.453	65.9%	5,903.989	21.1%	3,297.735	11.8%	359.364	1.3%	28,033.541	100.0%
2008-2009	21,366.039	66.3%	7,005.424	21.7%	3,341.657	10.4%	505.518	1.6%	32,218.638	100.0%
2007-2008	20,451.760	65.9%	6,987.889	22.5%	3,175.424	10.2%	437.299	1.4%	31,052.373	100.0%
2006-2007	18,993.599	65.1%	6,588.738	22.6%	3,342.122	11.5%	235.613	0.8%	29,160.072	100.0%
2005-2006	15,957.416	63.9%	5,690.817	22.8%	3,012.961	12.1%	308.889	1.2%	24,970.082	100.0%
2004-2005	18,214.005	63.7%	7,244.184	25.3%	2,663.206	9.3%	455.558	1.6%	28,576.953	100.0%
2003-2004	13,061.207	55.1%	6,892.607	29.1%	3,324.197	14.0%	424.403	1.8%	23,702.414	100.0%
2002-2003	14,290.471	58.7%	6,545.510	26.9%	3,179.625	13.1%	313.090	1.3%	24,328.696	100.0%
2001-2002	16,314.206	62.4%	6,556.604	25.1%	2,855.792	10.9%	434.251	1.7%	26,160.853	100.0%

Objetivo

Disminuir la variabilidad de la oferta de agua de las presas de almacenamiento, entre un máximo y un mínimo.

MODELO TIPO ÓPTIMA

Series hidrológicas

Escurrecimientos históricos mensuales

#	Mes	Año						Promedio
		1	2	3	..	i	i+1	Mensual
1	Octubre	---	---	---	---	---	---	---
2	Nov	---	---	---	---	---	---	---
3	Dic	---	---	---	---	---	---	---
4	Ene	---	---	---	---	---	---	---
5	Feb	---	---	---	---	---	---	---
6	Mar	---	---	---	---	---	---	---
7	Abr	---	---	---	---	---	---	---
8	May	---	---	---	---	---	---	---
9	Jun	---	---	---	---	---	---	---
10	Jul	---	---	---	---	---	---	---
11	Ago	---	---	---	---	---	---	---
12	Sep	---	---	---	---	---	---	---
	Anual	Suma						

MODELO TIPO ÓPTIMA

Ecuación de conservación de la masa (almacenamiento en presa)

$$Alm_{i+1} = Alm_i + E_i - S_i$$

donde:

$$E_i = Entradas = Esc_i + LL_i$$

$$S_i = Salidas = Ext_i + Ev_i + In_i$$

Sujeto a la siguiente restricción:

$$NAMINO \leq Alm \leq NAMO$$

MODELO TIPO ÓPTIMA

Demandas: máxima ($D_{\text{máx}}$) y mínima (D_{min})

$D_{\text{máx}}$ = Volumen requerido a extraer para entregar el volumen concesionado en los puntos de control

$$D_{\text{min}} = D_{\text{máx}} * R$$

$R = \text{Restricción}, 0 < R < 1$

MODELO TIPO ÓPTIMO

Modelo de optimización de tipo lineal con extracciones anuales variables propuesto por Acosta Godínez y Castañeda Peña (1991)

$$EXTRAC = \alpha * Alm_c + \beta$$

Donde:

EXTRAC = Extracción anual

α = Pendiente de la recta

β = Ordenada al origen

Alm_c = Almacenamiento al inicio del año agrícola

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$NAMINO \leq Alm \leq NAMO$$

$$D_{min} \leq EXTRAC \leq D_{m\acute{a}x}$$

EL SISTEMA DE PRESAS LA BOQUILLA – LAS VÍRGENES

PRESA	CONSTRUCCIÓN	RÍO	CAPACIDAD DE CONSERVACIÓN (Mm ³)
La boquilla	1910-1916	Conchos	2,893.6
Las Vírgenes	1941-1949	San Pedro	355.3
Suma			3,248.9

PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE DERECHOS DE AGUA (PADUA)

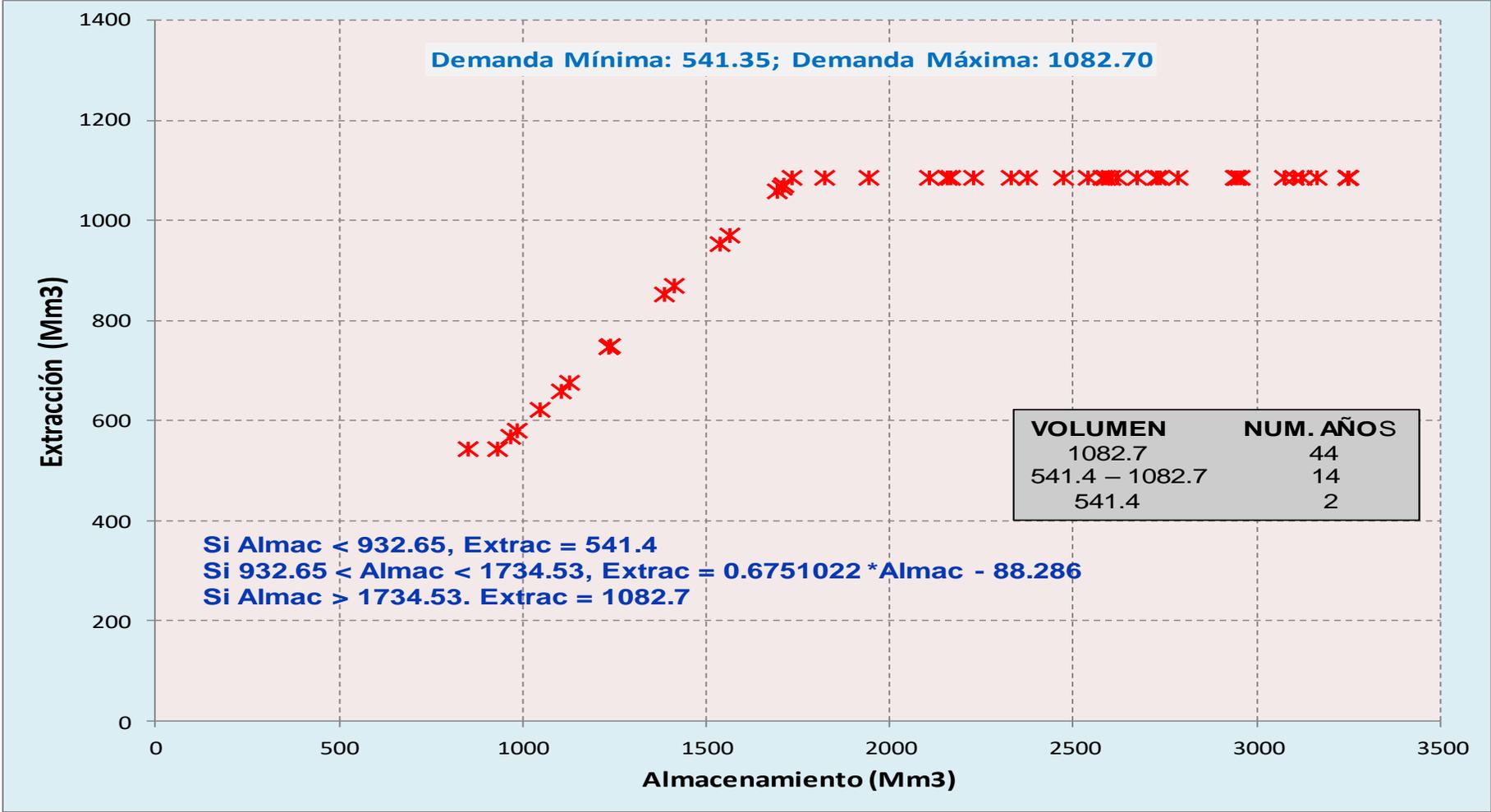


Módulo	Superficie (ha)			Volumen (Mm ³)		
	Original	Disminuida	Actual	Original	Disminuida	Actual
7	23,948.6	5,514.6	18,434.0	269.4	65.2	204.2
8	6,969.7	2,191.7	4,778.0	78.2	26.0	52.2
Suma	30,918.3	7,706.3	23,212.0	347.6	91.2	256.4

Volúmenes de Agua Concesionado y Asignado a los Usuarios de las Águas de las Presas La Boquilla y Las Vírgenes, Antes y Después del PUSACC

Usuario	Uso	Volumen (Mm ³)	
		Anterior	Actual
Distrito de Riego 005, Delicias	Agrícola	1,142.022	950.127
Labores Viejas de Camargo	Agrícola	85.254	85.254
Labores Viejas de San Francisco de Conchos	Agrícola	32.329	32.329
Ciudad de Camargo	Público	15.0	15.0
Total		1,274.605	1,082.72

Política óptima de extracción de agua de las presas: La Boquilla y Las Vírgenes



Modificación de los Títulos de Concesión



Anterior	Actual
<p>El volumen indicado en la carátula de este Título de Concesión corresponde al promedio de extracción de la (s) fuentes (s) de abastecimiento del Distrito, descontando las pérdidas por conducción hasta los puntos de control y en su caso, de los volúmenes comprometidos para los usos diferentes al riego; por lo que durante la vigencia del presente Título de Concesión, el volumen que dispondrá “La Concesionaria” en cada año agrícola podrá ser mayor cuando exista disponibilidad del recurso o menor cuando se presenten condiciones de escasez, pero en promedio en el período indicado será muy cercano o igual al valor indicado en la carátula; “La Comisión” definirá el volumen correspondiente en función de la disponibilidad existente al inicio de cada año agrícola y del Plan de Riegos Autorizado de acuerdo con las condiciones establecidas en esta TERCERA CONDICIÓN ESPECÍFICA DE EXPLOTACIÓN.</p>	<p>El volumen indicado en la carátula de este Título de Concesión corresponde al máximo de extracción de la (s) fuentes (s) de abastecimiento del Distrito, descontando las pérdidas de conducción hasta los puntos de control y en su caso, de los volúmenes comprometidos para los usos diferentes al riego; por lo que durante la vigencia del presente Título de Concesión, el volumen que dispondrá “La Concesionaria” en cada año agrícola podrá ser igual cuando exista disponibilidad del recurso o menor cuando se presenten condiciones de escasez, pero en promedio en el período indicado será ligeramente menor al valor indicado en la carátula; “La Comisión” definirá el volumen correspondiente en función de la disponibilidad existente al inicio de cada año agrícola y del Plan de Riegos Autorizado de acuerdo con las condiciones establecidas en esta TERCERA CONDICIÓN ESPECÍFICA DE EXPLOTACIÓN.</p>

Cuadro 8. Redacciones anterior y actual de la Tercera Condición Específica de los Títulos de Concesión.

RESULTADOS

Volúmenes de Agua Almacenados el 1° de octubre, que Ingresaron, se Extrajeron y Derramaron las Presas La Boquilla y Las Vírgenes

Año Agrícola	Volumen (Hm ³)			
	1° Octubre	Ingresado	Extraído	Derramado
2005-2006	1,547.00	2,779.50	665.9	459.8
2006-2007	2,955.50	922.4	947.9	0
2007-2008	2,471.70	4,040.40	809.5	1,980.20
2008-2009	3,249.40	1,256.60	1,053.70	133.9
2009-2010	2,773.40	1,902.00	983.6	111.9
2010-2011	3,161.60	458.1	1128.9	0
2011-2012	1,774.90	696.3	1008.2	0
2012-2013	1,079.80	1907.3	521.5	0
2013-2014	1,810.80	2410.2	744.8	353.3
2014-2015	2,730.90			

AÑO AGRÍCOLA 2020-2021

Presa	Almacenamiento 1° octubre	EXTRAC	
		Mm ³	%
La Boquilla	920.88		
Las Vírgenes	85.36		
Suma	1,006.24	591.03	54.6

MODELO FUNVASO

¿Cuánto volumen extraer de las presas La Boquilla y Las Vírgenes?

$$Alm_{i+1} = Alm_i + E_i - S_i$$

donde:

$$E_i = Esc_i + LL_i$$

$$S_i = Ext_i + Ev_i + In_i$$

Esc = Esgurrimiento esperado al 98% de probabilidad

Sujeto a la siguiente restricción:

$$NAMINO \leq Alm \leq NAMO$$

CONCLUSIONES

- Las presas de almacenamiento son las fuentes de agua más importante de los distritos de riego, pero también son las más variables en el tiempo.
- La política óptima de extracción de agua de las presas de almacenamiento permite estabilizar su oferta, entre un máximo y un mínimo, definidos en los comités hidráulicos de los distritos de riego

RECOMENDACIONES

- Definir la política óptima de extracción de agua de cada presa o sistema de presas de los distritos de riego.
- Proponer y aprobar en los comités hidráulicos de cada distrito de riego la política óptima obtenida.

Muchas gracias



Dr. Luis Rendón Pimentel

Consultor Independiente y ANEI

Correo-e: rendon.luis9351@gmail.com



Para citar esta presentación:

Rendón Pimentel, L. 2020. [Política óptima de extracción de agua de las presas de almacenamiento](#). Segundo Seminario Temático "La Gestión de los Distritos de Riego de México: problemática y retos". 5 de noviembre de 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII). México. 18 pp.

Consulta el portal del COMEII y sus redes sociales:

www.comeii.com y www.riego.mx