

RESULTADOS DE 35 BATIMETRÍAS DE LA REGIÓN CENTRO-NORESTE DE MÉXICO, SEGÚN EL DIAGRAMA UNIVERSAL DE SEDIMENTACIÓN EN EMBALSES DE ZHIDE ZHOU

• Daniel Francisco Campos-Aranda •
Profesor Jubilado de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

Resumen

De inicio se citan varios conceptos en relación con los embalses y su sedimentación. Enseguida se describe con detalle el llamado Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses (DUSE), propuesto por Zhide Zhou en 1993. Este diagrama permite representar la sedimentación ocurrida en cualquier presa o embalse, en función de dos de sus parámetros más relevantes: su capacidad total y su volumen escurrido medio anual. Los resultados numéricos de 35 batimetrías realizadas en presas medianas y pequeñas de la región centro y noreste de México se dibujaron en el DUSE y se interpretó su ubicación. Se concluye que el DUSE es una herramienta útil, la cual permite una caracterización regional de la sedimentación ocurrida en sus embalses.

Palabras clave: presas, embalses, sedimentos, escurrimiento medio anual, capacidad total.

Introducción

Las *presas* o *embalses* son las obras hidráulicas básicas del aprovechamiento de los recursos hidráulicos; su objetivo fundamental consiste en guardar los *escurrimientos* excedentes a la demanda y utilizarlos cuando ésta resulta superior. Bajo tal planteamiento, existen dos tipos de embalses: (1) los estacionales, comúnmente pequeños, que guardan agua de la época de lluvias y la utilizan en el estiaje siguiente; (2) los hiperanuales, generalmente grandes, que almacenan agua de los años húmedos y la emplean en los años secos. Debido a que el escurrimiento de todos los ríos transporta sedimentos, ambos tipos de embalses siempre están sometidos a un proceso de *sedimentación*, el cual reduce su capacidad para almacenar agua.

Los sedimentos que transporta el escurrimiento se originan en los procesos de erosión que ocurren en la cuenca; además, existen

mecanismos de socavación en el propio cauce y en sus orillas, que también producen material que se moverá debido a la turbulencia del flujo en el río. De acuerdo con la manera en que es transportado el sedimento en el río, éste se clasifica en dos grandes tipos: (a) en suspensión, cuando está sostenido por la turbulencia y (b) en el fondo, cuyo avance puede ser rodando, saltando o deslizándose (Fabián-Rivera *et al.*, 2005).

La medición de los sedimentos en un río tiene muchas dificultades, unas provienen de la complejidad de los procesos de erosión, transporte y depósito dentro del propio cauce, otras de los costos asociados con tales mediciones y, finalmente, otras relativas a la carencia de un programa exclusivo para obtener este tipo de datos, en el estiaje y en la época de crecientes, así como en suspensión y en el fondo, ya que rutinariamente sólo se muestrea el transporte de sólidos cerca de la superficie (Fabián-Rivera *et al.*, 2005).

Por otra parte, ante la presión que ejerce el aumento de la demanda para todos los usos, originada por el crecimiento poblacional, el incremento de la productividad y la búsqueda de mejores nivel de vida, resulta inadmisibles perder capacidad de almacenamiento en los embalses, pues ello significa menor garantía para el abastecimiento e incluso la falla para surtir la demanda. En este contexto, es muy importante saber qué capacidad útil tiene cada embalse que lleva años en operación. Ante la escasez de datos sobre sedimentos, para realizar las estimaciones necesarias, las *batimetrías* resultan ser una práctica económica y confiable para obtener una aproximación numérica a la sedimentación ocurrida en cada embalse (Vanoni, 1975; Bruk, 1985; Morris y Fan, 1998; Mobayed-Khodr, 2002).

Con esto último en mente, hacia mediados de los años setenta se inició en la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) un programa de levantamientos batimétricos de embalses pequeños y medianos en la región centro-noreste del país, el cual se intensificó en la década de los años ochenta, llegando a completar 35 batimetrías. Los resultados de tales batimetrías son ahora procesados para su vaciado e interpretación en el llamado *Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses (DUSE)* y ello constituye el objetivo de este trabajo.

Desarrollo

Información procesada de batimetrías

Entre 1926 y 1946, todos los aspectos asociados con la planeación, diseño y construcción de las presas en el país eran realizados por la Comisión Nacional de Irrigación, la cual se transformó, en 1947, en la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), misma que operó hasta 1976, cuando se fusionó con la Secretaría de Agricultura y Ganadería, para establecer la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), precursora de la actual Comisión Nacional del Agua, que nace en 1989. En la SRH existió la Dirección de Pequeña Irrigación, que tenía

cuatro subdirecciones regionales, una de ellas, la Noreste, abarcaba los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí.

En la Subdirección Regional Noreste se inició a mediados de los años setenta un programa de levantamientos batimétricos, orientado a encontrar indicadores reales de la sedimentación en embalses de tal región. Tal programa duró más de diez años y en total se realizaron 35 batimetrías. Las características generales de las 35 presas y los resultados de sus respectivas batimetrías se presentan en el cuadro 1, en las columnas 1 a 7 (González-Ortiz, 1996; González-Ortiz y Campos-Aranda, 1996). En estas referencias se tienen coordenadas y mapas de detalle que establecen la ubicación de las 35 presas del cuadro 1. En la figura 1 se muestra su localización aproximada, según numeración del cuadro 1.

Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses (DUSE)

Zhide Zhou del International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation de Beijing, China, indica que en este país existen 82 848 presas, de las cuales 18 000 son grandes, pues su cortina tiene más de 15 metros de altura. De acuerdo con 231 batimetrías llevadas a cabo a inicios de los años ochenta a presas medianas y grandes, con capacidad mayor de 10.0 millones de m^3 (Mm^3), se encontró que el 14.3% del total del volumen de almacenamiento estaba ocupado por sedimentos y que la pérdida promedio anual de capacidad en los embalses de China es del 2.3%, la mayor del mundo (Zhou, 1993).

Como ya se indicó, cada río transporta sedimentos y, por lo tanto, en todos los embalses ocurrirá un proceso de sedimentación. Para caracterizar tal proceso, Zhide Zhou definió dos cocientes adimensionales: uno para las abscisas (Φ) y otro para las ordenadas (Ψ) de un gráfico logarítmico, en el cual se puede dibujar la sedimentación ocurrida en cualquier embalse; Φ es el cociente entre la capacidad

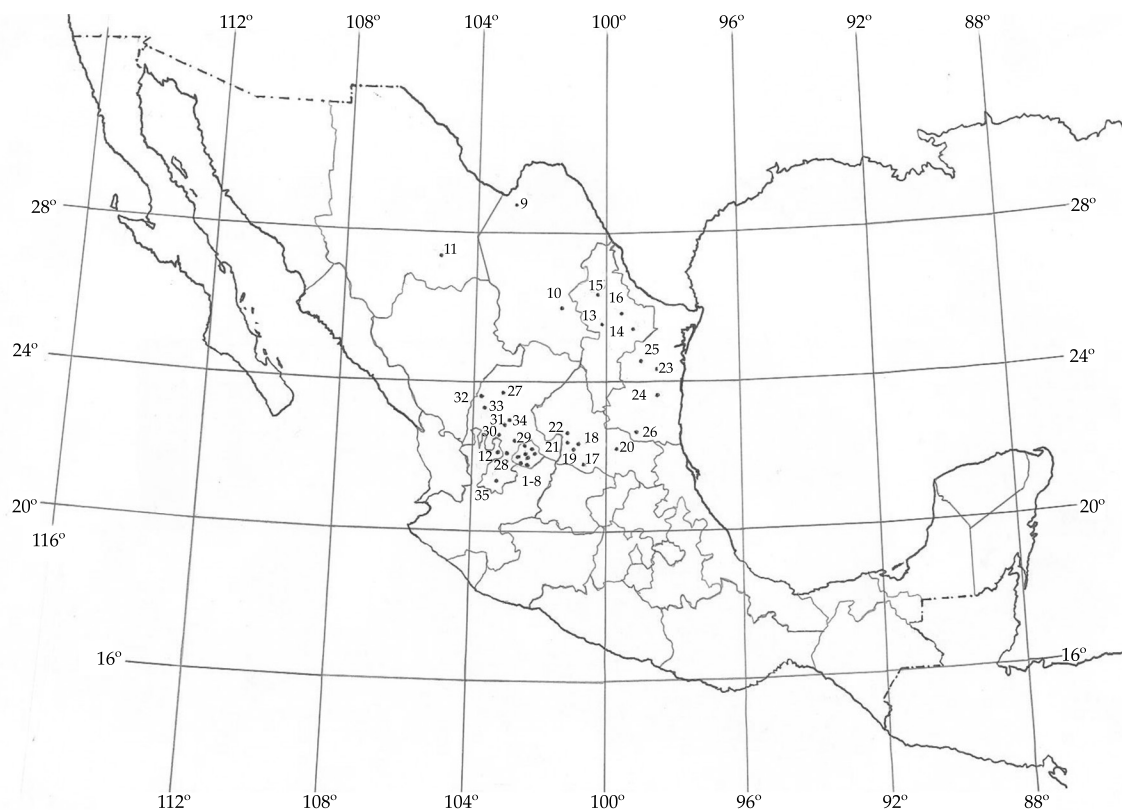


Figura 1. Localización aproximada de las 35 presas. Numeración según el cuadro 1.

total del embalse (CT) y el volumen escurrido medio anual (VEMA), ambas cantidades expresadas en millones de m^3 (Mm^3); Ψ es el cociente entre CT y el volumen de sedimentos medio anual (VSMA) que llegan a tal embalse, nuevamente ambas en Mm^3 . Tres líneas rectas definen igual número de grupos de embalses, según la concentración de sedimentos en el río: I) de baja concentración, menor que $1 \text{ kg}/m^3$; II) de concentración media, cuando la cantidad de sedimentos oscila entre 1 y $10 \text{ kg}/m^3$, y III) de alta concentración, cuando el transporte de sólidos es mayor de $10 \text{ kg}/m^3$ (Zhou, 1993).

El gráfico así definido se llama Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses (DUSE). El construido por Zhide Zhou se muestra en la figura 2, cuya relación de embalses dibujados se tiene en el cuadro 2. En el

DUSE, las presas que tienen gran capacidad en relación con el VEMA se ubican hacia el lado derecho, caso de las hiperanuales y almacenamientos de las zonas áridas. Respecto al VSMA, las presas con aportaciones bajas se localizan hacia arriba del gráfico.

Cálculo de los coeficientes adimensionales Φ y Ψ

Para dibujar los resultados de las 35 batimetrías realizadas en presas pequeñas y medianas de la región centro-noreste de México, se dividió el volumen de sedimentos calculado entre el número de años de operación y ello condujo al valor del VSMA. Lógicamente se tiene como dato el volumen o capacidad total de la presa (CT). Lo que presentó más dificultades para su

Cuadro 1. Características generales de las 35 presas indicadas, sus batimetrías y resultados de los cálculos necesarios para dibujarlos en el Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses.

Presas número	Nombre de la presa	Estado	Área de cuenca (A, km ²)	Años inicial y de la batimetría (lapso de funcionamiento)	Capacidad total inicial (CT, Mm ³)	Vol. de sed. medio anual (VSMA, Mm ³)	PMA (CE)*	VEMA* (Mm ³)	$\Psi = \frac{CT}{VSMA}$	$\Phi = \frac{CT}{VEMA}$
1	El Niágara	Ags.	4 844.0	1963-1985 (22)	16.500	0.0518	540 (0.075)	196.182	318.5	0.084
2	Abelardo L. Rodríguez	Ags.	200.0	1930-1985 (55)	28.700	0.1262	560 (0.090)	10.080	227.4	2.847
3	La Codorniz	Ags.	172.0	1966-1983 (17)	5.340	0.0317	555 (0.095)	9.069	168.5	0.589
4	El Saucillo	Ags.	118.7	1940-1984 (44)	6.800	0.0114	470 (0.070)	3.905	596.5	1.741
5	Peña Blanca	Ags.	92.6	1964-1983 (19)	4.420	0.0193	535 (0.090)	4.459	229.0	0.991
6	Pilotos	Ags.	79.4	1973-1983 (10)	0.816	0.0117	535 (0.090)	3.823	69.7	0.213
7	Ordeña Vieja	Ags.	73.1	1974-1983 (9)	4.051	0.0086	510 (0.090)	3.355	471.0	1.207
8	El Cedazo	Ags.	60.3	1960-1983 (23)	1.200	0.0330	470 (0.070)	1.984	36.4	0.605
9	Piedritas	Coa.	3 015.0	1968-1988 (20)	22.062	0.2592	250 (0.050)	37.688	85.1	0.585
10	Alto de Norias	Coa.	31.5	1968-1987 (19)	2.807	0.0439	280 (0.060)	0.529	63.9	5.306
11	Talamantes	Chi.	605.0	1902-1987 (85)	31.000	0.0282	450 (0.080)	21.780	1 099.3	1.423
12	Tenasco	Jal.	150.0	1961-1983 (22)	10.500	0.0615	627 (0.135)	12.700	170.7	0.827
13	La Boca	NL	266.0	1957-1987 (30)	17.130	0.0431	650 (0.160)	27.664	397.4	0.619
14	Agualeguas	NL	116.0	1967-1983 (16)	10.772	0.0368	610 (0.105)	7.430	292.7	1.450
15	Sombretillo	NL	64.4	1968-1984 (16)	5.562	0.0351	600 (0.100)	3.864	158.5	1.439
16	Loma Larga	NL	27.6	1964-1984 (20)	4.416	0.0113	605 (0.110)	1.837	390.8	2.404
17	Ojo Caliente	SLP	250.0	1966-1983 (17)	10.255	0.0476	480 (0.085)	10.200	215.4	1.002
18	San José	SLP	167.0	1905-1975 (70)	7.500	0.0400	385 (0.120)	7.700	187.5	0.974

Cuadro 1 (continuación). Características generales de las 35 presas indicadas, sus batimetrías y resultados de los cálculos necesarios para dibujarlos en el Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses.

19	El Peaje	SLP	81.0	1950-1976 (26)	8.000	0.0538	530 (0.190)	8.157	148.7	0.981
20	Álvaro Obregón	SLP	66.0	1940-1982 (42)	3.904	0.0301	750 (0.140)	6.930	129.7	0.563
21	Mexquitic	SLP	57.0	1926-1982 (56)	5.000	0.0030	410 (0.100)	2.337	1 666.7	2.139
22	El Tecolote	SLP	37.8	1968-1983 (15)	2.035	0.0065	425 (0.105)	1.687	313.1	1.206
23	La Loba	Tam.	234.0	1969-1986 (17)	3.400	0.0647	680 (0.110)	17.503	52.6	0.194
24	La Lajilla	Tam.	117.0	1964-1985 (21)	6.180	0.0173	650 (0.110)	8.366	357.2	0.739
25	El Chamal	Tam.	75.9	1967-1984 (17)	8.154	0.0216	750 (0.120)	6.831	377.5	1.194
26	El Oyul	Tam.	40.6	1973-1985 (12)	10.319	0.0391	1 120 (0.250)	11.368	263.9	0.908
27	El Cazadero	Zac.	5 167.0	1964-1985 (21)	58.100	0.2852	450 (0.070)	162.761	203.7	0.357
28	Tayahua	Zac.	2 601.0	1974-1988 (14)	38.190	0.0372	570 (0.080)	118.606	1 026.6	0.322
29	Palomas	Zac.	347.0	1970-1987 (17)	8.000	0.1006	510 (0.120)	21.236	79.5	0.377
30	Achimec II	Zac.	232.5	1969-1983 (14)	9.000	0.0259	485 (0.110)	12.404	347.5	0.726
31	Víboras	Zac.	231.0	1948-1987 (39)	2.000	0.0110	470 (0.105)	11.400	181.8	0.175
32	Santos Bañuelos	Zac.	134.9	1976-1983 (7)	3.000	0.0036	630 (0.170)	14.448	833.3	0.208
33	Dolores	Zac.	120.0	1972-1987 (15)	4.912	0.0447	550 (0.125)	8.250	109.9	0.595
34	Susticacán	Zac.	93.2	1966-1984 (18)	5.330	0.0056	470 (0.150)	6.571	951.8	0.811
35	Chuhutla	Zac.	84.0	1970-1986 (16)	6.000	0.0650	715 (0.170)	10.210	92.3	0.588

PMA: precipitación media anual, en milímetros.

CE: coeficiente de escurrimiento medio anual, adimensional.

VEMA: volumen escurrido medio anual, en millones de m³.

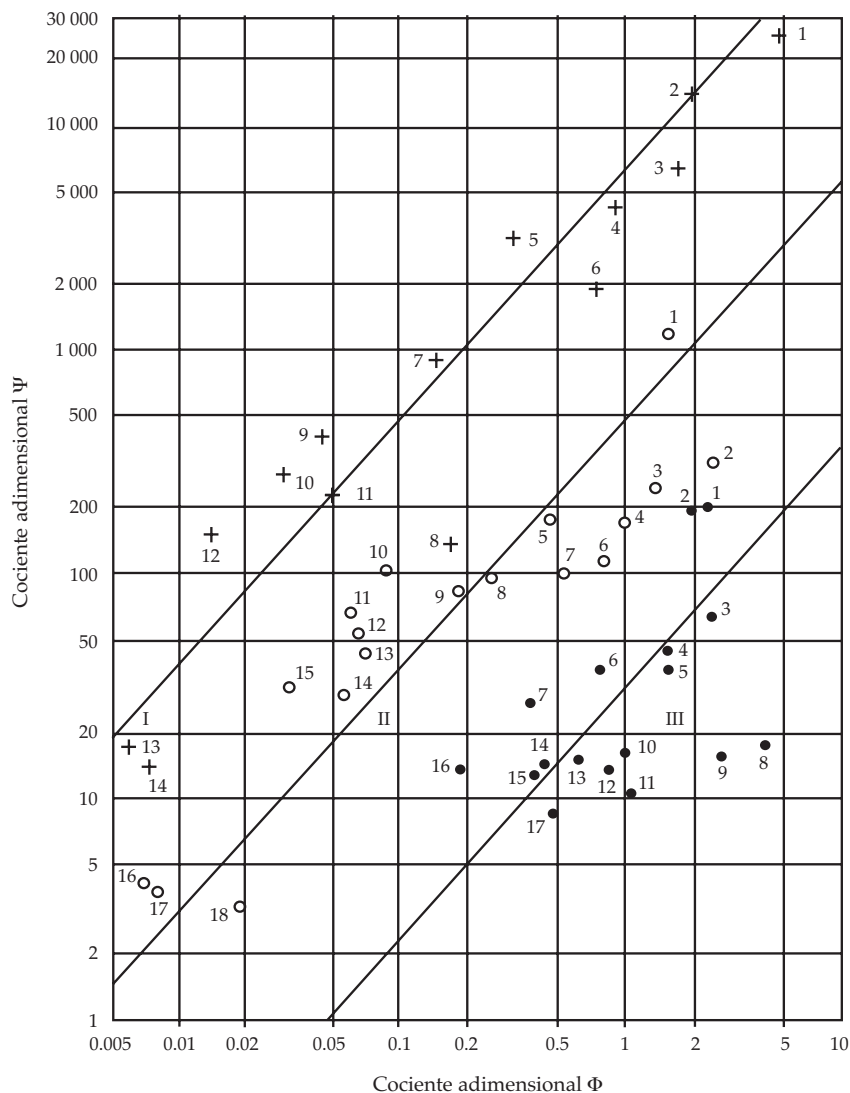


Figura 2. Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses de Zhide Zhou (1993).

estimación fue el VEMA, ya que al no contar con información hidrométrica en tales presas, su estimación se abordó a través del método del coeficiente de escurrimiento (Campos-Aranda, 2009a), cuya fórmula es:

$$VEMA = \frac{CE \cdot PMA \cdot A}{1\,000} \quad (1)$$

en la cual, el VEMA está en Mm^3 , CE es el coeficiente de escurrimiento medio anual,

adimensional; PMA es la precipitación media anual en la cuenca, en milímetros, y A es el área de ésta, en km^2 . La PMA se estimó con base en las cartas de tal variable del INEGI (1980), definiendo con las curvas isoyetas su orden de magnitud y con los valores puntuales de cada estación pluviométrica cercana su valor adoptado. Respecto al valor de CE , se seleccionó tomando en cuenta la magnitud de la PMA , la cual indirectamente define la vegetación y el clima de la región; además, se consideró la orografía general de la cuenca y

Cuadro 2. Relación de embalses del DUSE original de Zhide Zhou.

Número de embalse	Baja concentración (+) ($< 1 \text{ kg/m}^3$)	Concentración media (°) (1 a 10 kg/m^3)	Alta concentración (●) ($> 10 \text{ kg/m}^3$)
1	Meishan	Aswan	Elephant Butte
2	Dongjiang	Mead	Boulder
3	Xin'anjiang	Dahuofang	Hongshan
4	Fengman	Gangnan	Guanting
5	Shangyoujiang	Danjiangkou	Fenhe
6	Bailianhe	Fengjiashan	Ximalin
7	Zhaxi	Liujiaxia	Honglingjin
8	Huanglongtan	Mangla	Xingiao
9	Shuikou	Tarbela	Bajiazui
10	Huantankou	Three Gorges	Heisonglin
11	Wuqiangxi	Rosieres	Zhiyu
12	Fuchunjiang	Low Aswan	Hengshan
13	Rock Creek	Lago Loiza	Zhangjian
14	Gongzui	Bikou	Shimen
15		Amaluca	Xiaolangdi
16		Warsak	Sanmenxia
17		Yanguoxia	Zhenziliang
18		Qingtongxia	

su magnitud. En este proceso se tomaron en cuenta los resultados obtenidos por Campos-Aranda (2009a).

La estimación del VSMA se tiene en la columna 7 del cuadro 1; las estimaciones asociadas con el VEMA se presentan en las columnas 8 y 9. Finalmente, en las dos últimas columnas del cuadro 1 se tienen los valores estimados para los cocientes adimensionales Ψ y Φ .

Análisis de los resultados

Antes de proceder a la interpretación de los resultados en el DUSE, conviene aclarar que el programa de levantamientos batimétricos de la Subdirección Regional Noreste de la SARH, únicamente se desarrolló durante su primera etapa, la cual abarcó embalses con características similares en su sedimentación ocurrida u observada. La segunda y tercera etapas, que se orientaban a embalses pequeños con azolvamiento extremo y a gran-

des embalses, respectivamente, no se realizaron.

En la figura 3 se muestran los 35 puntos que corresponden a los embalses del cuadro 1. Se observa que las presas El Niágara (1), Tayahua (28) y Santos Bañuelos (32), se ubican en ríos con baja concentración de sedimentos; por el contrario, Abelardo L. Rodríguez (2), El Cedazo (8) y Alto de Norias (10), se aproximan a corrientes de alto transporte de sedimentos. El resto de los embalses forman un grupo que se localiza en ríos de concentración media, pudiéndose distinguir, de manera aproximada, dos subgrupos: el primero formado por las presas 4, 6, 7, 11, 13, 23, 24, 27, 30, 31 y 34; y el segundo, por los embalses 3, 5, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 29, 33 y 35.

Este segundo subgrupo presenta gran similitud de valores del VSMA ($\text{Mm}^3/\text{año}$), cuyas medidas de tendencia central, según el modelo Gamma (Campos-Aranda, 2005), son: media aritmética igual a 0.0532, mediana

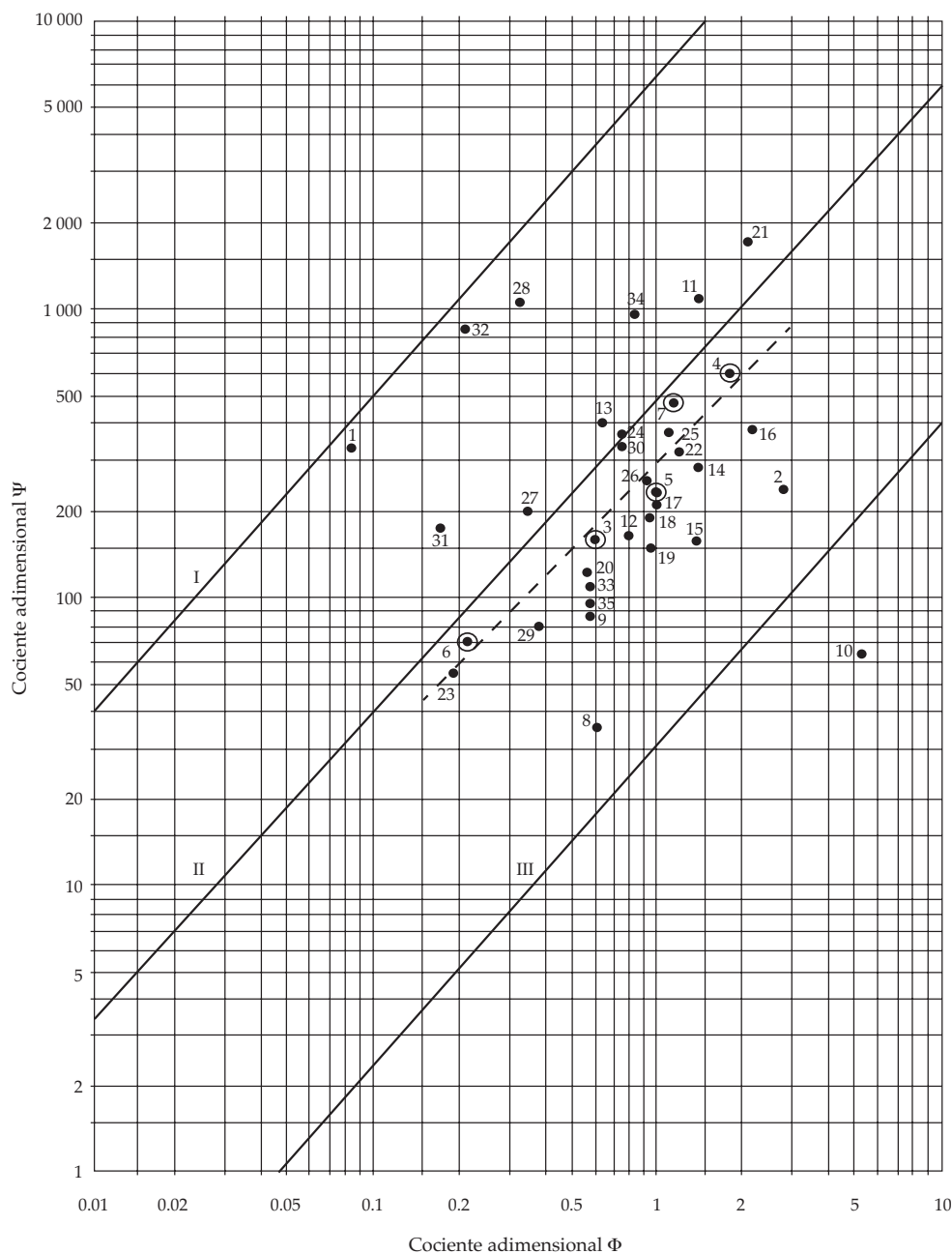


Figura 3. Resultados de las 35 batimetrías en el DUSE.

poblacional de 0.0430 y 0.0722 como valor con probabilidad de no excedencia del 75%. Los valores ($Mm^3/año$) de los parámetros estadísticos anteriores, para las 35 batimetrías procesadas son, respectivamente: 0.0490, 0.0356 y 0.0675. Recientemente, las magnitudes

del VSMA que no son excedidas en 3, 4 o 5 años, es decir las que tienen probabilidades de no excedencia del 66.7, 75 y 80%, han sido sugeridas como parámetros de diseño, en lugar de la media aritmética (Campos-Aranda, 2009b).

Es importante observar que el DUSE permite identificar rectas con pendiente similar a las que definió Zhide Zhou en embalses localizados en una zona geográfica o región definida, por ejemplo, el estado de Aguascalientes, con las presas 3, 4, 5, 6 y 7, indicadas con doble círculo en la figura 3, definen una recta cuya expresión es:

$$\Psi = 312.617 \cdot \Phi^{1.0237} \quad (2)$$

siendo su coeficiente de determinación de 0.9465. Esta recta se muestra punteada en la figura 3.

Un aspecto importante en relación con las estimaciones del cuadro 1 es la aproximación que está implícita en el VEMA, lo cual se verá reflejado en la ubicación del embalse en las abscisas. Para mejorar tal estimación, se recomienda utilizar y procesar la información disponible sobre la operación de la presa, lo cual conducirá a una ubicación más precisa y probablemente a una mejor caracterización regional del cociente Ψ para diseño de la capacidad de azolves en un embalse, cuando se conoce su valor de Φ .

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, se considera que el Diagrama Universal de Sedimentación en Embalses (DUSE) de Zhide Zhou (1993) constituye una herramienta útil para presentar los resultados de las batimetrías practicadas en todo tipo de embalses.

Se considera factible poder regionalizar los resultados, para utilizarlos en el dimensionamiento de la capacidad para azolves de las presas bajo diseño que se ubiquen dentro de tal región, mediante una recta paralela a las del DUSE.

En estudios de gran visión y/o proyectos preliminares se puede utilizar un valor de 0.0675 Mm³/año, como volumen probable de acumulación por sedimentos (VSMA), en presas pequeñas de la región noreste de México.

Recibido: 16/12/10
Aceptado: 09/02/12

Referencias

- BRUK, S. Chapter 3: Field measurements. *Methods of Computing Sedimentation in Lakes and Reservoirs*. Paris: International Hydrological Programme, Panel 2.6.1., Unesco, 1985, pp. 41-63.
- CAMPOS-ARANDA, D.F. *Agroclimatología Cuantitativa de Cultivos*. Anexo B: FDP Gamma Mixta. México, D.F.: Editorial Trillas, 2005, pp. 267-281.
- CAMPOS-ARANDA, D.F. Calibración del método del coeficiente de escurrimiento para la estimación de la disponibilidad anual en dos zonas geográficas de México. *Ingeniería hidráulica en México*. Vol. XXIV, núm. 3, julio-septiembre de 2009a, pp. 131-143.
- CAMPOS-ARANDA, D.F. Estimación probabilística del volumen de acarreo en suspensión en cuencas sin afloramientos de la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa). *Ingeniería. Investigación y Tecnología*. Vol. X, número 3, julio-septiembre de 2009b, pp. 227-236.
- FABIÁN-RIVERA, J.G., MEJÍA-ZERMEÑO, R., SOTO-CORTÉS, G. y VAL-SEGURA, R. Aspectos de la medición de sedimentos en México. *La Medición de Sedimentos en México*. Rivera-Trejo, F. et al. (editores). Jiutepec/Villhermosa, México: Ediciones IMTA-UJAT, 2005, pp. 11-15.
- GONZÁLEZ-ORTIZ, L.A. *Contraste de Procedimientos de Estimación de la Sedimentación en Embalses*. Tesis de Maestría. San Luis Potosí, México: Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 1996, 98 pp.
- GONZÁLEZ-ORTIZ, L.A. y CAMPOS-ARANDA, D.F. *Estudio de la sedimentación ocurrida en 35 embalses pequeños de las zonas centro y noreste de la República Mexicana (Estimación de la aportación de sedimentos de la cuenca)*. Tomo I, ponencia 42. XIV Congreso Nacional de Hidráulica (AMH), Acapulco, Guerrero, del 23 al 26 de octubre de 1996.
- INEGI. *Cartas de Precipitación Total Anual: Chihuahua, Guadalajara, Monterrey y México. Escala 1:1'000,000*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1980.
- MOBAYED-KHODR, N. Técnicas de bajo costo para determinar la sedimentación de embalses. *Avances en Hidráulica* 9. XVII Congreso Nacional de Hidráulica, Monterrey, Nuevo León, 2002, pp. 713-719.
- MORRIS, G.L. and FAN, J. Chapter 10: Sediment Deposits in Reservoirs. *Reservoir Sedimentation Handbook*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1998, pp. 10.1-10.42.

VANONI, V.A. (editor). Chapter III: Sediment measurement techniques, theme B: Reservoirs deposits. *Sedimentation Engineering. Manual and reports on engineering practice No. 54*. New York: American Society of Civil Engineers, 1975, pp. 349-382.

ZHOU, Z. Remarks on Reservoir Sedimentation in China. *Notes on Sediment Management in Reservoirs: National and International Perspectives*. Fan, S.-S., and Morris, G. (editors). Highlands Ranch, Colorado, USA: Water Resources Publications, LLC, 1993, pp. 153-160.

Abstract

CAMPOS-ARANDA, D.F. Results for 35 bathymetries in the Northeastern-Central region of Mexico, according to the Universal Reservoir Sedimentation Diagram by Zhide Zhou. *Water Technology and Sciences (in Spanish)*. Vol. III, No. 3, July-September, 2012, pp. 163-173.

This work first describes several concepts associated with reservoirs and their sedimentation. It then discusses in detail the "Universal Reservoir Sedimentation Diagram (URSD) proposed by Zhide Zhou in 1993. This diagram enables the representation of sedimentation occurring in any dam or reservoir in terms of two of the most important parameters: total storage capacity and mean annual runoff. The numerical results of 35 bathymetries conducted in small and medium dams in the central and northeastern regions of Mexico were diagrammed using the URSD and their location were interpreted. It is concluded that the URSD is a useful tool that enables the regional characterization of sedimentation occurring in reservoirs.

Keywords: dams, reservoirs, sediments, mean annual runoff, total capacity.

Dirección institucional del autor

Dr. Daniel Francisco Campos Aranda

Profesor jubilado de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Genaro Codina 240, Colonia Jardines del Estadio
78280 San Luis Potosí, San Luis Potosí, MÉXICO
Teléfono: +52 (444) 8151 431
campos_aranda@hotmail.com