

LOS EFECTOS DE LA DEFORESTACION EN EL REGIMEN DE LOS RIOS

POR EL ING. ANDRES GARCIA QUINTERO

JEFE DE LA SECCION DE HIDROLOGIA DEL DEPTO. DE ESTUDIOS DE LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION

Los factores hidrológicos

El régimen hidrológico en una cuenca de captación está determinado por los siguientes factores:

Geográficos.—Localización, área y forma de la cuenca.

Geofísicos.—Topografía del suelo, constitución geológica del mismo, disposición de la red hidrográfica.

Climatológicos.—Lluvia, evaporación, temperatura, humedad.

En el presente estudio se tratará lo relativo a la influencia que tienen los bosques en el régimen de las corrientes que drenan determinada cuenca y con objeto de no entrar en discusiones sobre la influencia que puedan tener los bosques en la precipitación pluvial, se parte del momento en que el agua de lluvia toca la superficie del suelo, que puede estar cubierta por los bosques, vegetación baja, desnuda y deforestada.

El escurrimiento superficial

Se denomina escurrimiento superficial a aquella parte del volumen llovido que logra escurrir sobre la superficie del suelo, una vez satisfechas las pérdidas de infiltración, transpiración y evaporación. De estas tres pérdidas la más importante

es la primera, pues tanto la transpiración como la evaporación son relativamente pequeñas comparadas con el volumen de agua que cae en forma de lluvias que generalmente ocurren en períodos pequeños de tiempo.

La superficie del suelo en la que cae la lluvia puede estar cubierta de bosques o puede estar deforestada. En el primer caso el escurrimiento superficial es retenido durante un período de tiempo más o menos grande de acuerdo con la capacidad retentiva de la capa vegetal, la porosidad del suelo, la pendiente general del terreno y otros factores menos importantes.

La rapidez con que el suelo o la capa vegetal superficial absorben el agua de lluvia es generalmente menor que la intensidad con que cae la lluvia, de manera que aun cuando la capacidad retentiva no se llene, la diferencia en intensidad da lugar a los primeros escurrimientos. Si la lluvia continúa cayendo y la capacidad de absorción o retención de la capa superficial se encuentra llena, entonces toda el agua excedente escurre inmediatamente que toca el suelo con ligeros retrasos a causa de las dificultades que tiene el agua para escurrir entre las ramas, hojas y troncos de los árboles situados inmediatamente encima del suelo.

Cuando la lluvia cae sobre una superficie desprovista de vegetación, la rapidez y volumen del escurrimiento superficial depende de la porosidad y la pendiente del terreno; en los terrenos áridos desprovistos de vegetación pueden tenerse suelos porosos y entonces habrá retención y regularización del volumen llovido antes de que haya escurrimiento superficial; pero en terrenos áridos, tepetatosos y de fuerte pendiente el coeficiente de escurrimiento es muy alto y la concentración de los gastos es tan brusca que determina aludes y torrentes de consecuencias muy perjudiciales.

Si las lluvias que se presenten son de origen ciclónico entonces son tan intensas que la capa vegetal en los terrenos forestados o el subsuelo poroso en los terrenos áridos no tienen tiempo de regularizar o retener las aguas de lluvia y rápidamente ocurre el escurrimiento superficial.

Lo que si es un hecho real es que donde hay vegetación hay retención del agua de lluvia y el período de escurrimiento es aumentado con lo que el gasto máximo proveniente de lluvias normales puede ser notablemente reducido. Para las grandes crecientes creo que no se tienen suficientes datos observados para reforzar cualquiera aseveración de carácter general sobre la influencia que pueden tener los bosques en los gastos máximos o en la frecuencia de las grandes avenidas.

De lo anterior se concluye que los bosques son necesarísimos para regularizar las crecientes normales, para aumentar el período de escurrimiento, para aumentar el gasto mínimo de los arroyos y ríos, reduciendo también el período de estiaje.

Pueden considerarse los bosques y áreas con vegetación como vasos reguladores necesarios para la conservación de las aguas de lluvia y las de manantiales; como todo vaso regulador su capacidad retentiva tiene un límite arriba del cual no

se tendrán efectos reguladores y por lo tanto en lluvias extraordinarias no debería esperarse retención de todas las aguas, ni disminución notable de los gastos máximos.

Para hacer más objetiva la descripción pudiera decirse que cada árbol que se tira es un golpe a la parte vital de una presa de almacenamiento; cada bosque que se destruye equivale a destruir una presa que es necesaria para la conservación no solamente del agua, sino de las obras hidráulicas y terrenos de riego.

Los bosques y la erosión de los suelos

Cuando ocurre el escurrimiento superficial, su poder erosivo y de arrastre varía con el gasto o la masa de agua en movimiento, con la pendiente y con la constitución del suelo.

Si se tiene un gasto muy fuerte y la superficie de escurrimiento es rocosa, la erosión y consecuentemente el arrastre, serán muy pequeños. Si la superficie de escurrimiento está formada por suelos provistos de vegetación cuyos tallos, ramas, troncos y raíces forman una trama protectora, entonces aunque puede haber algo de erosión, el poder de arrastre es controlado parcialmente, pues muchas partículas de acarreo quedan detenidas en la trama antes citada; como el producto de tales acarreos es materia fértil, da lugar a la formación de nuevas capas de suelo vegetal, formándose poco a poco los terrenos vegetales o humus que se encuentran bajo los bosques, que son característicos por su gran fertilidad.

En los terrenos erosionables, desprovistos de vegetación, se carece de la trama protectora que se ha citado anteriormente, y por lo mismo el poder erosivo y de arrastre de las corrientes superficiales, ejerce su acción fácilmente, acarreando con grandes cantidades de suelos a veces ricos agrícolamente; a veces de constitu-

ción química nociva para los terrenos bajos en que se deposita y a veces también de constitución inorgánica inerte que es perjudicial en los terrenos y obras hidráulicas situadas aguas abajo.

Para que haya erosión y arrastre de azolve se requiere:

1º Que la corriente de agua tenga suficiente velocidad.

2º Que tenga suficiente fuerza de arrastre (gasto).

3º Que la superficie de escurrimiento sea fácilmente erosionada.

4º Que los factores climatológicos y geofísicos como agentes de intemperismo ayudados por las fuertes tormentas, causen la erosión.

No hay erosión cuando:

1. Los agentes geofísicos de intemperismo sean relativamente poco efectivos.

2. Cuando la velocidad del agua en movimiento sea relativamente baja.

3. Cuando la superficie de escurrimiento esté debidamente protegida.

De manera que desde el punto de vista agrológico, mientras mayor sea la protección de los terrenos contra la erosión y el arrastre, mayor será la seguridad de no perderlos.

La falta de bosques y vegetación en las partes altas de las cuencas hidrográficas determina condiciones favorables a la erosión y el acarreo de azolve hacia los tramos bajos del río y hacia las obras y terrenos agrícolas. Los perjuicios que ocasiona dicho acarreo son los siguientes:

1º Disminución de la capacidad de los vasos de almacenamiento.

2º Disminución de la capacidad del cauce del río por los depósitos de azolve.

3º Perjuicios en las obras de derivación desprovistas de desarenadores.

4º Perjuicios en los canales principales y laterales a causa del depósito de azolve.

5º Perjuicios en los terrenos de riego.

Los anteriores problemas descritos en forma detallada, son los siguientes:

Disminución de la capacidad de almacenamiento de los vasos.—Si en un vaso de almacenamiento no se toman en cuenta los acarreos de azolve que provienen de la erosión en la cuenca alta, dicho vaso al final de períodos de tiempo relativamente pequeños reduce su capacidad en tal magnitud que en algunos casos han quedado inservibles; a fin de prever los perjuicios inherentes a la disminución de capacidades la Comisión Nacional de Irrigación, en los vasos que está estudiando o construyendo actualmente, ha dejado una capacidad extra destinada exclusivamente al depósito de los azolves que aportan las crecientes alimentadoras.

Así por ejemplo, en la presa de El Azúcar, de los 2,100 millones de m³ que tendrá de capacidad, 300 millones se dedicarán al depósito de azolves; 700 a riego de 60,000 Has. y 1,000 a control de avenidas. La presa de El Palmito, que tendrá 3,000 millones de m³ de capacidad total contará con 400 millones de m³ para azolve; en la presa de Solís, sobre el río Lerma, cerca de Acámbaro, que se está construyendo con 650 millones de m³ de capacidad total, contará con 50 millones de m³ únicamente para azolves. A la presa de Balcón del Diablo, sobre el río Atoyac, para el proyecto de riego del Valsequillo, se le dieron 400 millones de capacidad total, de los cuales 100 millones se dedicarán al depósito de azolves.

Lo anterior se refiere únicamente a las obras que actualmente tiene a su cargo la Comisión Nacional de Irrigación, pues basta consultar las revistas técnicas y libros especializados en la materia para comprobar que tanto en Estados Unidos, país que va a la cabeza en materia de obras hidráulicas de riego, como en otros países con problema semejante, se deja siempre una capacidad muerta del vaso

para ser llenada por los acarreo de azolve.

El depósito de azolve en los vasos se debe a que la corriente de los ríos que lo transportan al llegar al vaso disminuye la velocidad de la corriente, en tal forma que el poder de arrastre se reduce notablemente, dando por resultado que las partículas más pesadas por la acción de la gravedad se depositen en tamaños gradualmente más pequeños desde la entrada al vaso hasta el sitio de la cortina de la presa, y en una capa que sigue más o menos el perfil longitudinal del río dentro del vaso.

En las tablas 1, 2 y 3 del Anexo 1, se presentan los datos relativos a los estudios de depósito de azolve en algunos vasos de almacenamiento en los Estados Unidos; dichos estudios fueron hechos mediante levantamientos topográficos de los vasos cada determinado número de años, y aunque en nuestro país hasta la fecha no se han efectuado tales estudios que son los que darían la idea más completa de la magnitud de los depósitos de azolve, sin embargo, la experiencia y estudios en los demás países deben ser tomados en cuenta al proyectar las estructuras de almacenamiento.

Disminución de la capacidad del cauce de un río.—Al desembocar los afluentes cargados de azolve al cauce principal de un sistema hidrográfico muchas veces este último no tiene la fuerte pendiente que tienen los afluentes pequeños y la carga de azolve que puede transportar es menor que la que aportan los afluentes; en consecuencia, ocurren depósitos dentro del mismo. Dichos depósitos reducen notablemente la capacidad del cauce y en las grandes crecientes es insuficiente para contener los gastos máximos, por lo que ocurren desbordamientos o inundaciones, sobre todo, en los tramos bajos del río en que la pendiente se va reduciendo notablemente antes de la desembocadura al

mar; ejemplos: Río Colorado en Baja California, Río Mississippi en E. U. A., Río Nilo en Egipto, Río Nazas en la Región Lagunera, Río Amarillo en China, y otros.

Para hacer frente al problema de la disminución por causa del depósito de azolve, se han desarrollado proyectos de dragado, rectificación, encauzamiento, control de azolve y control de la erosión en la cuenca alta.

Perjuicios en las obras de derivación sin desarenadores.—Si se construye una obra de toma directa a un río, mediante una presa vertedora y no se construyen dispositivos apropiados para extraer el azolve depositado aguas arriba del muro vertedor, dicho azolve con el tiempo acaba por llenar la pequeña capacidad de almacenamiento creada por la presa vertedora, y entonces el agua que se derive irá cargada de azolve afectando a la red de distribución y a los terrenos de riego o bien a las turbinas, si el aprovechamiento es para generar energía.

En algunas de las presas de derivación del Río Nazas, como San Fernando, Santa Rosa y Coyote, no se tienen desarenadores y en la temporada de derivación que es la de avenidas, el acarreo de azolve, por lo tanto, es máximo. Las consecuencias ya se conocen, depósito de azolve en los canales, dragado, desazolves costosos, disminución de capacidad de los canales, etc.

Para evitar lo anterior, se recomiendan estructuras que formando parte del conjunto de presa vertedora, obra de toma y control de ésta, se construyan rápidas a una o en ambas márgenes del río, que permitan en los meses de mayor gasto, crear un chiflón de agua que acarree río abajo con todo el azolve depositado arriba de la presa.

Perjuicios en los canales principales y laterales.—A pesar de los desarenadores muchas veces el acarreo de azolve por los ríos es tan fuerte que logra pasar por la

obra de toma y continua por el canal principal y laterales, en los cuales se deposita tan pronto como la poca pendiente, el pequeño gasto, las obstrucciones como yerba, depósitos anteriores o estructuras de puentes, levantadores, sifones, etc., lo permiten. El resultado es la disminución de la capacidad del canal, y para hacer frente a dicha disminución se tiene que dragar y desazolver por procedimientos mecánicos.

Perjuicio en los terrenos de riego.—Aunque es bien conocida la influencia benéfica de los limos que acarrear los ríos hacia las áreas de riego cuando provienen de la erosión de terrenos ricos en materias fertilizantes, a veces los acarrees no se presentan con la oportunidad debida y tapan cultivos recién desarrollados, ahogándolos e inutilizándolos. Cuando el acarreo proviene de terrenos rocosos y las partículas de azolve son de materia inorgánica o inerte, entonces en lugar de bonificar los terrenos de cultivo los empobrecen, disminuyendo su fertilidad.

Los anteriores perjuicios en función de las obras o trabajos que tienen que hacerse para evitarlos son los siguientes:

a). Sobre-elevación de la altura de las presas de almacenamiento; cuando por las características de la estructura o la magnitud de ella cualquier aumento en altura determina la inversión inicial de fuertes sumas de dinero, las cuales se tienen que amortizar en períodos de 50 a 100 años. En el "Bureau of Reclamation" de los Estados Unidos de América, siguen el criterio de asignar un período de 40 años, y estiman la cantidad de azolve que entraría al vaso en dicho período; la cantidad estimada representa el azolvamiento del vaso para el depósito de azolve en los 40 años.

b). Construcción de rápidas o chiflones conjuntamente con las presas vertedoras. También se construyen obras desarenadoras especiales, como las de la Presa Deri-

vadora de Imperial, California, E. U. A., sobre el Río Colorado. En la margen derecha se han construido las obras desarenadoras del All American Canal, las cuales constituyen un verdadero alarde de ingeniería, ya que mediante su operación mecánica es factible desarenar del gasto total que entrará a la bocatoma (592 m³/s.) un volumen diario de 70,000 toneladas de azolve.

Como el agua acarreada para el Río Colorado desde que se puso en operación el All American Canal ha llevado una concentración de azolve menor que la normal, no se ha necesitado poner en operación la planta desarenadora, y por lo mismo, no se conocen los resultados prácticos de ella.

En la margen izquierda de la misma presa derivadora de Imperial, se encuentra la obra de toma del Canal Gila, y está provisto de un desarenador diferente en todos sus aspectos del construido para el All American Canal. Es del tipo lavador y consiste esencialmente en una cámara de reposo y su compuerta de aguas arriba es la bocatoma en la presa derivadora. En el extremo de aguas abajo de la cámara decantadora, se tienen dos grupos de compuertas; el grupo superior constituye la bocatoma propiamente dicha del canal Gila, y el grupo de compuertas inferiores que descarga en el río aguas abajo de la presa derivadora. Cuando se está derivando agua hacia el canal se tienen las compuertas del fondo cerradas y el agua al entrar al tanque decantador va depositando en el fondo el sedimento. Para desarenar los depósitos, se abren las compuertas del fondo y con el chiflón que se provoca se acarrear todos los depósitos al río.

c). Sostener un servicio de dragado, limpia y desazolve del canal, cuyos gastos anuales ascienden a fuertes suma de dinero que debería distribuirse en otras ra-

mas de la actividad humana, más reproductivas.

Además, para cuantificar los volúmenes de azolve acarreado por los ríos, se han tenido que ampliar las actividades hidrológicas para obtener datos suficientemente aproximados de dichos acarreos.

La Comisión Nacional de Irrigación, por medio del Servicio Hidrométrico, inició desde principios de 1938, la obtención de dichos datos aumentando poco a poco el número de estaciones hidrométricas provistas con equipo y laboratorio para estudio de azolves. En la Tabla se presenta el resumen de los datos obtenidos. Dichos datos han sido ya utilizados en el proyecto de las presas de El Palmito, Balcón del Diablo, Solís, Sinaloa y otras.

La organización de los estudios de azolve en gran parte se debe a la erosión acelerada de los suelos en las cuencas de captación. Dicha erosión se debe a su vez a la deforestación y a la falta de protección adecuada, por lo que mucho se obtendría si se lograra establecer, como en otros países, un Servicio de Conservación de Suelos junto con el Servicio de Reforestación de cuencas hidrográficas. Dichos servicios combinados podrían alcanzar los siguientes objetivos urgentísimos:

1. Reforestar, con una rapidez varias veces mayor que la rapidez con que está llevándose a cabo la deforestación que actualmente sufren nuestros campos.

2. Educar a los encargados de aserraderos, a los carboneros, etc., para que por conveniencia propia ayuden a reforestar los núcleos de vegetación que explotan y que constituye su fuente de riqueza.

3. Proteger contra la erosión y el acarreo, los suelos vegetales y los terrenos agrícolas.

4. Obtener datos suficientemente dignos de confianza de los fenómenos de erosión, acarreo y depósito de azolve, a fin de estudiar, planear y ejecutar las obras de protección desde un punto de vista científico y de acuerdo con las prácticas modernas seguidas en varios países del extranjero.

5. Dar a las leyes y reglamentos forestales la fuerza necesaria para que no se les considere letra muerta por los que explotan directa o indirectamente los bosques nacionales. Las leyes están ya hechas, falta aplicarlas.

6. Educar a los agricultores sobre la manera de hacer sus cultivos agrícolas para evitar la erosión o perjuicio de los terrenos.

7. Cooperar con la Comisión Nacional de Irrigación en la obtención, análisis y publicación de los datos relativos a los estudios de azolve en los aspectos de:

a). Acarreo.

b). Sedimentación.

c). Control de los azolves en vasos, canales y terrenos de riego.

8. Cooperar con la Comisión Federal de Electricidad, la Dirección de Aguas de la S. A. F., con el Departamento de Obras Hidráulicas de la S. C. O. P., y con la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y E. U. A., para la obtención, análisis y publicación de los datos sobre bosques, terrenos de riego, erosión de los suelos agrícolas, proyectos de almacenamiento y conservación de los recursos hidráulicos, etc.

TABLA 1

CANTIDAD DE AZOLVE EN LA PRESA DE SWEETWATER, CAL.

Tomados del Silting of Reservoirs de Henry M. Eakin (Págs. 15, 19 y 21)

Perfodo	Elevación del vertedor sobre el nivel del mar m (1)	Años	Azolve total Miles m ³	Azolve por año Miles m ³	Azolve total acumulado Miles m ³
1888-1895.....	66.78	7	1 402	200	1 402
1895-1916.....	68.31	21	3 471	165	4 873
1916-1927.....	72.88	11	2 354	214	7 227

RECORD DE AZOLVE DEL LAGO MCMILLAN CARLSBAD, NUEVO MEXICO, 1893 A 1932

Fecha del estudio	Perfodo Años	Azolve total depositado Miles m ³	Azolve depositado por año Miles m ³	Azolve depositado por año por cada 100 km ² de cuenca Miles m ³
1893 - 1904.....	10.42	22 203	2 131	3.715
1904 - 1910.....	6.42	12 335	1 921	3.381
1910 - 1915.....	4.58	16 529	3 609	6.334
1915 - 1925.....	10.00	4 317	432	0.762
1925 - 1932.....	7.00	1 850	264	0.467

AZOLVAMIENTO PROGRESIVO DE LA PRESA DE GIBRALTAR, SANTA BARBARA, CAL.

Años	Area del vaso	Capacidad	Perfodo que precedió al estudio	Azolve acumulado en el perfodo	Azolve medio anual	Azolve por año por km ² de area de drenaje	Capacidad perdida por año	Azolve con relación a las entradas al vaso
	ha.	miles m ³							Años	Miles m^{3}	porcentaje
1920.....	131.5	18 010	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1925.....	127.5	17 020	5	987	197	381	1.10	0.95
1931.....	111.3	15 170	6	1 850	308	595	1.71	1.80
1934.....	105.2	12 952	3	2 220	740	1 429	4.11	2.90

(1). La elevación original del nivel del río era de 45.5 m.s.n.m.

TABLA 2

AZOLVAMIENTO DE LA PRESA DE ZUNI. - NUEVO MEXICO

Tomado del Silting of Reservoirs de Henry M. Eakin (Pág. 17)

A Ñ O	Azolve Total — Miles m3.	Perfodo — Años	Azolve por Perfodo — Miles m3.	Entradas por Perfodo — Miles m3.	Porcentaje de azolve con relación a las importa- ciones — %	MAXIMOS ACTUALES a la cota 1,000 piés (1)		
						Capaci- dad — Miles m3	Porciento de la capacidad original — %	Porciento de la ca- pacidad original perdida por azolve / año — %
1906.....				46 873		19 503		2.9
1907.....				46 873				
1908.....				(2) 22 376				2.9
1909.....								2.9
1910.....	2 225	4	2 225	(3) 30 381	3.21	17 278	88.6	5.7
1911.....	3 878	1.5	1 653		5.44	15 625	80.1	5.6
1912.....				4 971				3.3
1913.....	5 181	2	1 303	12 742	7.36	14 322	73.4	3.4
1914.....				26 089				2.1
1915.....				67 609				2.1
1916.....				180 816				2.0
1917.....	6 793	4	1 612	4 659	0.58	12 710	65.2	2.0
1918.....	7 629	1	836	6 566	12.73	11 874	60.9	4.3
1919.....	9 169	1	1 540	57 324	2.69	10 228	52.4	8.5
1920.....	11 467	1	2 298	56 385	4.08	9 014	46.2	6.2
1921.....	13 062	1	1 595	8 351	19.10	7 542	38.7	7.5
1922.....				28 029				2.2
1923.....	13 903	2	841	25 133	1.58	6 698	34.3	2.2
1924.....	14 047	1	144	10 935	1.32	6 554	33.6	0.7
1925.....	14 374	1	327	3 263	10.02	6 227	31.9	1.7
1926.....	14 603	1	229	6 144	3.73	5 997	30.7	1.2
1927.....	14 728	1	125	19 757	0.63	5 250	26.9	3.8
1928.....	14 258	1	(4)	68 308	(5)	5 562	28.5	(6)
1929.....	14 883	1	625	46 873	1.33	4 505	23.1	5.4

- (2). De enero de 1908 a junio de 1910.
- (3). De junio de 1910 al 1º de enero de 1912.
- (4). Ninguno.
- (5). Pérdida.
- (6). Aumento.

T A B L A 3

ESTUDIOS DE AZOLVE EN VASOS AMERICANOS, EJECUTADOS POR EL "SOIL CONSERVATION SERVICE" (1934-1935)

Nombre del vaso	Fecha en que se comenzó a almacenar el agua	Fecha del estudio	Edad	Cuenca de captación				Vaso					Sedimentación					Disminución del almacenamiento				
				Area total	Area en cultivo	Bosques	Tierras de pasto y ociosas	Area original correspondiente al máximo embalse	Area actual correspondiente al máximo embalse	Capacidad original	Capacidad actual	Capacidad original por Km ² de área drenada (11): (5)	En el delta	En el fondo	Total	Acumulación media anual (16): (4)	Acumulación por año por Km ² de área drenada (17): (3)	Acumulación por año por Km ² de área drenada (18): (16)	Pérdida anual de la capacidad	Perdida de la capacidad original a la fecha del estudio	Tiempo necesario para reducir la capacidad al máximo servicio requerido	
				Km ²	Por ciento	Por ciento	Por ciento	Hectáreas	Miles de M ³	Miles de M ³	Miles de M ³	M ²	Toneladas	Por ciento	Por ciento	Años						
Lago Michie, Durham	Abril 1926	Enero 1935	8.75	440.3	.....	.....	.....	205.3	205.3	15 630	15142	35.50	.....	487.2	487.2	55.68	126.4	(3) 141.8	0.36	3.12	241.0
Lago University Chapel Hill, N. C.	Junio 2 1932	Abril 27 1935	2.92	69.9	40.0	40.0	20.0	88.5	88.5	2 362	2 283	33.79	(2) 0.0	(2)	78.9	27.02	386.6	433.8	1.14	3.34	78.0	
Greensboro, Greensboro, N. C.	Febrero 1923	Agosto 1934	11.50	186.5	.....	.....	.....	182.1	.....	3 540	3 219	18.98	151.0	169.0	320.0	27.83	149.2	167.4	0.79	9.04	29.3
High Point, High Point, N. C.	Agosto 1927	Agosto 1934	7.00	150.2	.....	50.5	49.5	138.0	.....	5 205	4 901	34.65	129.5	175.2	304.7	43.53	289.8	325.2	0.84	5.85	91.0
Concord Lake, Concord, N. C.	Marzo 1925	Mayo 1935	10.167	9.8	75.0	25.0	.....	40.9	.....	1 482	1 384	151.22	9.2	88.5	97.7	9.61	980.6	1 100.2	0.65	6.59	100.0
Spartanburg, Spartanburg, S. C.	Mayo 1926	Julio 1934	8.17	238.3	40.0	50.0	10.0	127.1	.....	3 330	2 759	13.97	214.6	356.5	571.1	69.90	293.3	329.1	2.10	17.15	36.0
Lloyd Shoals, Jackson, Ga.	Dic. 1910	Marzo 1935	24.33	3 561.3	.....	.....	.....	1 836.2	.....	138 816	121 596	38.98	.....	.....	17 220.1	707.77	194.7	218.5	0.51	12.40	.....
Rogers, Rogers, Texas	Sepbre. 1922	Sepbre. 1934	12.00	1.4	(1)100.0	.....	(1)100.0	9.3	8.8	202	156	144.29	.....	.....	46.3	3.86	2 757.1	3 093.5	1.91	22.92	21.0
Lake Waco, Waco, Tex.	Abril 1930	Marzo 1935	5.00	4 304.6	.....	.....	.....	1 134.5	1 134.5	47 469	41 590	11.03	.....	5 878.9	5 878.9	1 175.78	273.1	306.4	2.48	12.38	32.6
White Rock Lake, Dallas, Tex.	1910	Abril 1935	25.00	295.3	.....	.....	.....	507.6	465.5	22 398	17 609	75.85	1549.3	3 239.2	4 788.5	191.54	648.6	727.7	0.86	21.38	67.0
Guthrie, Guthrie, Okla.	Octubre 1920	Mayo 1934	14.50	34.4	40.0	0	60.0	91.4	87.8	3 779	3 217	109.85	95.0	467.5	562.5	38.79	1 127.6	1 265.2	1.03	14.88	75.0	
Boomer Lake, Stillwater, Okla.	Mar. 1º 1925	Jun. 1º 1935	10.25	23.6	17.0	0	83.0	118.2	118.2	3 468	3 258	146.95	.....	210.8	210.8	20.57	871.6	977.9	0.59	6.08	136.0
Elephant Butte, Nuevo Mex.	Ene. 6 1915	Mar. a																				
		Jun. de 1935	20.25	68 148.1	.....	.....	.....	16 226.5	15 503.3	3 255 034	2 804 577	47.76	0.0	450 456.9	450 456.9	22 245.23	326.4	366.2	0.68	13.84	84.0
San Carlos, Coolidge, Dam, Ariz.	Oct. 25 1928	Feb. 25 1935	6.33	35 068.6	.....	.....	.....	7 627.2	7 627.2	1 539 407	1 493 896	43.90	14 673.7	30 837.5	45 511.2	7 189.76	205.0	230.0	0.47	2.96	165.0

(1). 100% del área en pasto y cultivos.
 (2). No obtenidos separadamente.
 (3). Se tomó como peso volumétrico el de 1122 Kg./m³ en vez de 100 lb/pie³ dado por el "Siltting of Reservoirs".
 (4). La dotación actual de aguas es: en el Sureste 3 meses, en el Medio Oeste 6 meses y en el Suroeste, para Irrigación, todo el año.

DATOS TOMADOS DEL "SILTING OF RESERVOIRS" de Henry M. Eakin.

TABLA 4

ACARREO DE AGUA Y AZOLVE EN SUSPENSIÓN EN ALGUNOS DE LOS RÍOS QUE CONTROLA LA COMISIÓN NACIONAL DE IRRIGACIÓN

RÍO Y ESTACIÓN HIDROMÉTRICA	1938		1939		1940	
	Agua Miles m ³	Azolve m ³	Agua Miles M ³	Azolve m ³	Agua Miles m ³	Azolve m ³
Tula, Binola			47 325	74 163	90 092	182 977
Nadadores en Progreso.			53 631	2 262	3 712	1 783
Sabinas en Sabinas.	14 349(1)	818(1)	22 924	39 056	123 716	51 973
San Pedro en Villalba.					179 786	
Tamazula en Picachos.			879 350	2 848 817	596 227	1 161 598
Humaya en P. Blancos.			1 698 176	2 418 927	1 562 127	1 127 652
Lerma en Acámbaro.	202 629(2)	250 938(2)	401 132	832 131	1 035 037	2 696 777
Nazas en El Palmito.	2 424 574	4 176 584	789 250	1 167 288	765 497	1 002 314
Nazas en Fernández.					786 828	1 011 025
Laja en Begoña.			177 211(3)	589 120(3)	150 841	721 923
G. de Morelia en Coim- tizio.			41 398	22 349		
Tehuantepec en Nejapa	442 840	1 428 216	398 717	2 498 473	132 210	693 112
Tehuantepec en Te- huantepec.	1 220 158	3 037 956	1 504 356	6 708 128	353 205	1 025 491
Atoyac en Tejaluca.	395 460	1 513 597	358 311	1 835 586	349 049	1 999 486
S. Ildefonso en S. Ilde- fonso.			60 066	492 638	69 022	416 728
Yaqui en La Angostura	53 776(4)	578 119(4)	420 134	4 677 917	221 575	663 227
S. Fernando en S. Fer- nando.					607 066	3 002 993
Pesquerías en La Ta- bleta.			86 781	812 025	176 991	3 313 451
S. Juan en El Cuchillo.	1 110 479	9 402 009	276 049	197 983	394 539	557 026

- (1) La cifra corresponde a los meses de septiembre 13 a 31 de diciembre.
- (2) Del 1º de septiembre al 31 de diciembre.
- (3) Del 11 de mayo al 31 de diciembre.
- (4) Del 1º de septiembre al 31 de diciembre.