

ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS DE REHABILITACIÓN DE PRESAS: EL CASO DE LA “PRESA DE VALSEQUILLO” EN EL ESTADO DE PUEBLA

Ernesto Mangas Ramírez¹
Mayeli Sánchez Martínez²
Hugo R. Molina Arroyo¹
Luz María García-Flores¹
Israel Muñoz-Gutiérrez¹
José Lino Zumaquero Ríos¹

En México, cerca del 80 % del total de agua de almacenamiento se encuentra en los lagos de Patzcuaro, Cuitzeo, Chapala y Catemaco. Por esta razón se construyen los sistemas denominados presas o embalses constituidos por el represado artificial de corrientes de agua. Muchos de los ríos que constituyen las corrientes que alimentan y forman a los embalses llevan una enorme cantidad de contaminantes de tipo doméstico e industrial, por lo que, con el transcurso del tiempo, se convierten en un serio problema ambiental y social. Una de las consecuencias del acumulo de estos contaminantes es la generación de malezas acuáticas (como el lirio acuático y la lenteja de agua) que entorpecen la navegación, eliminan por evapotranspiración enormes volúmenes de líquido y, debido a que cubren la superficie del espejo de agua, impide que la luz penetre, por lo que el agua del sistema no se oxigena debido a que no ocurre la fotosíntesis en el interior del embalse, lo que hace desaparecer a los peces y permite que insectos nocivos como los mosquitos transmisores de parásitos humanos prosperen.

Las políticas de rehabilitación de presas que han alcanzado este grado de contaminación contemplan diferentes opciones de control en las cuales, es evidente que se trata de solucionar las consecuencias del deterioro del agua y no las causas del detrimento de la misma.

El lago de Valsequillo es un lago artificial cuyo nombre oficial es Embalse Manuel Ávila Camacho, fue construido entre 1941 y 1946 por la entonces comisión nacional de irrigación, con una capacidad original de 410 millones de metros cúbicos, diseñado para irrigación de los campos agrícolas de la región de Tecamachalco en el estado de Puebla (Figura 1). A mediados de los años sesentas y debido a las descargas de contaminantes de origen doméstico y agrícola, la superficie del lago fue invadida por lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).

Al poco tiempo, esta maleza acuática comenzó a ser un problema serio para la navegación y la pesca, por lo que se realizaron diversos intentos para controlarla o erradicarla. De estos los que destacan fueron los siguientes:

1. La introducción de 2 Manatíes (mamíferos acuáticos) que fueron muertos por la población que los confundió con “monstruos acuáticos”
2. El uso del lirio como forraje para el ganado, por una empresa que fue a la quiebra debido a que se debió adicionar nutrientes ya que el lirio es básicamente agua y es pobre en fibras y harinas.
3. El control biológico con insectos, carpa herbívora no han funcionado debido a la rápida tasa de reproducción del lirio.¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Tel. (01-222) 2295500 Ext. 7089.

En 1996 inician dentro del llamado megaproyecto angelópolis el programa de control de malezas acuáticas y rehabilitación del lago de Valsequillo. Se trataba de eliminar al lirio por medio de la trituración mecánica utilizando una serie de embarcaciones de tipo retador que presentan una serie de cuchillas en la parte frontal las cuales eliminan al lirio

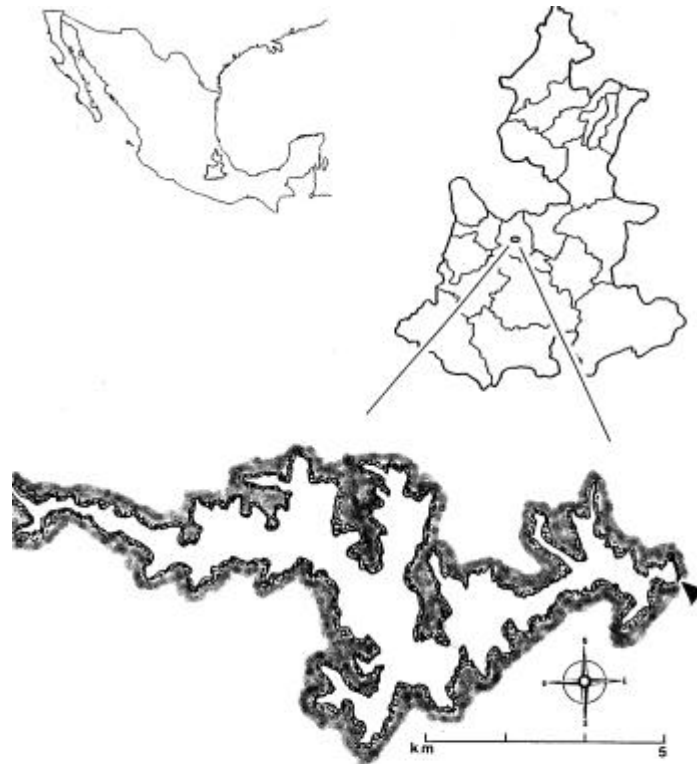


Figura 1. Ubicación geográfica del lago de Valsequillo al sur de la ciudad de Puebla.

acuático. Al triturarlo directamente sobre la superficie del espejo. Debido a que el lirio se dejaba sedimentar en el fondo del lago, se advirtió en foros públicos (Ciclo de conferencias de participación ciudadana, Teatro de la ciudad, gobierno municipal de la ciudad de Puebla, julio de 1995) que eran prioritarios dos puntos esenciales.

El primero retirar el lirio triturado del vaso ya que el total de la vegetación constituye aproximadamente 32 toneladas de materia vegetal que se descompondrían dentro de la presa empeorando la calidad del agua y el segundo se refiere a tratar las aguas de los ríos Atoyac y Alseseca que alimentan al lago de desechos urbanos ya que, de acuerdo a datos

de la Comisión Nacional del Agua, los ríos Atoyac y Alseseca depositan diariamente en conjunto 107 toneladas de contaminantes (Figura 2). Para contribuir a eliminarlos se sugirió el uso como filtro biológico de las malezas acuáticas dentro del sistema para contribuir a la solución (El universal Puebla-Tlaxcala, sección ecológica p 11A, 3 de noviembre de 1996).

En 2005 se presentó la muerte de una gran cantidad de peces en la presa San José Texcalac en el Estado de Tlaxcala. Se descubrió además un grave deterioro de la calidad del agua por concentraciones muy altas de metales pesados así como el vertido de cianuro. Sobre esto, el informe completo puede consultarse en la página web <http://portal.semarnat.gob.mx/tlaxcala/Informe%20Presas%20Texcalac%20Tlaxcala.pdf>.



Figura 2. Los ríos Atoyac y Alseseca llevan diariamente 107 toneladas de contaminantes al lago de Valsequillo.

En agosto del mismo año, se reportó la muerte de aproximadamente seis toneladas de peces en Valsequillo. En el presente estudio se determinaron los cambios ambientales de la primera trituración de lirio acuático a la mortandad de peces en 2005 y se determina la viabilidad del rescate del lago de Valsequillo.

Materiales Y Metodos.

Se determinaron diversas variables químicas y físicas del agua como fueron amonio ionizado por el método de azul-indofenol, potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto con equipos digitales y, en el último estudio, cobre, plomo, mercurio y cianuros por técnicas de espectrofotometría de absorción atómica y espectrofotometría de masas. Finalmente, se está realizando la batimetría para determinar cambios en la capacidad de almacenamiento de agua.

Resultados Y Discusion.

Toxicidad Del Amonio Y El Lirio Acuático:

La única variable ambiental que se incrementó en un 1900 % después de la trituración del lirio, fue la concentración de amonio disuelto. El amonio es importante y en el agua el amonio puede presentarse en dos especies químicas cuya proporción depende del potencial de hidrógeno (pH) y de la temperatura, una de ellas es el amonio ionizado o NH_4^+ y el amoniaco o amonio no ionizado (NH_3) el cual es mucho más tóxico y por su propiedad de ser liposoluble, puede atravesar barreras biológicas de protección y causar daño toxicológico. Sus efectos son:

- Produce Metahemoglobina que impide la oxigenación en la sangre.
- Degrada membranas celulares destruyendo las branquias con las que los peces respiran.

El aumento de este contaminante se debió a que de forma natural las malezas acuáticas eliminan el amoniaco proveniente de la contaminación urbana, al triturar el lirio, se eliminó este filtro biológico y el amonio comenzó a acumularse. El efecto se agravó al descomponerse en el fondo las 32 toneladas de materia vegetal recién triturada formando por efecto de la descomposición una mayor cantidad de amonio. Esto causó en 1996 una enorme mortandad de peces ya que superaba los límites tolerables por los peces (0.02 mg L^{-1} de NH_3). Por si fuera el oxígeno disminuyó a cero en la mayor parte del sistema propiciando la mortandad de otros peces que toleran mejor la concentración de amonio. Paradójicamente la mejora en la calidad del agua ocurrió cuando el lirio comenzó a regenerarse de forma natural a una velocidad tal que volvió a cubrir el 100 % del área original en menos de 8 meses. Por lo que el primer programa a gran escala para erradicarlo se convirtió en un fracaso. Pese a esto, el lirio se ha continuado triturando de forma reiterada en los años siguientes repitiendo el comportamiento arriba descrito.

Esto nos permite decir que el método de trituración mecánica no solo es inadecuado e inexitoso, sino que además agrava el panorama de salud ambiental al agregar una mayor carga de contaminantes al agua, sin contar que el lirio se regenera a una tasa muy rápida.

Metales Pesados Y Cianuros:

El acumulo durante décadas de contaminantes industriales, como solventes, agentes químicos y metales entre otros, ha propiciado que el rescate del lago sea mucho más complicado de lo que se había previsto. Ya el 29 de mayo del 2000 en la Jornada de Oriente el investigador de la BUAP José Antonio Valdez García había encontrado en 190 niños de la zona hasta 20 microgramos de plomo, producto del contacto cotidiano con las aguas de Valsequillo, en la nota periodística del día siguiente del mismo diario, el entonces titular de la secretaría de salud Lorenzo Aarún Ramé, minimizó la nota con el argumento de que si bien "los límites permisibles son de 10 microgramos de plomo por persona" pero que los índices de plomo "no son muy altos" y los parámetros no son de peligro. Incluso, se atrevió a decir que " estos niños han estado por siglos ahí -en el lago de Valsequillo- y no se ha presentado ningún problema (la jornada de oriente, 1 de junio de 2000)".

En el estudio completo, Valdez García y su equipo de trabajo pudieron encontrar que el agua está contaminada por plomo, cromo, mercurio, cadmio, hierro, arsénico y cobre, además de detergentes y fenoles y materia en descomposición, lo que tiene como consecuencia problemas de desnutrición de primer grado y enfermedades gastrointestinales para la población.

Las alternativas que propusieron fueron que la Comisión Nacional del Agua someta el líquido a un tratamiento previo de desinfección en las poblaciones de San Baltazar Tetela, San José del Rincón, Los Ángeles Tetela, San José Tejaluca y Santa María Guadalupe Tecola. Esto con el fin de poder prevenir diarreas, parasitosis, desnutrición, así como la disminución de talla y baja de peso (El resumen del trabajo puede consultarse en la pagina http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/libros/lib54/310.htm).

Durante la segunda y tercera semana de Agosto de 2005 se presentó una mortandad atípica de carpas (*Cyprinius carpio*), por lo que se realizo un estudio sobre la calidad del agua evaluando 17 parámetros incluidos metales pesados y cianuros. Así mismo se colecto agua del sistema para realizar pruebas de toxicidad aguda en dos especies de peces y una especie de cladóceros, se realizó la búsqueda y cuantificación de peces mediante un sonar digital dentro del sistema. Los resultados revelaron concentraciones hasta 100 veces superiores a lo permitido en la norma para los metales pesados, cianuros y niveles altamente tóxicos de amoníaco disuelto (Tabla 1).

Metales y Cianuros	Encontrado mgL ⁻¹	NORMA MEXICANA
Mercurio	90	0.01 a 0.02
Plomo	60	0.5 a 1
Zinc	170	10 a 20
Talio	menor a 10	0.5 a 1
Cobre	50	4 a 6
Cianuros	100-150	2 a 3
Amoniaco	0.1 de NH ₃	Menos de 0.002

Tabla 1. Concentraciones de diversos contaminantes encontrados en agosto de 2005 dentro del lago de Valsequillo. Lo señalado por la Norma mexicana es lo máximo permitido.

Las preguntas a responder fueron ¿de donde vienen estos contaminantes? Y ¿porqué bajo concentraciones tan altas (la concentración letal de cianuros para seres humanos es de 50 mg L⁻¹) no se han registrado decesos humanos a gran escala?

las descargas de agua de las lavanderías y maquiladoras de textiles y diversas empresas de Puebla y Tlaxcala como La empresa Polaquimia, el corredor industrial San Cosme Xalostoc y Dow Química entre otras, (La jornada de oriente, 3 de octubre 2005). tienen residuos de pelusa de mezclilla, químicos como permanganato de potasio, cloro, sosa cáustica, ácido acético, bisulfito, antiozeno, hexametáfosfato, arenas sílicas y residuos de piedra pómez. Estudios recientes descubrieron la existencia de metales pesados en las descargas: zinc, plomo, cobre, níquel, selenio, cadmio, cromo y mercurio, altamente tóxicos y contaminantes, que se tiran al dren de Valsequillo.

El cianuro de hidrógeno, sustancia altamente tóxica, llegó a Valsequillo tras la combustión de isocianato y poliol ocurrida el 17 de marzo e 2005 durante un incendio en la planta Dow Química del complejo industrial Xicohtécatl, cuyo almacén principal fue derruido por implosión el 9 de julio y limpiado con agua que se almacenó en la planta de tratamiento de Comisión de Ecología de Tlaxcala y se descargo posteriormente al Atoyac. (www.semarnat.gob.mx/tlaxcala/index.htm).

En el estudio se determino que el cianuro y los metales, están en altas concentraciones. Sin embargo, pese a que el sistema presenta valores altos de una gran cantidad de sustancias potencialmente tóxicas, la asociación química que ocurre entre ellos y la materia orgánica no permite que estén biodisponibles para causar una elevada toxicidad. (Dado que se encontraron poblaciones numerosas de peces vivos en el sistema). El pH neutro del agua favorece esto, sin embargo, es un peligro latente, ya que a pH ácidos se liberan los metales con consecuencias ambientales altamente nocivas y a pH alcalinos se liberan los cianuros.

Por lo que en esta parte se concluye que el sistema se encuentra en un delicado equilibrio entre la contaminación y la toxicidad, regulado por el potencial de hidrógeno. La concentración letal media utilizando el agua del lago como solución tóxica, reportó bajos niveles de toxicidad afectando exclusivamente a las carpas en concentraciones altas. Se concluye que la mortandad se debió a condiciones de estrés propiciada por una baja concentración de oxígeno disuelto, condiciones de estrés por el contacto continuo con los contaminantes arriba descritos y concentraciones elevadas de amoníaco.

Aunado a esto se sabe de una gran cantidad de problemas de salud relacionados con el agua de valsequillo o de los ríos que lo alimentan. De acuerdo con una investigación premiada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en 2004, la población sana de las poblaciones de las riveras del río Atoyac en la zona de Tlaxcala y Valsequillo, presenta cinco veces mayores daños por la presencia de sustancias genotóxicas y posiblemente carcinógenas en su cuerpo, que el grupo de control proveniente de la ciudad de México, así mismo, en noviembre de 2002, algunos médicos de la Secretaría de Salud observaron que en cinco comunidades aledañas al río Atoyac los casos de leucemia eran 8.54 % más altos que la media nacional (http://www.e-tlaxcala.com/hoy_d.asp?idnota=3422).

Perdida De La Capacidad De Almacenamiento:

Las mediciones de batimetría en la zona de estudio (Figura 3 y 4) fueron tomadas mediante un sonar de profundidad, así mismo las coordenadas a donde se realizaron las mediciones se obtuvieron mediante un geoposicionador global (GPS) Las mediciones batimétricas realizadas tuvieron un máximo de 36 metros y un mínimo de 2 metros de profundidad la profundidad promedio fue de 19.5 metros y el área total muestreada fue de 4,102,470 m². Para la elaboración del mapa batimétrico se tomaron isobatas cada 5 metros, en total 7 (5,10, 15, 20, 25, 30, y 35m) y una isobata final para la profundidad cero.

Valsequillo tenía una capacidad original de almacenamiento de 410 millones de metros cúbicos, la cual fue menguando en distintos años. Ya para 1972 se calculo que presentaba 300 millones y en 1992 200 millones de metros cúbicos (Figura 5). Para determinar el proceso actual se esta construyendo un mapa batimétrico para determinar en que áreas se acumula una mayor cantidad de sedimentos, el estudio permitirá corroborar la vida útil que aun la queda al sistema (Una presa o embalse llega al final de su vida útil al perder el 90 % de su capacidad de almacenamiento). Hasta el momento se ha determinado un volumen de 53 millones de metros cúbicos. Se sabe que gran parte del material que llega al sistema proviene de los terrenos aledaños carentes de cualquier tipo de vegetación

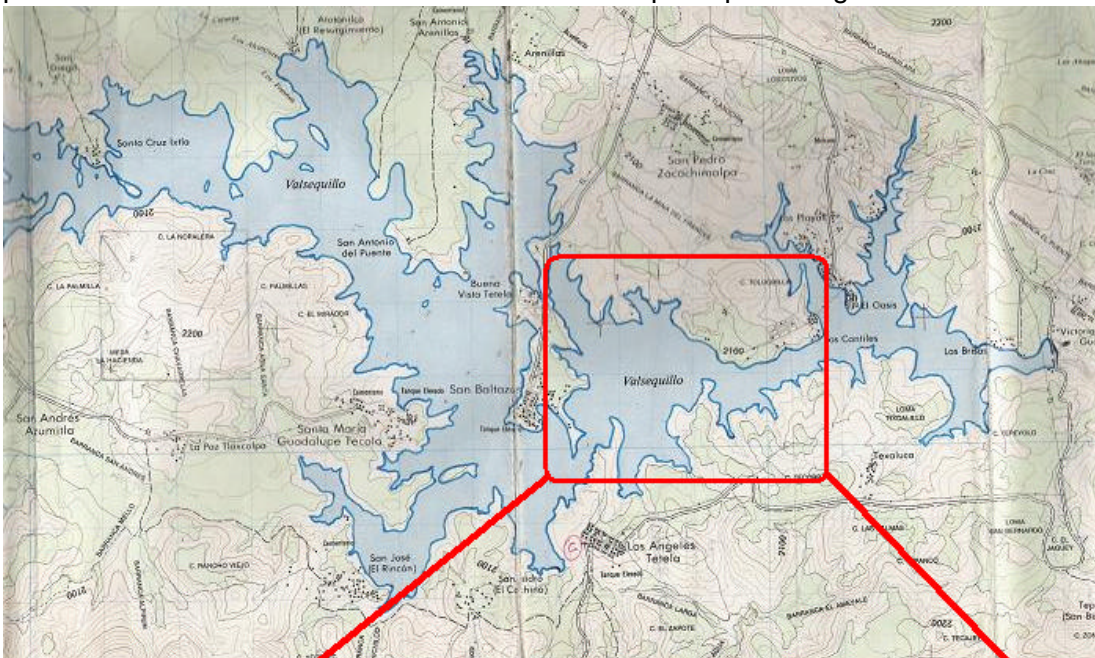




Figura 3.- Embalse Manuel Ávila Camacho y una ampliación del área de estudio de este proyecto.

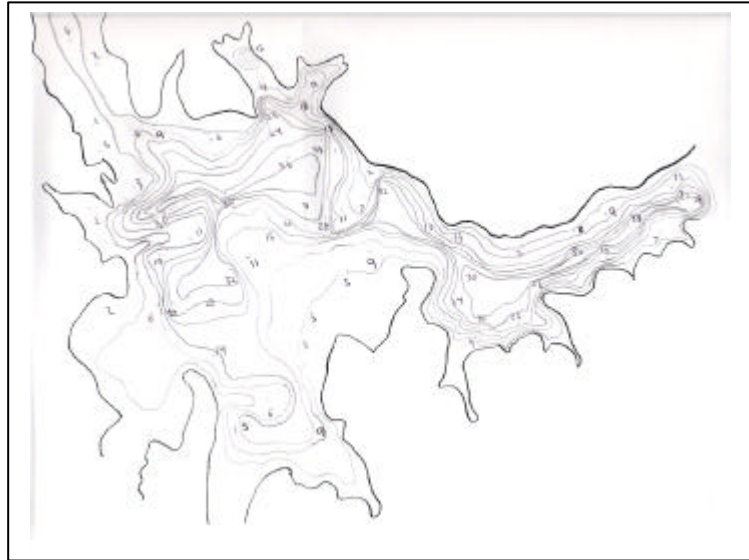


FIGURA 4. Esquematización de las isobatas o curvas batimétricas que indican la profundidad determinada en el lago de Valsequillo.

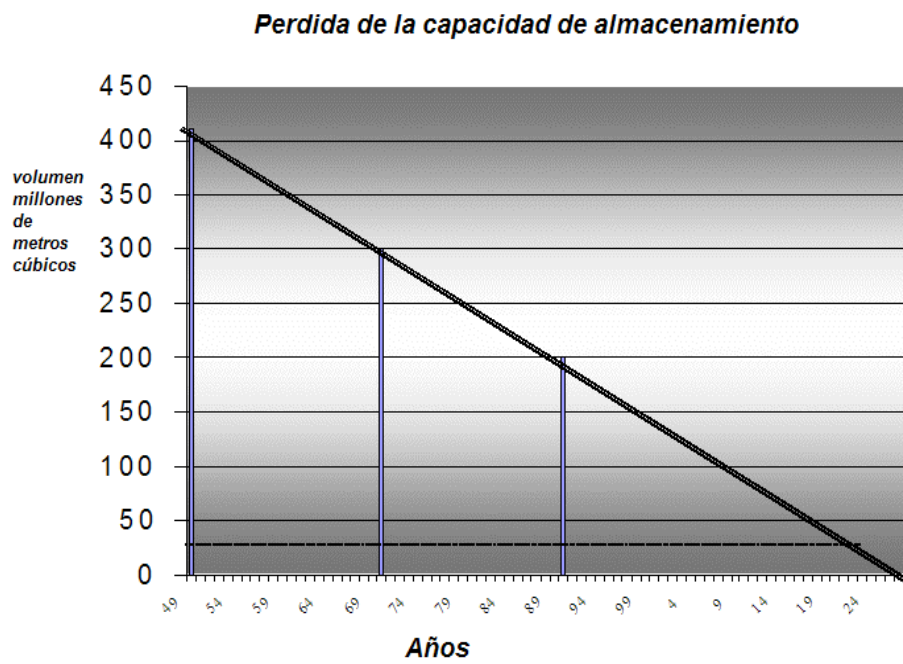


Figura 5. Perdida del volumen o capacidad de almacenamiento del lago de Valsequillo en diferentes años.

Las Políticas De Rehabilitacion:

El nuevo programa de rescate iniciara con un apoyo económico sin precedentes sin embargo en el programa hasta la fecha nada es claro, ni la cantidad de dinero que se asignara para llevarlo a cabo (28 millones de pesos- en entrevista con Mario Marín en el artículo titulado El gobernador puso en marcha los trabajos de saneamiento del dren de Valsequillo de la Jornada de oriente del 30 de agosto de 2005; En TV Azteca Puebla se hablaba de 500 millones de pesos; www.tvaztecapuebla.com.mx/notadia.asp?Id=4158; Finalmente en la revista Expansión de junio de 2006 se habla de 212 millones de dólares). Tampoco se sabe sobre las acciones a realizar, salvo la construcción de 50 a 70 plantas de tratamiento, sin especificar cuantas de ellas serán de tratamiento primario (para eliminar desechos domésticos) y cuantas de tratamiento secundario (capaces de eliminar contaminantes industriales).

Lo que es cierto es que se habla de 10 mil hectáreas que pretenden ser expropiadas para el proyecto (de ecoturismo?) las cuales están localizadas en la última reserva territorial del municipio de Puebla, son el 20 por ciento de toda la superficie de la capital y son 10 veces más tierras de las que fueron adquiridas para la zona de Angelópolis. (La Jornada de Oriente, 14 de septiembre 'Evitar errores de Angelópolis en Valsequillo') Sin embargo, a la fecha el proyecto no es claro en cuanto a las acciones que se tomarán para llevarlo a cabo.

Conclusiones:

Actualmente se sabe que los niveles de contaminación dentro de Valsequillo son tan graves que variaciones simples del pH (grado de acidez o alcalinidad del agua) puede terminar en una contingencia ambiental y de salud sin precedentes en la historia de México. El agua no puede ser utilizada para irrigación de cultivos ni los peces para consumo.

La solución que se propone debe ser integral, incluyendo reforestación con plantas nativas en toda la ribera del lago, debido a que el suelo no permite el crecimiento de otras plantas, el tratamiento real y eficaz de las aguas que llegan a Valsequillo para lo cual se requiere la implementación de plantas que eliminen tanto contaminantes domésticos como industriales, La aplicación de la ley para las empresas contaminantes.

La implementación dentro del lago de técnicas de restauración ecológica que permitan alargar el periodo de vida de Valsequillo (disminuyendo la tasa de azolve).

La muerte y sedimentación del lirio además de la erosión de laderas son una de las principales causas de azolve.

Desazolve (retiro de sedimentos tóxicos) de zonas críticas como las áreas de entrada de los ríos Atoyac y Alseseca.

Ninguno de los programas anteriores ha atacado la causa del problema (la contaminación), solo se han enfocado a eliminar un síntoma (la presenciadle lirio acuático), por esa razón, al perder de vista el ecosistema en conjunto y carecer de un manejo integral, los programas han fracasado de forma reiterada llevando al sistema a un punto elevado de estrés ambiental

Bibliografía:

- Arroyo M. J. M. (2001). Variación Espacial y Temporal de la Comunidad de Copépodos Calanaoideos del Embalse Manuel Ávila Camacho, Edo. De Puebla (mayo de 1997 a abril de 1998). Tesis de Biólogo. Escuela de Biología de la BUAP. Puebla.
- Bernardino G. S., (2001). Variación Estacional de la Comunidad zooplanctonica del embalse Manuel Ávila Camacho durante el periodo mayo 1997- abril 1998. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. BUAP.
- Lara O. T. 2006. 12 obras rentables. Revista *Expansión*, México. 14 de junio. pp. 125-134.
- Mac Naught B. R. (1996). Variación Estacional de las diatomeas planctónicas en el embalse Manuel Ávila Camacho, estado de Puebla, durante un ciclo anual junio 1994-mayo 1995. tesis de licenciatura, Escuela de Biología, BUAP.
- Mangas. R. E. (2000). Evaluación de los Efectos de la Remoción del Lirio Acuático (*Eichhornia crassipes*) en la Biota y la Calidad del Agua en el Embalse Manuel Ávila Camacho, en el Edo. De Puebla. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias. BUAP.
- Molina A. H., Funes J. N., Mangas-Ramírez E., Dávila M. J., García F. L. (2005). Determinación de la concentración letal cincuenta de cobre en heterandria bimaculata (pisces: poeciliidae) del estado de Puebla, México. 6o congreso Ibérico y tercer congreso Iberoamericano de toxicología y contaminación ambiental. Andalucía, España.
- Salazar. A. A., (1996), Variación Estacional de las Poblaciones de ciclopoideos presentes en el embalse Manuel Ávila Camacho, Puebla durante el ciclo anual junio de 1994 a mayo de 1995. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, BUAP.

Notas periodísticas:

- El universal Puebla-Tlaxcala, sección ecología p 11A, 3 de noviembre de 1996
- El gobernador puso en marcha los trabajos de saneamiento del dren de Valsequillo de la Jornada de oriente del 30 de agosto de 2005
- Confirma CNA investigación de agentes tóxicos en Valsequillo. La jornada de oriente, 3 de octubre 2005
- Valsequillo, verdades a medias que mienten La jornada de oriente, 9 de septiembre de 2005.
- La Jornada de Oriente, 14 de septiembre "Evitar errores de Angelópolis en Valsequillo.
- Está contaminado Valsequillo? La jornada de oriente 29 de mayo del 2000
- El plomo de Valsequillo no ha causado daño a la gente, Aarun. 1 de junio de 2000.

URL:

[www.tvaztecapuebla.com.mx/notadia.asp?Id=4158;](http://www.tvaztecapuebla.com.mx/notadia.asp?Id=4158)

www.semarnat.gob.mx/tlaxcala/index.htm

http://www.e-tlaxcala.com/hoy_d.asp?idnota=3422

http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/libros/lib54/310.htm

<http://portal.semarnat.gob.mx/tlaxcala/Informe%20Presa%20Texcalac%20Tlaxcala.pdf>