



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Rec; LATINDEX; DICE; ANECA; ISOC; RePEc y DIALNET
Vol 7, N° 21
Octubre 2014
www.eumed.net/rev/delos/21

PROCESO DE FRAGMENTACIÓN DEL RÍO GRANDE DE SANTIAGO (MÉXICO) Y SUS IMPLICACIONES SOCIALES Y AMBIENTALES

José de Anda Sánchez¹
janda@ciatej.mx
México

Contenido

Resumen	2
Abstract	2
1. Introducción	2
2. Descripción de las grandes presas en la cuenca	3
2.1 Acueductos y presas para el suministro de agua a la ZMG	3
2.2 La presa de Santa Rosa	5
2.3 La presa La Yesca	5
2.4 La presa El Cajón	6
2.5 La presa Aguamilpa-Solidaridad	6
3. Discusión	6
3.1 Cambios en el régimen fluvial e impactos en la parte baja de la cuenca	6
3.2 Impactos de la regulación del flujo aguas abajo	7
3.3 Biodiversidad	7
3.5 Aspectos socio-económicos	8
3.6 Implicaciones políticas	8
Conclusiones	9
Referencias	10

¹ Doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Unidad de Tecnología Ambiental. Normalistas 800, Colinas de la Normal. CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México.

Resumen

La creación de una serie de presas a lo largo de la cuenca del río Grande de Santiago ha traído una serie de cambios que, dependiendo de los diferentes puntos de vista, pueden calificarse como positivos o negativos. Sin embargo, es conveniente no perder de vista la dimensión de largo plazo con la finalidad de reducir los impactos negativos que conlleva la construcción de grandes presas. La inversión que se haga en proteger la salud del ecosistema desde la etapa de planeación de estas obras, pueden evitar devastadores costos futuros que habría que enfrentar con acciones de remediación. En este trabajo se describen las grandes presas construidas recientemente a lo largo de una de las cuencas más importantes del occidente de México e igualmente se discuten las principales repercusiones sociales, económicas y ambientales.

Palabras clave: grandes presas-río Grande de Santiago-occidente de México-impactos ambientales-fragmentación de los ríos.

Abstract

The creation of a series of dams along the basin of the Grande de Santiago river has brought a number of changes, depending on the different points of view, can be described as positive or negative. However, it should not losing sight of the long-term dimension in order to reduce the negative impacts involved in the construction of large dams. The investment made in protecting the health of the ecosystem from the planning stage of these works, can prevent devastating future costs that would be faced with remediation actions. In this work, large dams recently built along one of the most important watersheds in western Mexico are described and the major social, economic and environmental implications are also discussed.

Keywords: Large dams-Grande de Santiago river-western Mexico-environmental impacts-river fragmentation.

1. Introducción

Tal como ha sido discutido por diversos autores tanto las grandes presas como las presas pequeñas impactan el ecosistema ribereño debido a que éstas modifican el flujo ecológico, cambian el régimen térmico, interrumpen el flujo de sedimentos, incrementan la evaporación, propician la generación de gases efecto invernadero y degradan la calidad del agua. Con la construcción de las grandes presas, el principal cambio que se produce en el ecosistema ribereño es la formación de un embalse con la inundación permanente del hábitat de diversas especies de flora y fauna. Adicionalmente, mediante el incremento del tiempo de retención hidráulica se cambia de un régimen de flujo rápido a uno lento propiciado por la formación del embalse. Esto trae por consecuencia cambios significativos en la productividad primaria, la desaparición de especies macrófitas propias del sistema ribereño y la aparición de vegetación flotante en el nuevo sistema lacustre. Debido a que un río y sus tributarios representan un hábitat más variado que un gran

embalse, normalmente existe una disminución significativa en el número de especies, una vez que se ha construido la presa y formado el embalse. Como consecuencias varias especies pierden su hábitat, el curso del río se modifica de forma permanente, se interrumpen los corredores naturales de la biodiversidad por la construcción de puentes, tuberías y caminos vecinales, las especies terrestres se sustituyen por hábitat lacustre litoral y sublitoral y las especies de peces ribereños se cambian por especies pelágicas (Dynesius y Nilson, 1994; Anderson et al., 2000; McCartney et al., 2000; WCD, 2000; Khagram S. 2003; Van Loy et al., 2003).

Estos procesos de fragmentación del hábitat no han sido ajenos a la historia de construcción de las grandes presas en México. Particularmente la construcción de las presas en el curso del río Santiago tuvo sus inicios desde mediados del siglo XIX con la construcción de la presa Corona en el municipio de Chapala, Jalisco, de tal forma que hoy en día existen 15 presas a lo largo del río Santiago, cuatro de las cuales están clasificadas por la *International Commission on Large Dams* (ICOLD) como grandes presas (Santa Rosa, La Yesca, El Cajón y Aguamilpa). Una presa más se encuentra aún en fase de planeación (Arcediano) y otras presas más en sus ríos tributarios debido a las necesidades de almacenamiento de agua que requiere la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) (figura 1).

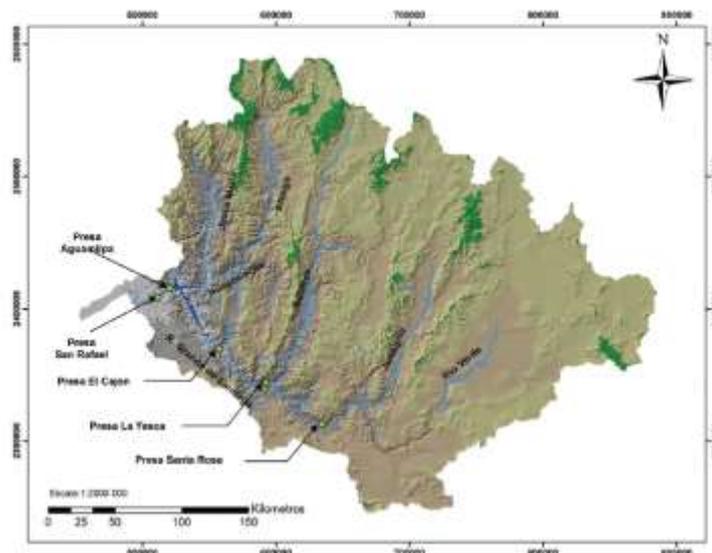


Figura 1. Localización geográfica de las principales presas en el río Grande de Santiago.

2. Descripción de las grandes presas en la cuenca

2.1 Acueductos y presas para el suministro de agua a la ZMG

La ciudad de Guadalajara está localizada en la cuenca alta del río Santiago. La población de esta ciudad se ha incrementado de manera significativa en los últimos años pasando de 200,000 habitantes en el año de 1940 a 1,000,000 en el año 1964 y 1,650,200 en el año 1990. Actualmente la ZMG es el resultado de un proceso de conurbación de las

poblaciones localizadas en los municipios aledaños tales como Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zuñiga, El Salto, y Juanacatlán. Para el año 2010 se estimó que la población de la ZMG alcanzó 4,393,818 habitantes representando cerca del 65% de la población total del estado de Jalisco (INEGI, 2010). La tasa actual de crecimiento anual de la población de la ZMG es de aproximadamente 1.6%, ocupando una extensión de aproximadamente 488.2 km² lo cual a su vez representa el 3.3% del territorio de la cuenca del río Santiago y 3.2% de la del estado de Jalisco (INEGI, 2010).

De estas cifras se destaca que por mucho la ZMG es el principal consumidor de agua de la cuenca y la principal fuente de contaminación para el río Santiago. Hasta antes del año 2012, por diversas razones políticas y económicas, la ZMG no contaba con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales, lo que generaba una descarga promedio de aguas crudas sin tratar de 10.5 m³/s hacia el río Santiago, la cual era conducida a todo el sistema de presas aguas abajo. Con la puesta en marcha de las plantas de tratamiento de El Ahogado y Agua Prieta hoy en día se trata el 83.3% de las aguas residuales vertidas por la ZMG (La Jornada, 2014).

El origen de la cuenca del río Santiago es el lago de Chapala (figura 2). El lago de Chapala es el lago natural más grande de México, se localiza a 50 km al sur de la ciudad de Guadalajara y a una elevación de 1,524 m s.n.m, el volumen y calidad del agua de este lago dependen de las contribuciones del río Lerma (de Anda et al., 2005; Cotler et al., 2006). Históricamente la descarga natural del lago de Chapala era el río Santiago, pero debido a la drástica reducción de los flujos de entrada del río Lerma, hoy en día el nivel del lago se encuentra por debajo del nivel natural de vertido de sus aguas sobre el río Santiago. Como consecuencia fue necesario generar una obra de bombeo en la ciudad de Ocotlán, la cual provee de agua a los distritos de riego localizado en esta zona y facilita el escurrimiento aguas abajo (figura 2) (SIAPA, 1988; GEJ, 1991).

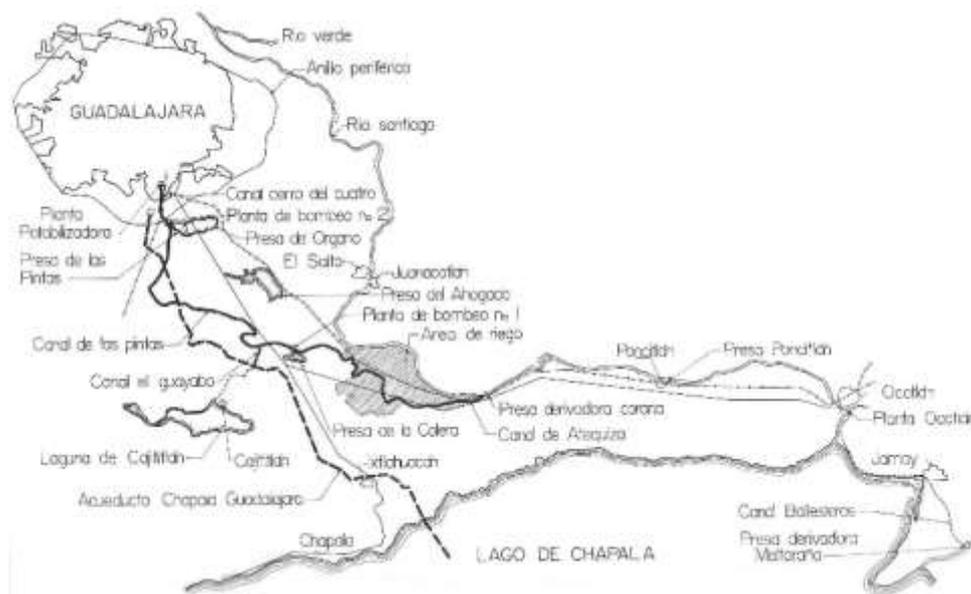


Figura 2. Obras de abastecimiento de agua para la Zona Metropolitana de Guadalajara de la cuenca del río Grande de Santiago (SIAPA, 1988).

La Presa de Arcediano se encuentra aún en fase de planeación y tiene por objetivo incrementar la capacidad de almacenamiento para abastecer la ZMG (von Bertrab, 2003; 2005; Palerm 2005). La presa esta planeada para construirse en la cercanía de la confluencia entre el río Santiago y el río Verde (figura 2). Esta presa trabajará en conjunto con la Presa El Zapotillo, una presa de menores dimensiones que será construida en el curso del río Verde (figura 1) y que tendrá la función de almacenar agua para abastecer a la ciudad de León y para controlar las demasías en la presa de Arcediano durante la época de lluvias. La presa de Arcediano pretende disminuir las extracciones actuales del lago de Chapala ya que podrá abastecer con 5.5 m³/s de agua a la ZMG (López-Ramírez, 2012).

2.2 La presa de Santa Rosa

La Presa de Santa Rosa (figura 1) define el límite de la cuenca alta del río Santiago con una superficie de escurrimiento de 36,077 km² y la cuenca baja con un área de escurrimiento de 42,342 km². Debido a las características naturales y a la riqueza en flora y fauna endémica, en el año de 1949 el área en donde fue construida la presa, fue declarada Área Natural Protegida (ANP) de jurisdicción federal (INE, 2000). La presa de Santa Rosa fue construida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) entre los años 1957 a 1964 justamente al centro de dicha ANP modificando por completo el entorno natural. La altura de la cortina es de 114 m y la longitud de corona es de 150 m. Capta un escurrimiento medio anual de 3,260 Mm³ y su capacidad de almacenamiento es de 400 Mm³. La presa tiene como principal función la generación de 61 MW de energía eléctrica. Actualmente más del 60% de la capacidad de almacenamiento de esta presa está azolvada dada la gran cantidad de sólidos que llegan a la presa que fundamentalmente han sido producto del arrastre de sólidos procedentes de las aguas residuales urbanas de la ZMG (CFE, comunicación personal).

2.3 La presa La Yesca

La Presa La Yesca concluyó su construcción en el año 2012 (Informador, 2012). Se localiza en el estado de Nayarit a 65 km aguas arriba de donde se ubica la cortina de la presa El Cajón. Esta presa junto con El Cajón y Aguamilpa tienen como principal función la de generar electricidad. Esta presa además ayudará en la regulación de los sobreflujos a fin de mejorar el funcionamiento del sistema de presas durante las lluvias. La cortina de la presa tiene una altura total al desplante de 220 m, con un gasto de diseño de 250 m³/s y tendrá una capacidad de almacenamiento de 2,392.9 Mm³. Mediante esta obra se producirán 750 MW y una generación media anual de 1,210 GWh. Junto con las presas El Cajón y Aguamilpa se podrán producir 4,500 GWh a través de la operación simultánea de las presas. Esta presa tiene la característica de ser la segunda más alta en su tipo en el mundo siendo la primera la presa de Xibuy, en China, que cuenta con 233 metros (Mendoza, 2012).

2.4 La presa El Cajón

La obra de la Presa El Cajón inició sus operaciones a finales del año 2007. Esta presa está localizada entre los municipios de La Yesca y Santa María del Oro en el estado de Nayarit. La cortina tiene 188 m de altura y una longitud de 550 m. La capacidad de almacenamiento del embalse es de 2,400 Mm³ y cubre una superficie de 3,982 ha. La presa produce 750 MW y tiene una capacidad de generación media anual de 1,228 GWh. (Yañez-Santillán, 2005, Mendez, 2006; CFE, 2006).

2.5 La presa Aguamilpa-Solidaridad

La Presa de Aguamilpa esta localizada en el municipio Del Nayar en el estado de Nayarit. Es una de las presas de mayor importancia en el país. La presa tiene una altura de cortina de 187 m y una longitud de cortina de 642 m. La capacidad media de almacenamiento de la presa es de 5 540 Mm³ y cubre una superficie de 10,900 ha. La presa produce 960 MW y tiene una capacidad de generación media anual de 2,131 GWh (Mendez, 1993, 1994). Adicionalmente el agua almacenada en la presa permite el riego de una superficie cultivada de 120,000 ha en el distrito de riego denominado Río Santiago. La obra de riego está regulada por la presa San Rafael y la derivadora Amado Nervo, la cual se localiza 16 km aguas debajo de la presa de Aguamilpa. Además de la producción de energía eléctrica, en el embalse se desarrolla una intensa actividad pesquera y recreativa gracias a la pesca deportiva. Hoy en día la producción pesquera alcanza las 4,363.6 toneladas siendo la tilapia la de mayor importancia con un 99.6% de la producción (Ulloa-Ramírez et al., 2006).

3. Discusión

3.1 Cambios en el régimen fluvial e impactos en la parte baja de la cuenca

Ortiz-Pérez et al. (1994) y Ramírez-García et al. (1998) han estudiado el desarrollo de las estructuras meándricas en la parte baja de la cuenca del río Santiago en su desembocadura al Océano Pacífico. Las imágenes satelitales revelan que esta área estaba sujeta a cambios frecuentes de las estructuras meándricas del río. Con la construcción de la Presa de Aguamilpa y las presas San Rafael y Amado Nervo, prácticamente se suspendió el transporte de sedimentos y se regularon las avenidas durante las lluvias, esto ha ocasionado la estabilización de los meandros y el incremento de procesos erosivos en el río. En un futuro la pérdida del transporte de sedimentos puede ocasionar el retroceso de la zona costera facilitando con ello el proceso de intrusión salina y sustitución de la vegetación natural de agua dulce por vegetación halófila, posiblemente se producirá pérdida de algunas lagunas costeras, humedales de agua dulce y por consecuencia del hábitat de especies terrestres y acuáticas de agua dulce.

Adicionalmente algunos autores han estimado que entre el año de 1973 y 1993 (antes de la operación de la presa de Aguamilpa) la vegetación de manglares en el área disminuyó en un 32% (MEPG, 2001; Valdéz-Hernández, 2002; INE, 2005); esta pérdida se ha estimado en 14.8 ha por año (INE, 2005) y puede atribuirse al cambio en el uso de suelo

e incremento de la frontera agrícola o bien a la deforestación deliberada de los manglares. No se encontraron estudios recientes que permitan conocer con precisión la situación actual de los manglares en el área de estudio pero en términos generales algunas fuentes señalan que una tercera parte de la vegetación de manglares se ha perdido en esta área en los últimos años (INE, 2007). Con la estabilización de los meandros debido al control del flujo por las presas aguas arriba, muy probablemente la situación vaya a empeorar afectando importantes poblaciones de peces, crustáceos, moluscos que están intrínsecamente asociados a este tipo de vegetación (Barbier and Strand, 1998; Ellison et al., 1999; Macintosh and Ashton, 2002).

3.2 Impactos de la regulación del flujo aguas abajo

Drinkwater y Frank (1994) publicaron un excelente resumen de los efectos de la regulación de los ríos y desviación de los cursos naturales de los mismos sobre las especies mariana e invertebrados. Los efectos sobre los sistemas de agua dulce se pueden extender más de 1,000 km en sistemas ribereños de gran longitud tal como ocurre en el río San Lorenzo (frontera este entre USA y Canadá). Este extenso río provee a los ecosistemas marinos en donde desemboca de materia orgánica particulada y materia inorgánica así como de organismos vivos que contribuyen en la cadena alimenticia de las especies marinas. El agua dulce es igualmente un importante regulador de los patrones de mezclado en las zonas costeras marinas. Los cambios en los volúmenes de descarga debido a la retención de la misma en embalses pueden afectar la pesca marina. Sutcliffe (1972, 1973) encontró una correlación positiva entre la descarga del río San Lorenzo y el arribo de poblaciones de peces en el Golfo de San Lorenzo. De acuerdo con Drinkwater y Frank (1994), los efectos de la descarga de agua dulce en las especies marinas durante su primer año de vida (etapa embrionaria y larvaria) están más asociados al tiempo de las descargas más que a una descarga anual. Los embriones se cubren por los sedimentos y son sofocados; en donde los sedimentos no representan el mayor problema, los niveles de oxígeno pueden reducirse afectando las tasas de desove; los embriones no se podrán mantener suspendidos en la columna de agua y terminarán sumergiéndose en el fondo para después morir. Los embriones y larvas de los peces pueden depender de las corrientes de agua dulce para lograr su desarrollo hasta la maduración, si los flujos de agua dulce se interrumpen o se modifican, se puede amenazar el ciclo de desarrollo de los peces y en algunos casos puede desaparecer del área donde normalmente se les encontraba debido a modificaciones drásticas del hábitat. En la búsqueda de literatura, no se encontraron fuentes de información que permitieran conocer los efectos de la regulación del flujo del río Santiago sobre las especies terrestres y acuáticas que habitan en las lagunas, estuarios o en aguas marinas adyacentes a la desembocadura del río.

3.3 Biodiversidad

La cuenca del río Santiago constituye el hábitat de una gran cantidad de especies hoy en día amenazadas o en peligro de extinción (DOF, 2002) tales como el jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardos paradlis*), jaguarundi (*Herpailurus yagouarondi*), cocodrilo

americano (*Crocodylus acutus*), Iguana verde (*Iguana iguana*), coralillo (*Lampropeltis triangulum spp.*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) entre otras. Para varias especies es posible considerar el área de hábitat que perdieron como el área inundada después de la construcción de las presas. En particular se han observado recientemente pequeñas poblaciones de cocodrilo americano que han logrado subsistir en las zonas someras del embalse de Aguamilpa tanto en la vertiente del río Huaynamota como en la del río Santiago, ya que son los espacios de hábitat que quedaron después del proceso de inundación y formación del embalse. Se estima que la construcción de las cuatro grandes presas desde Santa Rosa hasta Aguamilpa han inundado aproximadamente 11,000 hectáreas de valles y riscos.

3.5 Aspectos socio-económicos

La estructura social y económica a lo largo de la cuenca del río Santiago esta ligada de manera estrecha con la topografía. La mayor parte de la población y centros de desarrollo económico como la ZMG se encuentran en las planicies que forman las cuencas en las partes altas de las mismas. Como se explicó previamente, estas áreas de las cuencas constituyen por lo general la mayor fuente de contaminación. El proyecto de la Presa de Arcediano aun se encuentra bajo discusión debido a que la cuenca alta del río Santiago aún se encuentra bajo procesos de contaminación y requerirá seguramente una enorme inversión económica para sanear el río y garantizar que la calidad del agua del embalse cumpla con las normas requeridas para el abastecimiento público (La Jornada, 2007).

Desde la Presa de Santa Rosa hasta la derivadora Amado Nervo, la mayor parte de las comunidades son indígenas o mestizas en su mayoría huicholes. Las principales actividades productivas de estas comunidades están basadas en una economía de subsistencia siendo la agricultura y la ganadería sus principales fuentes de trabajo. Con la construcción de las presas de Aguamilpa, El Cajón y más recientemente La Yesca, se han expropiado varias hectáreas de tierras indígenas a favor de los proyectos hidroeléctricos. Muchas de las pequeñas comunidades asentadas en estos sitios fueron reubicadas en otras áreas dando como resultado algunos conflictos de carácter social en la región (La Jornada, 2007). Actualmente, debido a la intensa productividad pesquera que se da en la presa de Aguamilpa (Ulloa-Ramírez et al., 2006) y de manera más reciente en la presa El Cajón, las comunidades que fueron reubicadas han incluido la pesca como una de sus principales actividades económicas. En muchos casos a través de esta nueva actividad han logrado mayores beneficios económicos que los que obtenían con la agricultura y crianza de ganado. No obstante estas comunidades continúan marginadas y sin acceso a educación y por consecuencia no se ha logrado un desarrollo económico tangible en sus comunidades.

3.6 Implicaciones políticas

El río Santiago desemboca en el Océano Pacífico a través de una de las áreas de manglares más importantes del occidente del país. Debido a la retención de sedimentos en la presa de Aguamilpa y al incremento de las prácticas agrícolas en el área, la zona

costera de la cuenca ha sufrido cambios importantes en su funcionalidad y ya existen evidencias de que la vegetación de manglares ha sido afectada (Valdéz-Hernández, 2002; INE, 2005). Las normas que protegen a las zonas de manglares en México se hicieron oficiales hasta hace pocos años y desafortunadamente la vigilancia para que estas normas se apliquen es muy deficiente (La Jornada, 2008). Al mismo tiempo, existen presiones de orden económico en el país para generar fuentes de trabajo y éstas invariablemente requieren espacio, uso de recursos y consumo de energía. En México la fuente más sustentable para la generación de electricidad es la producida a través de las plantas hidroeléctricas, y en una proporción menor se han considerado otras alternativas tecnológicas tales como la energía nuclear, geotérmica, eólica y solar.

Castellán (1999) llevó a cabo una revisión de los aspectos legales y políticos en México relacionados con la construcción de las presas hidroeléctricas. Estas obras son planeadas y ejecutadas por la autoridad federal. Durante muchos años se aplicó un sistema vertical para la toma de decisiones en cuanto la construcción de las presas sin tomar en cuenta los aspectos ambientales y poca atención a los aspectos sociales. A partir de los años 1990s, el proceso de planeación en México se modificó sustancialmente incorporando los denominados Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que se convirtieron en obligatorios para cualquier obra de infraestructura hidráulica en el país. Castellán (1999) hace notar que no obstante la medida considerada por el gobierno en cuanto a la obligatoriedad de los EIA, aún existe poca experiencia en México para llevar a cabo de manera formal dichos estudios. Por ejemplo, se ha encontrado que las medidas de mitigación (ambiental, social o económica) propuestas en algunos EIAs no están directamente vinculadas con los impactos identificados en el estudio. Castellán (1999) revisó 59 EIA llevados a cabo por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y encontró que la CONAGUA básicamente ignoró las recomendaciones establecidas para minimizar los efectos sociales y económicos en las comunidades afectadas por las obras de construcción del embalse, asimismo se hizo caso omiso de varias medidas a considerar para reducir los impactos ambientales identificados en los EIA.

Conclusiones

México tiene actualmente una presión económica significativa y por consecuencia necesidad de generar energía para cubrir las necesidades del país. Hoy en días las principales fuentes de energía son las termoeléctricas, basadas en los combustibles fósiles, y las hidroeléctricas y ha puesto poca atención al desarrollo de otras alternativas para la generación de energía como la basada en biodiesel, biogás, celdas de hidrógeno o el aprovechamiento de la energía mareomotriz las cuales aun se encuentran en fase insipiente de desarrollo en el país (SE 2000; ANL, 2002; Huacuz, 2003; EIA, 2007). Esto trae por consecuencia una diferencia importante entre la necesidad de generar mayor cantidad de energía y las alternativas sustentables para lograr dicho fin.

La opción que se ha visto como la más viable en los últimos años ha sido el de producir energía eléctrica a través de las centrales hidroeléctricas, lo cual conducirá sin lugar a dudas a un mayor nivel de fragmentación de las cuencas de los ríos en México afectando con ello los corredores naturales de la biodiversidad (Ceballos y García, 1995; Peterson y

Navarro, 2000; García-Trejo y Navarro A, 2004). Dado que se reconoce la belleza escénica de la cuenca del río Santiago, así como la riqueza de su biodiversidad y la importancia del río mismo como un recurso hídrico, se han establecido varios decretos orientados a proteger sus recursos naturales, pero en ninguno de éstos se advierte sobre las consecuencias de la construcción de las grandes presas (DOF, 2002). A pesar de la riqueza de la biodiversidad en la cuenca del río Santiago, hay una notable ausencia de publicaciones que permitan conocer las poblaciones de las especies, el hábitat de las especies endémicas, las poblaciones de las especies amenazadas y en particular de aquellas especies endémicas en peligro de extinción. Finalmente la falta de conocimiento del valor intrínseco de la biodiversidad en México se ha aprovechado de manera sistemática para lograr la aprobación en la construcción de las grandes presas y otras obras que interfieren con el desarrollo sustentable que busca el país.

Las autoridades federales y estatales han declarado importantes áreas de la cuenca del río Santiago como áreas naturales protegidas (INE, 2000), igualmente existen otras iniciativas en curso (INADES, 2005). Sin embargo, el proceso de fragmentación y degradación ambiental a lo largo del curso del río Santiago incluyendo las implicaciones sociales, ecológicas y económicas que conlleva la construcción de presas, ha recibido escasa o muy limitada atención por parte del gobierno federal (CIISA, 2005; Palerm, 2005).

México es un país en vías de desarrollo, con una población en el 2009 de 112.9 millones de habitantes. Esta población proyectada para el año 2050 será de 150.8 millones (INEGI, 2014). Los objetivos del milenio (UN, 2006) en términos de lograr un uso sustentable del recurso hídrico en el país no podrá lograrse si no existe el compromiso de invertir en el desarrollo en investigación y desarrollo de tecnología para formar capacidades en el campo del manejo sustentable de los recursos hídricos y en el desarrollo de tecnologías sustentables para la producción de energía. Para lograr esto, será necesario que las instituciones del gobierno federal y estatal apliquen con rigor el marco legal que existe entorno a la construcción de presas.

La estricta aplicación de las leyes de protección de ambiente natural depende de una serie de factores que incluye llegar a acuerdos de compensación ambiental entre las autoridades ambientales y la iniciativa privada o gobiernos locales, los cuales generalmente no están muy familiarizados con la normatividad o con la legislación ambiental. Adicionalmente la falta de vigilancia y monitoreo dificultan el proceso de aplicación de la ley. Claramente se deberá priorizar la atención a resolver los aspectos de aplicación de la ley, vigilancia en el cumplimiento de la misma, así como de la aplicación apropiada de los EIAs en las obras de construcción de las nuevas presas con la finalidad de mitigar los daños al medio ambiente y a la sociedad.

Referencias

- Andersson E, Nilsson C, Johansson M E (2000). Effects of river fragmentation on plant dispersal and riparian flora. *Regulated Rivers: Research and Management*. **16**:83-89.

- Barbier E B, Strand I. (1998). Valuing Mangrove-Fishery Linkages: A Case Study of Campeche, Mexico. *Environmental and Resource Economics*. **12**:151-66.
- Castellán, E. (1999). Los Consejos de Cuenca en el Desarrollo de las Presas en México. Thematic Review Paper 3. World Commission on Dams. Disponible en: <http://www.dams.org/docs/kbase/contrib/ins223.pdf> Consultado en 25/05/2008
- Ceballos G, García A. (1995) Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forests in Western Mexico. *Conservation Biology*. **9**:1349-1353.
- CFE. (2006). El Cajón. Hydroelectric project. Comisión Federal de Electricidad. México. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/CAJON/en> Consultado en 30/05/2008
- CIISA. (2005). Actividades de protección ambiental P. H. El Cajón. Consulting e Ingeniería Internacional S. A. España. En: Cámara Mexicana de La industria de la Construcción. Delegación Guanajuato. Memorias. Foro de infraestructura hidráulica y medio ambiente. Disponible en: <http://www.cmicgto.com.mx/memorias/25%20nov%20actividades%20ambientales.pdf> Consultado en 30/05/2008.
- Cotler H, Mazari-Hiriart M, de Anda-Sánchez J. (Ed.) (2006). Atlas de la cuenca Lerma-Chapala: construyendo una visión conjunta. Instituto Nacional de Ecología-UNAM, México, D. F. México. 198 pp. ISBN 968-817-783-0
- de Anda J, Shear H, Zavala J L (2005). Simplified hydrologic correlations to forecast the natural regime of Lake Chapala. *Journal of Environmental Hydrology*. **13**:1-12.
- Drinkwater K F, Frank K T. (1994). Effects of River Regulation and Diversion on Marine Fish and Invertebrates. *Aquatic Conservation: freshwater and Marine Ecosystems*, **4**: 135-151.
- DOF.(2000). Norma Oficial Mexicana NOM-026-PESC-1999, Que establece regulaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa Aguamilpa, ubicado en el Estado de Nayarit. Diario Oficial de la Federación. Febrero 9, 2000. México D. F. México. 7 p.
- DOF.(2002). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Marzo 6, 2002. México, D. F. México. 83 p.
- Dynesius M, Nilsson C. (1994). Fragmentation and Flow Regulation of River Systems in the Northern Third of the World. *Science*. **266**:753-762.
- EIA. (2007). Official Energy Statistics from the U. S. Government. Energy Information Administration. Disponible en: <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/contents.html> Consultado en 30/05/2008
- Ellison A M, Farnsworth E J, Merkt R E (1999). Origins of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. *Global Ecology and Biogeography*. **8**:95–115.
- García-Trejo E, Navarro A, (2004). Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana*. **20**:167-185.
- GEJ. (1991). Sistema Regional La Zurda – Calderón. Primera Etapa. Gobierno Federal. Gobierno del Estado de Jalisco. México. 81 p.

- Huacuz J M (2003). Overview of Renewable Energy Sources in Latin America. International Electrical Research Exchange. Central American Forum. San José, Costa Rica, November 2003. Disponible en: <http://www.iea.org/textbase/work/2003/budapest/mexico.pdf> Consultado en 30/05/2008.
- INADES. (2005). Estudios previos justificativos para la creación de un Área Natural Protegida (ANP) a nivel federal en Marismas Nacionales, Nayarit. Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable. Tepic, Nayarit. México. Disponible en: http://www.inades.gob.mx/archivos_pdf/Estudio_Tecnico_Justificativo_MN.pdf Consultado en 30/05/2008.
- INEGI (2010). Censo de Población y vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Disponible en: <http://www.inegi.org> Consultado en 19/08/2014
- INE. (2000). Áreas naturales protegidas de México con decretos federales. Primera edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México D. F., México. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/> Consultado en: 30/05/2008.
- INE. (2005). Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas. Septiembre 2005. México D. F., México. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/dgioece/con_eco/descargas/informe_manglar.pdf. Consultado en 30/09/2008
- INE. (2007). Contexto Nacional. Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/336/contexto.html>. Consultado en 23/09/2008.
- Informador (2012). Calderón inaugura hoy La Yesca. Disponible en: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2012/415757/6/calderon-inaugura-hoy-la-yesca.htm>. Consultado en 18/08/2014.
- Khagram S. 2003. Neither temples nor tombs: A Global analysis of large dams. *Environment*. **45**: 28-37.
- La Jornada (2007). Arcediano: hacia la irresponsabilidad total. Periódico La Jornada Jalisco, Mayo 20, 2007. Guadalajara, Jalisco. México. Disponible en: www.lajornadajalisco.com.mx/ Consultado en 12/01/2009
- La Jornada (2014). Inauguran planta de tratamiento de aguas residuales de Agua Prieta. <http://www.lajornadajalisco.com.mx/2014/07/23/inauguran-la-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-de-agua-prieta-tercera-mas-grande-de-al/>. Consultado el 18 de Agosto, 2014.
- López-Ramírez, M.E. (2012) Conflicto y agentes en el caso de la presa Arcediano: la gestión pública del agua en la zona metropolitana de Guadalajara. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Centro de Investigación y Formación Social. 42 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11117/455>. Consultado en 19/08/2014.

- Macintosh D J, Ashton A C (2002). A Review of mangrove biodiversity conservation and management, In: Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management. Centre for Tropical Ecosystems Research, University of Aarhus, Denmark. 86 p. Disponible en: http://mit.biology.au.dk/cenTER/MCB_Files/2002_Review_WB_MCB_Final.pdf. Consultado en 12/01/2009.
- McCartney M P, Sullivan C, Acreman M C. (2000). Ecosystem impacts of large dams. Center for Ecology and Hydrology, UK. The World Conservation Union. Paper prepared for thematic review. In Dams, ecosystem functions and environmental restoration, World Commission on Dams. Disponible en: <http://www.wca-infonet.org>. Consultado en 25/05/2008.
- Mendez F. (2006). Progress at the Mexico's El Cajon hydro project. *The International Journal on Hydropower & Dams*, **30**:57-62.
- Mendez F. (1994). Aguamilpa underground penstocks-Excavation phase. *Canadian Journal of Civil Engineering*. **21**:585-595.
- Mendez F. (1993). Underground Blasting at Aguamilpa. *International water power and dam construction*. **45**:23-26.
- Mendoza, G.B. (2012) La Yesca: Obra cumbre de la ingeniería mundial. Construcción y Tecnología en Concreto. 2(9):14-19. Disponible en: www.imcyc.com. Consultado en 19/08/2014.
- MEPG. (2001). Diagnóstico socioambiental de la zona estuarina y de manglar del municipio de San Blas, Nayarit.. Mexico. Mangrove Environmental Protection Group. Disponible en: <http://www.ElManglar.com/docs/DiagnósticoManglar.pdf>. Consultado en 30/09/2008
- Ortiz-Pérez M A, Romo-Aguilar M L (1994). Modifications of the meander trajectory in the course of the Grande de Santiago River, Nayarit, Mexico. *Boletín. Instituto de Geografía*. 29:9-23.
- Palerm J. (2005). Needs and opportunities for SEA in Mexico: a view through the Arcediano dam case study. *Impact Assessment and Project Appraisal*. 23:125–134.
- Peterson A T, Navarro A G. (2000). Western Mexico: a significant center of avian endemism and challenge for conservation action. *Cotinga*. 14:42-46.
- Ramírez-García, P, López-Blanco J, Ocaña D. (1998). Mangrove vegetation assessment in the Santiago River Mouth, Mexico, by means of supervised classification using Landsat TM imagery. *Forest Ecology and Management*. 105:217–229.
- SIAPA. (1988). Agua para la Zona Metropolitana de Guadalajara 1983-1988. Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco. México. 98 p.
- Sutcliffe WH Jr. (1972). Some relations of land drainage, nutrients, particulate matter and fish catch in two eastern Canadian bays. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 29: 357-362.
- Sutcliffe WH Jr. (1973). Correlation between seasonal river discharge and local landings of American lobster (*Homarus americanus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in the Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30: 856-859.
- Ulloa-Ramírez P, Patiño-Valencia J L, Sánchez-Regalado R. (2006). Dictamen de la implementación de la veda 2006. Aguamilpa, Nayarit, Secretaría de Agricultura,

- Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera Bahía de Banderas, Nayarit. Febrero 2006. México. 10 pp. Disponible en: www.inp.sagarpa.gob.mx/Dictámenes/2006/dictamenvedatilapiaaguamilpa2006.pdf. Consultado en 12/01/2009
- UN. (2006) Millenium development goals indicators. United Nations. Statistics Division. Disponible en: <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Default.aspx> Consultado en 30/05/2008.
- Valdéz-Hernández J I (2002). Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa pacífica de México. *Madera y Bosques*, Volumen especial:129-145.
- Van Looy K, Honnay O, Bossuyt B, Hermy M. (2003). The effects of river embankment and forest fragmentation on the plant species richness and composition of floodplain forest in the Meuse Valley, Belgium. *Belgian Journal of Botany*. 136:97-108.
- Von Bertrab, E. (2003). Guadalajara's water crisis and the fate of Lake Chapala: a reflection of poor water management in Mexico. *Environment and Urbanization*. 15:127-140.
- WCD. (2000). Ecosystems and Large Dams. (Chapter 3). In: Dams and development: A new framework for decision-making. The Report of the World Commission on Dams. Earthscan Publications Ltd, London, UK and Sterling, VA. USA. 356 p.
- Yañez-Santillán, D. (2005). Vínculo Ingeniería-Construcción en el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón. Cámara Mexicana de La industria de la Construcción. Delegación Guanajuato. Memorias. Foro de infraestructura hidráulica y medio ambiente. Disponible en: <http://www.cmicgto.com.mx/memorias/25%20construccion%20PH.pdf> Consultado en 30/05/2008.