



Primer seminario internacional sobre la cuenca del río Santiago

Salvador Peniche Camps
Enrique Macías Franco
Fabián González González
Manuel Guzmán Arroyo
(Coordinadores)

Internacional
Santiago

Primer seminario internacional sobre la cuenca del río Santiago

Salvador Peniche Camps
Enrique Macías Franco
Fabián González González
Manuel Guzmán Arroyo
(Coordinadores)

Título:

Primer Seminario Internacional sobre la cuenca del río Santiago

Coordinadores y miembros del Cuerpo Académico de Economía y Medio Ambiente
Salvador Peniche Camps
Enrique Macías Franco
Fabián González González

Coordinador:

Manuel Guzmán Arroyo

Fotografía de portada:

"Descarga de aguas negras al río Santiago en el colector de San Andrés"
Salvador Peniche Camps

Primera Edición: mayo 2010

ISBN: 978-607-7772-42 -2



Programa Integral para el Fortalecimiento Institucional

PIFI 2008-14-06 Aseguramiento de las variables e indicadores del CUCEA en las áreas de capacidad y competitividad académica para el cierre de brechas de calidad de los cuerpos académicos y los programas de licenciatura y posgrado.

Todos los Derechos Reservados conforme a la ley. Las características de esta edición, así como su contenido no podrán ser reproducidas o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún medio, electrónico ni mecánico, incluyendo fotocopiadora y grabación, ni por ningún sistema de almacenamiento y recuperación de información sin permiso por escrito de los autores.

IMPRESO EN MÉXICO- PRINTED IN MEXICO

Índice general

Primer seminario internacional sobre la cuenca del río Santiago <i>Fabián González</i>	9
Lake Cocibolca/Nicaragua <i>Salvador Montenegro-Guillén</i>	25
La contaminación del río Santiago en el tramo de las poblaciones de Juanacatlán y <i>Humberto Palos Delgadillo</i>	61
El impacto ambiental y social de las obras hidráulicas en el río Santiago, Jalisco – Nayarit, México <i>Manuel Guzmán Arroyo / Salvador Peniche Camps J. Guadalupe Michel Parra / Laura E. Peña García</i>	73
Aspectos metodológicos del cálculo económico de los costos de la contaminación del río Santiago <i>Salvador Peniche Camps / Enrique Macías Franco</i>	93
El río Santiago en El Salto y Juanacatlán, Jalisco <i>Cindy McCulligh</i>	109
La actividad sísmica del río Santiago <i>Marco A. Delgado / J. Rosas-Elguera / J. Uribe, R. Maciel-Flores / M. Tostado-Plascencia / L. Peña</i>	129
La calidad del agua en un sistema de generación hidroeléctrica, con represas en cascada, con altos índices de contaminación, en el occidente de México <i>Javier García Velasco / Martha Georgina Orozco Medina / Gabriela Hernández Pérez / Sergio Contreras Rodríguez / Beatriz Rodríguez Pérez</i>	141

deradas como un alto costo en el desarrollo industrial de esa región y que debe ser internalizado por las empresas y por el Estado con la consecuente "indemnización ambiental" a esas poblaciones y la atención a la salud.

Referencias bibliográficas

- AGENCY for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2004. *Resumen de Salud Pública: Ácido sulfhídrico*. Atlanta: ATSDR. <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>.
- AYMA, Ingeniería y Consultoría (2003). *Estudio de monitoreo y modelación de la calidad del agua de los ríos Santiago y Verde del estado de Jalisco*. México: Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) Jalisco.
- GALINDO, José (2003). *Pueblos Veneno: El peligro que no se ve*. Guadalajara: Red Radio Universidad de Guadalajara.
- GALLARDO, Valdez Juan (2005). *Estudio Ambiental del Ácido Sulfhídrico como contaminante del aire en las comunidades de Juanacatlán y El Salto, Jalisco, 2004-2005*. México: U d G, Tesis de Maestría.
- GALLARDO, Valdez, Juan y Laure Vidal (2001). *Estudio de la contaminación del agua y de los sedimentos del Río Grande Santiago desde su nacimiento hasta la Presa Santa Rosa*. México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).
- GIBBSON, Eduardo A. (1908), *La Florencia mexicana*, S/e.
- INEGI. (2007). *II Censo de población y Vivienda del 2005*.
- KRIEBEL, David *et. Al* (2004). "The precautionary principle in environmental science", en *The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of children*. Editado por Marco Martuzzi y Joel A. Tickner. Copenhague: Organización Mundial de la Salud.

El impacto ambiental y social de las obras hidráulicas en el río Santiago, Jalisco – Nayarit, México

Manuel Guzmán Arroyo / Salvador Peniche Camps
J. Guadalupe Michel Parra / Laura E. Peña García

Las presas del río Santiago

A la fecha se tienen registradas 17 presas a lo largo del río Santiago, desde su origen en el lago de Chapala en Ocotlán, Jalisco, hasta su desembocadura en Nayarit en el Océano Pacífico. Las presas de Ocotlán y Poncitlán son de control, regulan los niveles del Lago de Chapala; Las presas Corona en Jalisco y San Rafael en Nayarit, son presas derivadores y sus aguas se utilizan en los distritos de riego y en el caso particular de la presa Corona para abastecer el acueducto que va a la Zona Metropolitana de Guadalajara. El resto de las presas son para la generación de energía eléctrica, aun cuando muchas de ellas, en particular las de Jalisco están fuera de servicio. En el caso particular de la presa Arcediano las obras están suspendidas por falta de recursos económicos. Aparentemente el proyecto como tal sigue vigente.

Los impactos ambientales

La construcción de presas repercute tanto en las comunidades humanas y de organismos, como en las variables del medio ambiente. Las modificaciones del hábitat pueden interferir en las relaciones equilibradas de los organismos. Uno de los efectos notables es el favorecer a determinadas especies y convertirlas en problemas y disminuir o eliminar a otras, lo que sucede más fácilmente cuando se introducen especies exóticas. Las relaciones e interacciones de los componentes bióticos del ecosistema son determinadas por una larga cadena evolutiva de ajustes mutuos. Cualquier acción humana puede afectar estas relaciones, al cambiar la magnitud o la dirección

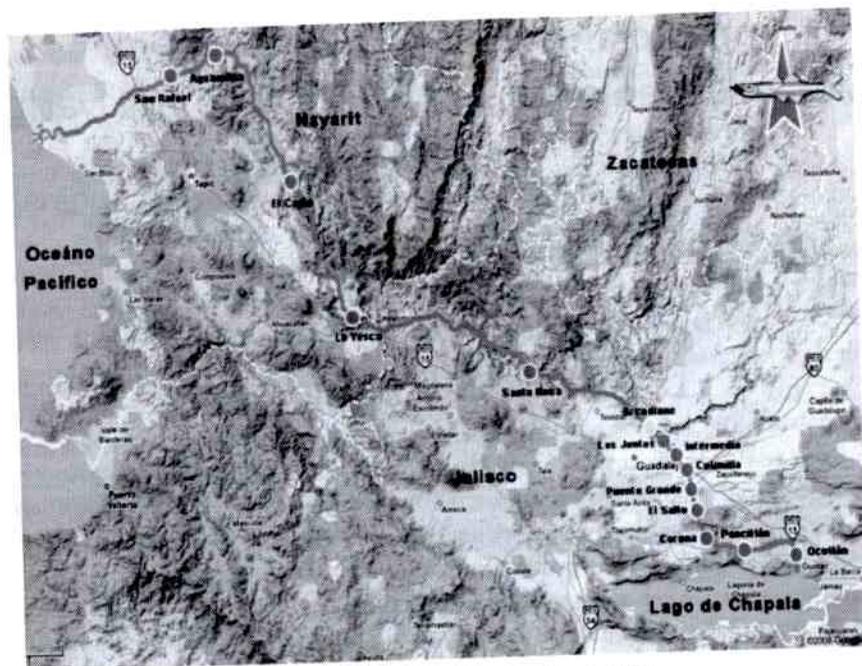


Fig. N° 1. Principales presas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México.

de los flujos de energía y puede también reflejarse sobre el hombre mismo, según la naturaleza y magnitud del impacto, que puede ocasionar un aumento exagerado en cierta dirección, favoreciendo a una o pocas especies, en detrimento de las demás (Contreras, *et al.* 1976).

La calidad del Agua. Las presas sirven como sistemas de autodepuración de las condiciones físico-químicas del agua, esto es que mejoran la calidad del agua, al atrapar los sedimentos y llevar a cabo procesos biogeoquímicos que en las condiciones del río no se dan. Además por el sistema de uso del agua en la operación de los proyectos hidroeléctricos ya que toman el agua superficial (Epilimnion) para mover las turbinas o para conducirla a través de los sistemas de riego. Esta agua es la de mejor calidad, ya que las aguas profundas (Hipolimnion) con una mayor degradación de su calidad se mantienen en el fondo de la presa.

El gasto hidráulico. Las obras hidráulicas producen cambios en los patrones anuales del gasto y por tanto cambios en la velocidad de la corriente, hay un embalsamiento,

Nº	Nombre	Estado	Tipo	Situación	Tamaño		
1	Ocotlán	Jalisco	Control	En servicio	Chica		
2	Poncitlán						
3	Corona						
4	El Salto		Hidroeléctrica	Fuera de servicio			
5	Puente Grande						
6	Colimilla						
7	Intermedia						
8	Las Juntas			En servicio			
9	Agua Prieta			Fuera de servicio			
10	San Francisco			Obra suspendida		En servicio	
11	Arroyo Hondo						
12	Arcediano						
13	Santa Rosa			Nayarit		Hidroeléctrica	En servicio
14	La Yesca						
15	El Cajón						
16	Aguamilpa						
17	San Rafael		Derivadora				

Cuadro N° 1. Presas del río Santiago, Jalisco-Nayarit, México.

protección de inundaciones y construcción de redes de canales y drenes. Todo esto causa cambios profundos en los ambientes naturales, pues cuando la biota regional no constituye ecosistemas con organismos evolutivamente adaptados y con flujos energéticos equilibrados que permitan amortiguar esos cambios, se presentan los consecuentes daños a los organismos nativos y al equilibrio natural original. Otro aspecto en el cambio del gasto hidráulico, es que de ser estacional (época de lluvias) ahora se vuelve regular a lo largo de todo el año, de acuerdo con la operación hidráulica de la presa.

Las inundaciones. En torno a las inundaciones se tiene aspectos positivos y negativos. Dentro de los primeros, al quedar regulado el gasto por la presa, los daños producidos por las inundaciones quedan bajo control; al menos reducen considerablemente este riego e incluso puede eliminarlo totalmente; por el contrario esto permite incrementar la frontera agrícola sobre antiguas áreas de inundación e incluso sobre la vegetación palustre o de manglar. La fertilidad que ocasionan las

inundaciones en los sistemas naturales, tales como los humedales, son notablemente afectados, con la pérdida gradual de estas zonas.

Los sedimentos. La erosión produce deslaves y azolves en cauces de corrientes y en vasos de almacenamiento, disminuye la vida útil de las presas; además, el arrastre del suelo va acompañado de una degradación en la calidad del agua, al aumentarse su turbidez, así como el incremento de nutrientes, que propicia la eutrofización en el embalse. La cortina retiene los sedimentos y aguas abajo su aportación en las llanuras de inundación y en la plataforma continental marina se ve severamente afectada, ocasionando una disminución en la productividad biológica y un desequilibrio en la remoción - deposición de los mismos.

La salinidad. La disminución del gasto hidráulico ocasiona que la energía opuesta por él a las cuñas salinas en la zona estuarina se vean reducidas, permitiendo la mayor penetración de agua salada, que por una parte incrementan la penetración de especies marinas a la zona del estuario, pero también incrementan la salinización del manto freático y de los suelos, tanto para uso agrícola con efectos nocivos como el de los humedales salobres (manglar) con efectos positivos para ellos.

Es fácil que los impactos ambientales intensos reduzcan el tamaño de las poblaciones de cada especie, al grado de impedir que el grueso de la población no se reproduzca lo suficiente para compensar la pérdida de individuos. En cualquier caso, la supervivencia de las especies es amenazada, inclusive, con llegar a la extinción local. Los fenómenos biológicos que se suceden en la población pueden usarse como indicadores de la interacción dinámica entre los factores físicos y bióticos de los ecosistemas. Los cambios en las poblaciones causan efectos que ocasionan retrasos en las etapas sucesionales primarias y secundarias, representadas muchas veces por la aparición de especies problema, con abatimiento de la productividad y alteraciones físicas consecuentes. La información acerca de la población en cada una de las especies, o en las "especies clave", dará la pauta para planear su conservación, de acuerdo con el interés o su importancia (Medina, *et al.* 1976; Alvarez del Toro, 1975).

Impactos al Cuerpo de Agua

De acuerdo a Snedaker y Getter (1985), las pautas siguientes constituyen los requisitos mínimos necesarios para la conservación de los ambientes acuáticos:

Modificaciones. Evitar modificaciones desfavorables en los parámetros ambientales del sistema acuático, especialmente en áreas críticas, tales como las zonas de desove, crecimiento y alimentación.

Dragado. Las obras de dragado y otras actividades que alteran los sedimentos y crean aguas turbias no deben llevarse a cabo en localidades cercanas o corriente arriba de las áreas de desove, crecimiento y alimentación.

Contaminantes. Evitar la introducción de contaminantes y nutrientes excesivos dentro de los ambientes que sean críticos para los recursos pesqueros o al medio ambiente.

Descargas Industriales. La ubicación apropiada de industrias lejos de dichas áreas, controlar la composición y las tasas de descarga, reduciendo así al mínimo el riesgo de ciertos tipos de contaminantes industriales.

Descargas Urbanas. Los vertederos que son utilizados para la eliminación de aguas de alcantarillado, no deberían estar instalados de tal forma que influyan sobre las áreas críticas de los recursos pesqueros.

Substrato y Topografía. Evitar cambios en la integridad física de la superficie de contacto entre el agua y la tierra, así como la topografía y el carácter del substrato en áreas críticas para las pesquerías.

Las playas y los substratos cercanos a la costa son utilizados frecuentemente para el desove y el refugio de organismos juveniles. De la misma forma, se debe evitar el desarrollo en la playa y en las tierras del interior, el cual da como resultado una excesiva sedimentación, erosión o cambios en las características químicas del agua y del substrato.

Los efectos que las obras hidráulicas pueden producir en los ecosistemas se basan en las alteraciones de los patrones estructurales y funcionales, así como en la intensidad de los cambios y en la capacidad de amortiguamiento. La protección adecuada de los ecosistemas se fundamenta en el conjunto de poblaciones y en sus relaciones con los factores físicos. Otros criterios usados para proteger los ecosistemas son los que se refieren a equilibrios artificiales locales de poblaciones utilizadas directamente por el hombre. En este aspecto son importantes los análisis integrales y comparativos en el tiempo, de tal forma que se detecten los cambios fundamentales y los puntos críticos para la conservación del ecosistema.

En general, entre los indicadores del impacto en los cuerpos de agua se encuentran los cambios en las poblaciones de peces y la invasión de malezas acuáticas. Los cambios se deben a la introducción de especies exóticas, a la imposibilidad de mi-

graciones y a la dispersión natural causada por barreras en las corrientes tales como las cortinas de las presas, cambios en la calidad del agua, reducción en los gastos aguas abajo. Estas modificaciones ocasionan la destrucción de recursos pesqueros, la desaparición de especies de algún interés económico, cultural o científico y desequilibrios ecológicos generales.

La invasión de las malezas acuáticas es un reflejo de cambios o desequilibrios ecológicos; dichas malezas obstaculizan el flujo en canales, drenes y turbinas, impiden la navegación, aumentan la evaporación y azolves, reducen o eliminan la productividad fitoplanctónica y provocan cambios generales en las condiciones fisicoquímicas del agua. Las actividades humanas producen cantidades considerables de aguas residuales que necesitan ser tratadas en forma adecuada, ya que por sus condiciones fisicoquímicas, al quedar sujetas a diluciones con cuerpos de agua, pueden limitar o impedir los usos posteriores y eliminar otros recursos (Medina, *et al.* 1976). Corf y colaboradores (1977), elaboran una matriz de impactos sobre el medio ambiente acuático, así como el efecto que tienen sobre diversas variables ambientales (Temperatura, oxígeno, pH, salinidad, sedimentos, nutrientes, metales pesados, tóxicos, basura y salud).

En relación a la calidad del agua, el problema que enfrentan las presas en el corto plazo es "La enfermedad de los embalses jóvenes", que se presenta por la degradación de la materia orgánica proveniente de la vegetación en descomposición cubierta por la presa. El periodo de lluvias estacional y el gasto hidráulico, producto de la operación de la presa, ocasionarán una seria dificultad para la implantación de vegetación acuática ribereña y palustre, debido a los grandes cambios de nivel, propiciando una erosión moderada en las riberas descubiertas, entre los niveles ordinarios del mínimo (NAMINO) y del máximo de llenado (NAME).

El sedimento producto de la erosión de la cuenca propia y de la cuenca aguas arriba, se irá acumulando en el fondo de la presa y conjuntamente con la degradación de la materia orgánica vegetal, determinará la capa anóxica (sin oxígeno) y abiótica (sin vida) del embalse, limitando con ello la capacidad productiva del mismo. Respecto a la fauna acuática, principalmente los peces, se ha tratado a lo largo del trabajo el efecto sobre las comunidades típicamente lóxicas (del río) que tenderán a desaparecer en el cuerpo del embalse o a reducirse drásticamente. En cambio las especies lénticas (de los lagos) incrementarán sus poblaciones creando un desequilibrio inicial, que con el tiempo se va estabilizando. El caso de las especies migratorias que no pueden sortear el obstáculo que representa la cortina de la presa, desaparecerán

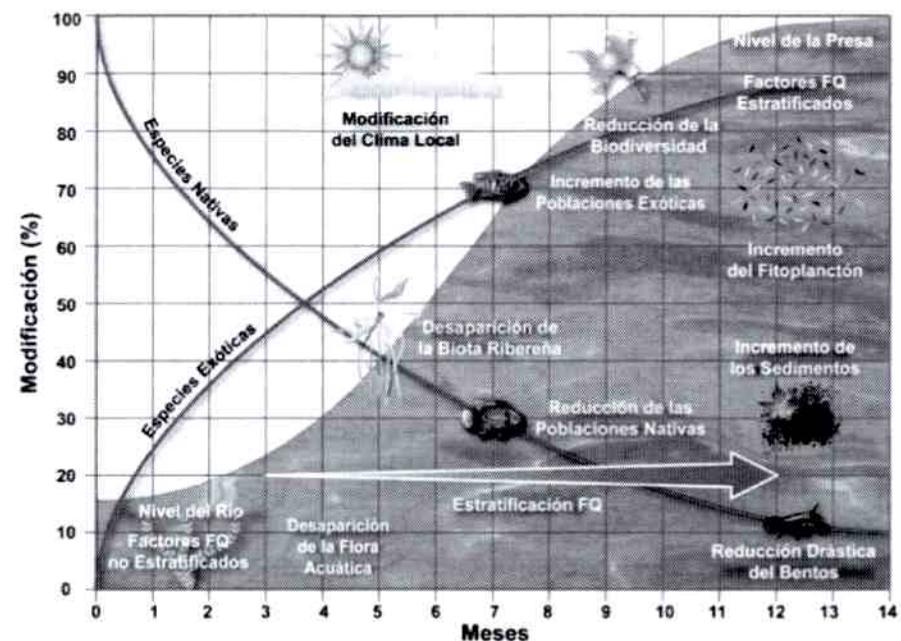


Fig. N° 2. Evolución de las características ambientales y de los organismos con el llenado de la presa.

irremediamente, no sólo del vaso sino también de los ríos y arroyos tributarios aguas arriba donde habitualmente viven.

Durante el llenado, la pesca tradicional es afectada tanto por las modificaciones a las especies como por la pérdidas de zonas de embarcadero y de pesca tradicionales, en tanto no se establezcan las nuevas líneas de playa de la presa. En la medida que se establezcan las comunidades acuáticas, las especies de importancia económica que se benefician con el embalse, incrementarán sus poblaciones hasta niveles de captura comercial. Paralelamente los pescadores por su propia iniciativa, se irán incrementando y en un proceso de interacción de algunos años, se establecerán pesquerías artesanales. La acuicultura no existe en el área río y difícilmente puede establecerse sin un programa técnico adecuado en el nuevo embalse.

La pesca ligada a los fenómenos antes mencionados tendrá también un periodo de ajuste, al cambiar la abundancia (aumentar o disminuir) de algunas especies

comerciales e incluso la presencia de las especies o de nuevas especies que llegan a colonizar los nuevos espacios de los ambientes modificados. La acuicultura estuarina no existe en la zona de influencia del río. Los proyectos en desarrollo en la zona inmediata al sur del río, han implicado alteraciones graves tanto en las zonas de manglar de gran importancia ecológica, por el uso de los terrenos en sí, como por la modificación a los patrones hidrológicos de escurrimiento.

La actividad pesquera en la cuenca del río Santiago, tanto en la zona original de las diversas presas hidroeléctricas, como en la porción baja del río hasta su desembocadura, es una actividad económica precaria, con un carácter de subsistencia o artesanal, muy dispersa y eventual, que involucra sólo a una pequeña porción de la población económicamente activa de la región, hecho que la hace difícil de cuantificar. El río Santiago en su porción estuarina, presenta una mayor actividad pesquera en dos aspectos; opera como un punto de desembarque de una flotilla de lanchas que laboran en la zona costera marina inmediata y utilizan únicamente el río como puerto de abrigo; el segundo como un grupo de pescadores que operan directamente en esta zona. La dificultad de separar cuantitativamente a estos dos grupos radica en que pertenecen a la misma organización pesquera y dependiendo de los recursos a su disposición como lanchas, redes y motores, operan en una u otra zona. La actividad acuícola no existe como tal en el río Santiago, en su cuenca media o baja.

En relación a la pesca, en términos generales, los cambios que se generan localmente serán más favorables que perjudiciales: los embalses son más productivos que los ríos, esto es, que las presas en operación pueden soportar pesquerías mucho más importante que la que actualmente se realiza.

El gasto hidráulico más regular permite una mayor estabilidad en el río y esto beneficia a las especies comerciales, que viven en él, pero reducen las posibilidades de las especies marinas o estuarinas que penetran al río. El control de las inundaciones favorece la expansión de la frontera agrícola y ganadera, y permitirá el uso de las zonas ribereñas para el desarrollo de proyectos acuícolas, aún cuando la frontera agropecuaria puede invadir las zonas de manglar. La aportación de los sedimentos, tanto a las llanuras de inundación como a la plataforma marina adyacente, disminuirá la fertilidad de estas áreas, perjudicando la actividad pesquera en especial la de camarón. La erosión marina será mayor en las playas. La cuña salina se incrementará en la zona estuarina hacia aguas arriba por lo tanto hará posible la extensión del ambiente estuarino para un mayor número de especies comerciales. Por otra parte el problema de salinización de las tierras adyacentes puede incrementarse, aunado con la destrucción del manglar, lo que implica una pérdida de hábitat y zona de crianza

para numerosas especies de fauna y flora y en especial de importancia pesquera: crustáceos, moluscos y peces.

Conclusiones

Las conclusiones se han agrupado en cuatro grandes aspectos íntimamente relacionados: ambientales, sociales, salud pública y económicos. Las conclusiones y recomendaciones se desarrollan en forma genérica para todas las presas y se hacen los señalamientos en función de la información obtenida.

Aspectos Ambientales. El mayor impacto que tiene los proyectos hidroeléctricos es el cambio radical de un sistema de aguas corrientes como son los ríos (lótico) en un sistema de aguas embalsadas como las presas (léntico). Este cambio impacta a la biodiversidad original reduciendo drásticamente sus diversos componentes, estructura y relaciones. A esto se une la introducción de especies exóticas, ecológicamente muy exitosas como las tilapias y las carpas, muy adaptables a las nuevas condiciones ambientales, lo cual les permite un rápido desarrollo de sus poblaciones, compitiendo ventajosamente contra las especies nativas originales, las cuales con el tiempo son desplazadas y reducidas, incluso algunas desaparecen. El objetivo único de la introducción de estas especies exóticas es, específicamente, la producción comercial vía la pesca. A medida que el nuevo embalse se va formando, las características limnológicas van cambiando conjuntamente con la biota, tanto en su composición como en su abundancia. En general la biodiversidad disminuye, desapareciendo numerosas especies. La siembra de especies exóticas más adaptables a las nuevas condiciones ambientales, también afectan la diversidad en el nuevo embalse.

Aspectos Sociales. El mayor impacto en las presas son las distancias para llevar al mercado los productos agropecuarios y pesqueros. Estas se pueden recorrer vía el agua de la presa o caminos de terracería o herradura. Esto es lo que provoca en gran medida las tensiones sociales que se generan en las poblaciones desplazadas. Es posible establecer relaciones entre las estructuras sociodemográficas de los habitantes originales y su manera como se han ido adaptando y evolucionando en cuanto a los cambios que ha provocado el proyecto de la presa. Pero cuando hablamos de productores pesqueros, nos referimos a un cambio en su estructura

social y productiva original, que no existía antes del proyecto de la presa. Si bien, habría algunos pescadores de pesca de subsistencia en el antiguo cauce del río.

Los proyectos de las presas no prevén acciones de apoyo a estas actividades, como sería la construcción de vías de acceso, embarcaderos, estructuras básicas para el manejo o reparación de equipo y proceso de los productores pesqueros (cuartos fríos, salas de fileteado o hieleras), así como también de la dotación de equipos, embarcaciones, motores y redes. Y en especial de la capacitación, técnica, administrativa y de organización, necesaria para llevar a cabo todo el proceso que requiere esta actividad.

Aspectos de Salud Pública. Se tiene el caso bien documentado de la enfermedad provocado por un nematodo parásito del género *Gnathostoma* transmitido por las aves acuáticas, mamíferos silvestres y animales domésticos, que se trasmite al hombre por consumir pescado crudo en forma de *seviche*. Se tienen numerosos casos de mortalidad por causa de este parásito. Incluso la Comisión Nacional de Pesca ha emitido boletines para advertir a la población sobre el parásito y da medidas para evitarlo. Las poblaciones de aves acuáticas se incrementan por los embalses y la siembra de especies exóticas fomenta el problema.

No se ha determinado aún si el parásito se desarrolló en los embalses por las especies sembradas o por las nativas. Aparentemente, las primeras son las responsables, ya que el parásito se presenta al ser sembradas masivamente en otros embalses. En las zonas cálidas de Oaxaca y Nayarit el problema es muy grave.

Y en lo referente a calidad del agua existen normas oficiales mexicanas que determinan las concentraciones de productos para los diferentes usos. Son más estrictas en cuanto a consumo humano directo que en cuanto a la producción agropecuaria y pesquera, así como en la producción vía la acuicultura que vía la pesca.

Aspectos Económicos. Muchos de los sistemas productivos terrestres se trasladan a las nuevas zonas (ganadería extensiva, agricultura de temporal, recolección, caza, huertos familiares con ganadería de traspatio, etc.), cuando encuentran condiciones similares a sus lugares de origen. Una parte de la comunidad se dedica a la pesca. Pero también llega frecuentemente gente foránea a realizar esta actividad, cuando las comunidades locales lo permitan. En ocasiones esto sucede por la no-

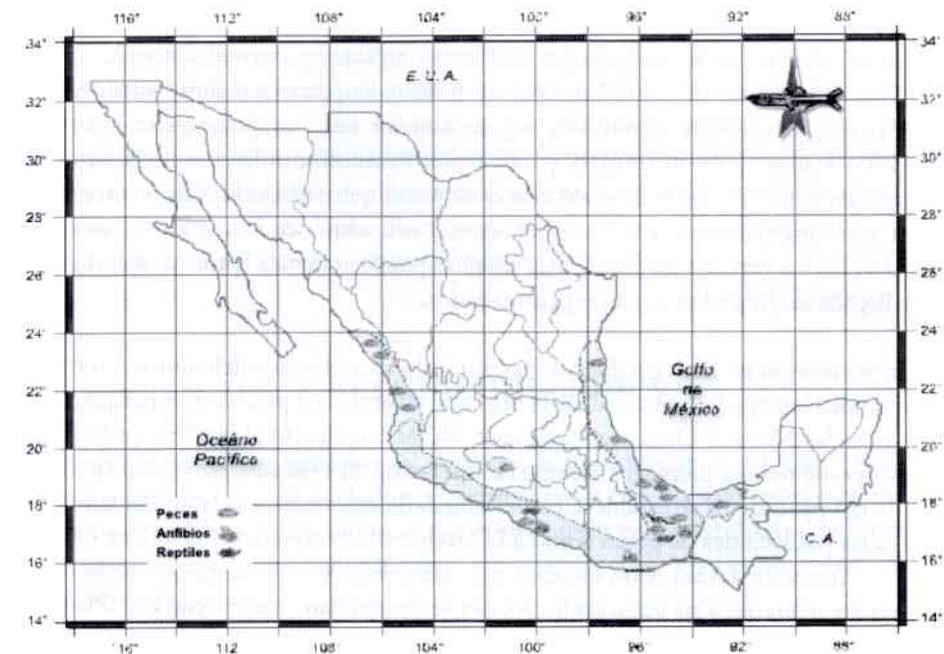


Fig. N° 3. Distribución general del nematodo *Gnathostoma* en México. (Datos de: Almeida, 1991; Constantino, 2005; García, 2005 y Salgado, 2008)

vedad de una nueva actividad productiva que no conocían y en la que no habían sido capacitados con anterioridad.

El proyecto, la construcción y la operación de las obras en general no está diseñado para ofrecer servicios o apoyos a los productores agropecuarios y pesqueros locales, con la excepción circunstancial de las nuevas vías de comunicación. Ocasionalmente se acondiciona un área como embarcadero común para los servicios de comunicaciones y la presa, y lo aprovechan las nuevas comunidades ahí establecidas. Estos embarcaderos se emplean para pesca comercial, pesca deportiva, transporte, turismo y servicios de la obra en general. Dependiendo del tamaño de las comunidades ribereñas, los pobladores pueden construir o acondicionar varaderos (playas de pendiente suave donde arrastran sus embarcaciones).

Aspectos Productivos Pesqueros. En general, en menos de uno o dos años posteriores al llenado de la presa, las poblaciones humanas desplazadas que quedan en las cercanías del embalse (ahora poblaciones ribereñas), empiezan a realizar actividades de pesca, la cual se va incrementado gradualmente hasta estabilizarse en general a los 3-4 años. A partir de aquí, puede haber fluctuaciones ligeras, hasta que se logra un equilibrio entre las poblaciones de peces que están colonizando un nuevo ambiente (la presa) y los pescadores que van adquiriendo nuevas técnicas y destrezas. La cercanía de presas más antiguas puede acelerar el proceso social por la llegada de pescadores más experimentados.

En un tiempo no bien establecido las autoridades federales dictaminan a través de estudios técnicos la capacidad de la presa en cuanto a su producción pesquera y establecen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en cuanto al número de pescadores, tipo de redes a emplear y tiempo de operación. A esto se le llama determinar el esfuerzo pesquero y se establece con el objeto de mantener a lo largo del tiempo tanto a las poblaciones de peces como a la producción pesquera (Rendimiento Pesquero = Toneladas/Año). Con estudios más complejos y la participación de la comunidades ribereñas y las autoridades locales se desarrollan y establecen los "Planes de Manejo".

Ciertos problemas se presentan con la nueva actividad pesquera: el intermediario, personaje que paga precios muy bajos al pescador y revende el producto en los mercados locales o regionales (de 3 a 4 veces o más del valor original) si el producto recibe un proceso adicional (fileteado y/o enhielado). Tradicionalmente, los pescadores se asocian a través de cooperativas o de uniones. Cuando esta no se logra oportunamente, las autoridades (SAGARPA-CONAPESCA) dan el permiso de pesca a uno o varios concesionarios en cada embalse. Este personaje lleva equipo, motores y redes y bajo un convenio verbal los presta a los pescadores, quienes deben entregarle toda su producción.

A través de estudios técnico-biológicos también se determinan las épocas de reproducción de los peces y se establecen las "Épocas de Veda", en las cuales se prohíbe la pesca. Esto permite el mantener las poblaciones de peces en niveles óptimos de producción. Las vedas también pueden estar contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas o en decretos específicos independientes, publicados en el Diario Oficial de la Federación.

La temporada de lluvias dificulta las operaciones en el embalse, los cambios de nivel afectan a las poblaciones de peces. La costumbre religiosa de comer pescado en Semana Santa incrementa el esfuerzo de los pescadores (más redes, más horas de trabajo, más producción) por los precios más altos en el mercado en este tiempo. Los pescadores no profesionales también incrementan sus actividades en esta temporada, a través de la pesca de subsistencia, que, en general, es para sus familias y con un poco de transacciones entre familiares, vecinos y conocidos. Usan artes de pesca personales como la atarraya, arpones, trampas y anzuelos.

Recomendaciones

Las recomendaciones generales, al igual que la Introducción, los Objetivos, el Material y Métodos y las Conclusiones, se prepararon con un solo texto común y, de acuerdo a cada una de las presas, se incorporaron sus particularidades. Las recomendaciones se presentan a continuación:

Administración Pesquera. Para mejorar la actividad pesquera en el embalse se requiere capacitar periódicamente a los pescadores, en las diversas artes y métodos de pesca, en navegación, en reparación y construcción de embarcaciones y en mecánica de motores fuera de borda. Diversificar las artes de pesca: por ejemplo, usar nasas para la pesca de bagre y carpa. Regular el "esfuerzo pesquero": los pescadores no indígenas tienen un mayor poder de pesca y capacidad tecnológica, por lo que obtienen mayores volúmenes e ingresos por la captura, respecto a los pescadores indígenas. Esto permitiría que los ingresos *per capita* sean más equitativos y disminuirían los problemas sociales.

Es necesario implementar las medidas de administración pesquera complementarias con el objeto de que la pesca en el embalse se realice de manera responsable y se logre un desarrollo sustentable para las comunidades pesqueras del embalse y para las poblaciones de peces sujetas a explotación pesquera.

Compilar antecedentes y enumerar los principales problemas actuales en cuanto a tenencia de la tierra en las zonas adyacentes al litoral del cuerpo de agua y breve descripción de aquellos problemas derivados del desplazamiento de comunidades o de creación de nuevos asentamientos humanos.

Actividades por Desarrollar

Realizar actividades y obras con el fin de rescatar conocimientos útiles en las actividades productivas que se hayan perdido, así mismo capacitar e informar sobre nuevas tecnologías, productos y conocimientos en general que sean de utilidad a los residentes desplazados para lograr mejores resultados en su actividad, cuidando el medio ambiente.

Manejo Sanitario. Desarrollar un manejo sanitario de alta calidad de los productos manejados.

Desarrollo Sustentable. Realizar un aprovechamiento sustentable de tal manera que el cuidado del medio ambiente conserva las condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades a las futuras generaciones.

Tecnologías. Uso adecuado de tecnologías tradicionales y de nuevas tecnologías.

Capacitación. Módulos demostrativos para exhibir tecnologías de producción agropecuaria y acuapescuera, comercialización y procesamiento de productos.

Para desarrollar y mejorar la actividad pesquera en el embalse se requiere capacitar periódicamente a los pescadores, en las diversas artes y métodos de pesca, en navegación, en reparación y construcción de embarcaciones y en mecánica de motores fuera de borda. Diversificar las artes de pesca, por ejemplo: usar nasas para la pesca de bagre y carpa. Es necesario establecer un ordenamiento del espacio físico del embalse, como zonas de no pesca o navegación en torno a la cortina de la presa y áreas con riesgo (bajos) con señalamientos para las embarcaciones (de pesca y transporte) y de esta manera proteger tanto a las redes como a los motores que se encuentran en operación. Los centros de acopio deberán tener condiciones mínimas sanitarias para la recepción y proceso de los productos regionales, capacitación a los operarios, así como embarcaderos y talleres para la reparación de motores y lanchas.

Acciones para la Protección de las Especies

Se requiere la realización de muy diversas acciones para la conservación y adecuado desarrollo de las poblaciones de fauna objeto de caza y pesca. Entre ellas se tiene:

Repoblamiento: Realizar acciones de repoblamiento de flora (vegetación ribereña) y fauna (especies nativas y especies comerciales).

Áreas protegidas: Establecer zonas de exclusión de pesca y caza. Pueden ser sitios de descanso permanentes o temporales de la pesca (vedas temporales) o de la fauna (migraciones), que sirvan como zonas de refugio.

Estructuras de Protección: De estructura tipo arrecifes artificiales y/o dispositivos para aglomerar y proteger peces.

Estrategias para el Desarrollo

De acuerdo con Guzmán (1999)¹⁰ para la implementación adecuada de un programa de aprovechamiento integral de las presas, es necesario establecer una serie de estrategias:

Estrategias ambientales. En función de las diferentes regiones ecológicas y buscando siempre mantener un equilibrio ambiental, mediante el manejo adecuado de los recursos naturales y considerando que se combinen la conservación de los recursos y los beneficios sociales.

Estrategias de organización. Es necesario que para el desarrollo y consolidación de las actividades económicas se creen organizaciones eficientes que permita obtener mejores condiciones sociales, así como el acceso a mejores tecnologías de producción y mercado, siempre con metas bien definidas.

Estrategias sociales. Deberá lograr un cambio en el nivel de vida de las personas involucradas en la producción, mediante la participación directa de la comunidad en la explotación integral de sus recursos, aumentando la economía de los participantes, que pueden ser comunidades indígenas, ejidatarios, agricultores, sociedades de producción, cooperativas y/o particulares. Contribuirá a la creación de fuentes de trabajo procurando una mayor participación del sector social y privado en actividades agropecuarias, forestales, deportivas, ecoturismo, caza y pesca.

Estrategias crediticias. Es indispensable contar con una organización y programas financieros adecuados a las necesidades de producción, que estén apoyados por una capacitación de los productores. Los financiamientos que se otorguen deberán ser adecuados a las necesidades de los proyectos y de los productores, tratando de que las tasas de interés sean preferenciales y la entrega del crédito sea oportuna, para lo cual se requiere de una administración ágil y eficiente.

¹⁰ Estas estrategias se basan en diversos documentos y conferencias de J. M. Zepeda (U. A. Chapingo) que originalmente fueron aplicadas al sector agropecuario.

Estrategias de fomento. Se requiere de la implementación de proyectos de difusión de los beneficios y ventajas de las actividades productivas, tratando con esto de generalizar su práctica, pudiendo emplear medios de difusión, apoyo técnico y capacitación.

Estrategias administrativas. Fomentar la desconcentración administrativa, mediante la transferencia de facultades y funciones a las diferentes regiones del proyecto. Buscando siempre la simplificación de procedimientos y la capacitación del personal, que estará regido por las políticas de desarrollo de las unidades productivas.

Estrategias de comercialización. El conocimiento de la oferta y la demanda, así como de los canales de comercialización adecuados, son de vital interés, para cubrir satisfactoriamente el mercado de productos en las zonas de influencia.

Estrategias productivas. Se buscará siempre que el uso del recurso agua sea integral, integrando las diversas actividades pesquera y ecoturismo a los sistemas de producción agropecuarios, buscando superar las producciones tradicionales.

Se deberá promover y consolidar una serie de unidades de producción, fomentando actividades que le den apoyo a sus acciones y objetivos, incorporando activamente al sector productivo. Las unidades de producción tendrán que ocuparse de los problemas de conservación, elaboración y distribución de los productos, buscando siempre una integración vertical.

Indicadores de Evaluación

El programa requiere de indicadores de evaluación de las acciones sociales y económicas derivadas de las estrategias planteadas a corto, mediano y largo plazo, en el desarrollo de las actividades pesqueras, que permitirán llevar a cabo los ajustes necesarios para lograr una mayor eficiencia del mismo. De acuerdo a Guzmán (1990b) se pueden considerar los siguientes indicadores:

Por el incremento en la producción. El plan va a incrementar el ingreso por la actividad pesquera comercial y deportiva, sustancialmente, a partir de implementar, desarrollar, integrar y optimizar los sistemas pesqueros al plan de desarrollo económico del proyecto general.

Por el incremento en los ingresos. Al ser las organizaciones y los pescadores los beneficiarios directamente de la práctica pesquera comercial y deportiva, sus familias serán

las beneficiadas directamente tanto por la obtención de productos alimenticios de alto valor proteico, como de un incremento sustancial en la economía familiar.

Por la generación de empleos productivos. En la actualidad la pesca produce tan solo un cierto número de empleos en el estado, al implementar un programa de pesca comercial y deportiva, la generación de empleos se verá incrementada notablemente, no solo por los empleos directos, sino por todas las acciones económicas asociadas.

Por el incremento en la economía regional y estatal. Si consideramos como tal el incremento en la actividad económica, así como el crecimiento y eficiencia de toda una industria en torno a la economía local.

Por la contribución a la redistribución del ingreso. En la medida que se cumplan los objetivos y políticas de incorporar a los pescadores locales a los sistemas de producción organizada del proyecto.

Bibliografía

- Alvarez del Toro, M., 1975. *Aspectos de la fauna superior de Chiapas, con referencia a los impactos causados por las obras hidráulicas*. Informe técnico. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México. s/d pp.
- Alvarez, T. y F. de Lachica. 1974. *Zoogeografía de los vertebrados de México. En El Escenario Geográfico II. Recursos naturales*. Sria. Educ. Públ., Inst. Nal. Antropol. Hist., México. 219-332 pp.
- Bravo, B.O. y A.A. Isaias. 1993. *El uso de los recursos naturales por los buicholes de Colorado de la Mora en el área del embalse del P.H. Aguamilpa, Nayarit*. Comisión Federal de Electricidad. Unidad de Ecología y Medio Ambiente. Tepic. 80 pp.
- CFE. 1989. *Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad intermedia*. Comisión Federal de Electricidad. Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos. P.H. Aguamilpa, Nayarit. s/d pp.
- CFE. 1993. *Características de la calidad del agua del Río Santiago*. Unid. Ecol. Med. Amb. México. s/d pp. Comisión Federal de Electricidad. Nayarit. 12p.
- Contreras, B.S., 1975. Impactos ambientales de las obras hidráulicas en el mundo y en México; estado actual de conocimiento, evaluación y medidas correctivas. Informe técnico Plan Nacional Hidráulico. México. s/d pp.
- Contreras, B.S., Landa, S.V., Villegas, T.G. y Rodríguez, G.O., 1976. *Peces, piscicultura, presas, polución, planificación pesquera y monitoreo en México o la danza de las P. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont.*, Tomo I. México. 315-346 pp.
- Corf, J.N., B. Blanscett y M. Boulé. 1977. *A method for determining the location and relative potential of aquaculture projects*. Corf & Shapiro Inc. 40 pp.
- Granados, B.A y M.A. Guzmán, 1985. *Contribución al conocimiento de la Biología y aspectos poblacionales del langostino de río, Macrobrachium americanum Bate 1896, (Decapoda Palaemonidae) en algunas áreas de Michoacán y Guerrero*. Universidad y Ciencia (2): 27-38 pp.
- Guzmán, A.M., 1990b. *El hombre y su impacto en las comunidades de peces continentales del Occidente de México*. I Seminario Internacional de Limnología. Comisión Nacional del Agua. Guadalajara. 18 pp.
- Medina, G.J.A., et al. 1976. *El impacto ambiental de las obras hidroeléctricas en México*. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México. 120 pp.

- Mobayed, K.N. Y E.M. Alvarez. 1992. *Análisis de los escurrimientos en el Río Santiago, modificados por la operación futura del P.H. Aguamilpa, Nayarit*. Comisión Federal de Electricidad. Ger. Ing. Civil. México. 54 p.
- Morales, D.A., 1991. *La mojarra en México. Biología cultivo y pesquerías*. AGT Editores, S.A. México. 188 pp.
- Orbe, M.A., G.J. Acevedo y M.D. Hernández. 1998. *La Pesquería de la Presa Aguamilpa, Nayarit*. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro. 20 pp.
- Orbe, M.A., M.D. Hernández, G.J. Acevedo y A.M. Guzmán. 2002. *Presa Aguamilpa, Nayarit. En de la Lanza E.G. y García C. J.L. (Comp.) Lagos y Presas de México*. AGT Editor. México. 401-420 pp.
- SPP. 1991. *Síntesis Geográfica del Estado de Nayarit*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 225 pp.
- Tamayo, J.L., 1984. *Geografía moderna de México*. Edit. Trillas. México. 400 pp.

Cita:

- Guzmán, A.M., C.S. Peniche, P.J.G. Michel y P.L.E. García. 2010. *El Impacto Ambiental de las Obras Hidroeléctricas en el Río Santiago, Jalisco – Nayarit, México*. I Seminario Internacional sobre la Cuenca del Río Santiago. Universidad de Guadalajara. Noviembre. 17 pp.

Estas memorias son resultado de los avances y conclusiones de investigaciones realizadas en torno al gran tema del agua y las cuencas acuíferas, y en particular, de la enorme complejidad técnica, económica, social y política para el trato, manejo, uso y disposición de los recursos naturales renovables y no renovables en la cuenca del río Santiago.

Sobre todo el por qué la gestión de la cuenca se da en medio de tensiones, en ocasiones agudas, en la continua interacción del poder público de los tres órdenes de gobierno y de los ciudadanos y los más amplios sectores sociales y económicos de la región que abarca y sobre la que influye en su cuenca el río Santiago.

Los diversos documentos que integran este libro, con resultados de investigación sumamente sugerentes, fueron presentados, la mayoría, en el Primer Seminario Internacional sobre la cuenca del río Santiago, realizado en noviembre de 2009, en las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, CUCEA, de la red de la Universidad de Guadalajara.



ISBN 978607777243-9



9 786077 772439