



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN ECONOMÍA**

**Facultad de Economía**

*Valoración económica para la estimación de beneficios por  
descontaminación del agua en la cuenca del Río Santiago,  
Jalisco.*

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAESTRA EN ECONOMÍA**

**ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES  
Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

**P R E S E N T A**

**THALIA HERNÁNDEZ AMEZCUA**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. AMÉRICO SALDÍVAR VALDÉS  
FACULTAD DE ECONOMÍA**

México, D. F. Septiembre de 2014.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

Este trabajo está dedicado a la enseñanza pública y a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Fue realizado gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

Quiero agradecer profundamente a los Profesores que me impartieran clase en el Posgrado en Economía, a mis compañeros del área de recursos naturales y desarrollo sustentable y sobre todo a mis asesores de tesis, cuya preocupación por el medio ambiente me alienta a cuestionar y modificar mi entorno.

A mi tutor el Dr. Americo Saldívar por su paciencia y el tiempo que dedico a la revisión de esta investigación. Al Dr. Marcelo Olivera por sus comentarios y cuestionamientos. Debo una mención especial a la Dra. Rosario Pérez por su apoyo incondicional en las distintas etapas de este trabajo.

A mi madre, Rosalía Amezcua por estimular mi curiosidad y por alentar mi independencia. Su cariño y apoyo han sido fundamentales en mi camino.

## Índice de contenido

Introducción.....	5
1. Los problemas de contaminación de agua, abordados por la economía.....	12
1.1 Desarrollo sostenible ¿un nuevo instrumento de política ambiental?.....	12
1.2 Instrumentos de gestión hídrica basados en el desarrollo sostenible.....	15
1.3 Marco normativo de los recursos hídricos en México.....	19
1.4 Externalidades ambientales.....	24
1.5 Valoración económica ambiental.....	27
1.6 Métodos de valoración económica ambiental.....	29
2. La cuenca del Río Santiago, Jalisco.....	40
2.1 Ubicación y delimitación del estudio: cuenca Lerma- Chapala- Pacifico.....	40
2.2 Caracterización socioeconómica de los usuarios.....	44
2.3 Disponibilidad y usos del agua.....	47
2.4 Contaminación.....	55
2.5 Programa público para el manejo de las aguas residuales.....	57
3. Beneficios económicos por la descontaminación de la cuenca del río Santiago.....	60
3.1 Salud pública.....	60
3.2 Potencial agrícola.....	64
3.3 Medio ambiente (hábitat).....	67
3.4 Turismo y recreación.....	70
3.5 Pesca.....	75
3.6 Beneficios totales.....	77
4. Conclusiones.....	79
Bibliografía.....	83

## Índice de figuras

Figura 1. Métodos de valoración económica	30
Figura 2. Método de costo de viaje	32
Figura 3. Costo marginal social	37
Figura 4. Región Lerma Chapala Pacifico	41
Figura 5. Municipios que integran la cuenca del Alto Santiago	44
Figura 6. Demanda de agua por usos en el Estado de Jalisco (2003)	47
Figura 7. Uso agropecuario por municipio, 2009 (metros cúbicos)	49
Figura 8. Uso público urbano por municipio, 2009 (metros cúbicos).	52
Figura 9. Uso público urbano por municipio, 2009 (metros cúbicos).	55
Figura 10. Proyecto integral de saneamiento ZMG	59
Figura 11. Principales cultivos en la cuenca del Santiago por superficie cultivable	64
Figura 12. Principales cultivos en la Cuenca del Santiago: valor de la producción (\$/Ha)	65
Figura 13. Principales cultivos por tipo de tallo en la cuenca del Río Santiago	66
Figura 14. Costos ambientales por agotamiento y degradación ambiental (% PIB), 2003-2008	69
Figura 15. Preferencias de los turistas	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Ramas de la ciencia económica que estudian al medio ambiente y los recursos naturales	14
Tabla 2. Población y población económicamente activa de los Municipios que conforman la región del Alto Santiago	43
Tabla 3. Población total, urbana y rural del Estado de Jalisco por subregión hidrológica, miles de pesos (2005)	45
Tabla 4. Valor agregado Censal Bruto por actividad económica, miles de pesos (2009)	46
Tabla 5. Superficie regada en el Alto Santiago (2003)	48
Tabla 6. Usos de agua potable en la ZMG (2002)	51
Tabla 7. Población y usos públicos/urbanos de agua por municipio	53
Tabla 8. Volúmenes de agua utilizados en el estado de Jalisco para el uso industrial por subregión	54
Tabla 9. Niveles de cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT	57
Tabla 10. Enfermedades de origen hídrico nacional, Jalisco y atribuibles en la región del Alto Santiago	62
Tabla 11. Estimación de costos privados por enfermedades hídricas en la región del Alto Santiago	62
Tabla 12. Estimación de costos sociales por enfermedades hídricas en la región del Alto Santiago.	63
Tabla 13. Beneficios económicos por la descontaminación del río Santiago	64
Tabla 14. Rendimiento promedio por tipo de cultivo en el Santiago	67
Tabla 15. Beneficios por la sustitución de cultivos de tallo largo por tallo corto en la cuenca del río Santiago	67
Tabla 16. Beneficios económicos esperados en conservación a la biodiversidad	70
Tabla 17. Lugares de recreación y esparcimiento en la región del Alto Santiago	71
Tabla 18. Gasto promedio anual per cápita por sitio turístico	74
Tabla 19. Estimación de visitantes para la cuenca del Río Santiago	74
Tabla 20. Benéficos económicos esperados por turismo inducido	74
Tabla 21. Valor de la producción de pesca y acuicultura en los municipios de la región del Alto Santiago, miles de pesos (2007)	75
Tabla 22. Acuicultura y pesca: Jalisco y región de estudio (2009)	76
Tabla 23. Beneficios en pesca derivados de la mejora de la calidad del agua en el río Santiago	76
Tabla 24. Beneficios económicos por la descontaminación del Río Santiago	77

## Introducción.

---

La base para el crecimiento económico son los recursos naturales y uno de los elementos fundamentales para el desarrollo del sistema económico es el agua. El agua es un bien que genera beneficios sociales al servir como un insumo para las actividades humanas, pero además protege el interés social regulando el clima, manteniendo el ciclo hidrológico, controlando inundaciones, recargando acuíferos, creando escurrimientos, capturando carbono y preservando la biodiversidad; por ello su degradación genera problemas en el medio ambiente y afectaciones en el medio social.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población, al mismo tiempo que el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua va en aumento (ONU, 2011). El problema de escasez de agua<sup>1</sup> es una de las manifestaciones de la degradación ambiental que más preocupa a nivel internacional.

La escasez del agua se relaciona con el manejo que el ser humano hace del recurso<sup>2</sup>, la gestión integral de una cuenca es imprescindible para mantener una adecuada disponibilidad en los cuerpos de agua, tanto en cantidad como en calidad. Para establecer un manejo integral del agua, es necesario analizar las relaciones existentes entre el sistema económico-social y ambiental y considerar el recurso como un flujo dentro de un sistema cerrado expresado en el ciclo hidrológico.

Uno de los mayores obstáculos para lograr una eficiente administración en la gestión de los recursos hídricos es la contaminación del agua. La ONU reconoce que es un problema que se ha agravado en las últimas décadas y estima que unas dos millones de toneladas

---

<sup>1</sup> Se considera que la escasez de agua se presenta cuando la demanda excede el abastecimiento, en donde influye el crecimiento de la población o aquellas prácticas que demandan cantidades excesivas de agua. Una región experimenta tensión hídrica cuando el suministro de agua anual per cápita es menos a los 1,700 metros cúbicos; cuando estos niveles descienden a menos de 1,000 metros cúbicos por persona, la región enfrenta escasez de agua, que se refiere a una situación que amenaza la producción de alimentos, obstaculiza el desarrollo económico y daña a los ecosistemas (PNUD, 2007).

<sup>2</sup> El ser humano extrae un 8% del total anual de agua dulce renovable y se apropia del 26% de la evapotranspiración anual y del 54% de las aguas de escorrentía accesibles. Actualmente la humanidad ejerce un control sobre las aguas de escorrentía a escala global y desempeña un papel importante en el ciclo hidrológico (WWAP, 2003).

de desechos son arrojados diariamente en cuerpos receptores, incluyendo residuos industriales, vertidos humanos y desechos agrícola (WWAP, 2003).

Cuando abordamos el problema de contaminación significa que: 1) existen emisiones que provocan cambios biológicos o fisicoquímicos en el medio ambiente y, 2) que estas emisiones han rebasado el umbral de asimilación y/o depuración del ambiente y por tanto se han vuelto un inconveniente. Si esta contaminación además genera disminuciones en el bienestar de algún actor y se exige el pago de una compensación, se le llama *contaminación económica*<sup>3</sup> (Pérez, 2010).

El presente trabajo de investigación de tesis aborda el problema de la contaminación de agua en la cuenca del Río Santiago. Esta cuenca está situada en el estado de Jalisco y forma parte de la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Pacífico que es una de las cuencas más contaminadas del país.

La cuenca del Río Santiago tiene una gran importancia para el estado de Jalisco, en las sub-cuencas Santa Rosa y Chapala se genera el 72.9% del PIB de la entidad (CEAJ, 2009:38). Además, en esta cuenca habita una población de 5.8 millones de personas.

El Río Santiago recibe las aguas residuales municipales e industriales de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y las poblaciones de Amatitán, Tequila, Arenal y Magdalena. A su vez, el Río Zula, afluente del Santiago, recibe las aguas municipales y los desechos de industrias tequileras y alimenticias de los municipios de Arandas y Atotonilco el Alto (CEAJ, 2009). Mención aparte merecen los desechos de aguas municipales e industriales de la zona de El Salto y Juanacatlán, que no reciben ningún tratamiento antes de ser vertidas al Río.

La región cuenta con 71 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), pero sólo operan 47 con capacidad para tratar 91 hm<sup>3</sup>/año, lo que significa que el 31% del volumen de descargas está sujeto a tratamiento. Cabe destacar que no existe información sobre la eficiencia de operación en las PTAR de la región (CEAJ, 2009:55).

---

<sup>3</sup> En México, las demandas por compensaciones derivadas de la contaminación en agua no son prácticas comunes; sin embargo, una investigación sobre conflictos de agua en México estableció que en el periodo 1990-2002, al menos una cuarta parte las denuncias sociales se relacionaban con problemas de contaminación y que además, mostraban un comportamiento ascendente en el tiempo (Becerra, 2006).

Como hemos señalado, la contaminación del Río Santiago se deriva del desarrollo de zonas industriales, el aumento de la población y el incremento de las descargas sin tratamiento de aguas municipales de la ZMG (Durán, 2006). De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el año 2008 se vertían aproximadamente 283 hm<sup>3</sup>/año de descargas de aguas residuales municipales e industriales por parte de la ZMG que no recibían tratamiento alguno, lo que representa el 85% de la cantidad total de descargas al Río; para el año 2009 el Centro Estatal de Aguas de Jalisco (CEAJ) estimaba que las descargas habían aumentado en un 3% (289.9 hm<sup>3</sup>/año) y que el 89% de éstas eran de origen municipal (CEAJ, 2009).

A partir del año 2009, el CEAJ a través de la Dirección de Cuencas y Sostenibilidad, comenzó a realizar un monitoreo periódico en 10 puntos distribuidos a lo largo de 265 km del Río Santiago y de sus fluentes (Arroyo del Ahogado y Río Zula) cuyo principal objetivo era contar con información actualizada de las características del agua del Río. Este monitoreo interpreta los resultados en conformidad con los Lineamientos de Calidad de Agua de la Ley Federal de Derechos (LFD) para el uso de Protección de Vida Acuática (CEAJ, 2011). Los últimos datos disponibles (resultado de aforos realizados en Septiembre de 2011) muestran que:

1. La Demanda Química de Oxígeno, empleada para observar la presencia de sustancias provenientes de descargas municipales y no municipales, muestra que todos los puntos de muestreo tienen valores que indican que el agua está contaminada.
2. Con respecto a la Demanda Biológica de Oxígeno, parámetro empleado para evaluar la calidad del agua por descargas de agua residual de origen municipal, se encontró una calidad de agua inaceptable al menos en tres de los diez puntos analizados.
3. En relación a los Sólidos Suspendidos Totales, siete puntos de muestreo tuvieron valores aceptables y tres de ellos se encontraron muy por encima de los límites máximos permisibles.
4. En Metales Pesados se tienen resultados que cumplen con la LFD para casi todos los puntos de muestreo en Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Níquel y Plomo; no obstante los valores de Aluminio, Fierro y Zinc, se encontraron por arriba de lo permitido en ocho de

los diez puntos de muestreo y se localizaron concentraciones de Mercurio por arriba de las establecidas en la Ley en tres puntos de muestreo.

5. En Coliformes Fecales no se tuvieron valores aceptables en ninguno de los puntos de muestreo.

Además, un estudio realizado por el CEAJ y presentado a principios de 2007, realizó una clasificación de los distintos tipos de descargas puntuales y concluyó que “la capacidad de dilución y asimilación del Río Santiago es muy limitada en las condiciones actuales y futuras previsible, lo cual incide en la necesidad de establecer condiciones de control de contaminación más estrictas para alcanzar los objetivos de calidad de agua” (CEAJ, 2006: 121).

La contaminación en la cuenca del Río Santiago ha generado diversos impactos como la destrucción progresiva del ecosistema y la pérdida de fauna acuática (Maciel-Flores, 2009; Gallardo, 2001). Además ha provocado afectaciones en el bienestar de las personas que habitan en su ribera (Martínez, 2009; McCulligh, 2009). El desarrollo de investigaciones que cuantifiquen los impactos de la contaminación es fundamental para establecer políticas públicas que busquen la recuperación de la cuenca y el establecimiento de su equilibrio ambiental a largo plazo.

En este trabajo se propone una metodología específica para determinar los posibles beneficios por la descontaminación de la cuenca del Río Santiago, esperando que la misma proporcione a los tomadores de decisión argumentos que demuestren que los proyectos de infraestructura necesarios para el tratamiento de aguas residuales tienen un beneficio social positivo. El reducir y evitar descargas de agua sin tratamiento al Río es fundamental para impedir impactos negativos en la economía, la sociedad y el medio ambiente. Explicar cómo estos impactos pueden traducirse a un beneficio económico en la economía regional es el objetivo principal. Se busca, además, exaltar la necesidad de cambiar la relación entre las actividades humanas y el recurso, pugnando por el establecimiento de políticas públicas, sujetas y orientadas por los principios de sostenibilidad.

El enfoque para abordar esta problemática (beneficios potenciales de la descontaminación), toma como base teórica la economía ambiental para el desarrollo del método de evaluación. Es decir, se parte del hecho que los efectos externos que la

contaminación genera no están siendo contabilizados por los usuarios ni por los tomadores de decisión (Kolstad, 2001; Olivera, 2007). Por ello, a través del uso de técnicas de valoración, cuyo resultado permite asignar un valor a los beneficios obtenidos por el uso de los bienes ambientales que se convertirían en costos si estos usos se perdieran, se cuantifica los beneficios que resultarían de una reducción de contaminantes en las aguas (cambio en la calidad ambiental).

La metodología empleada se basa en el Valor Económico Total (VET) de los impactos sobre el medio ambiente debido a actividades humanas. Se supone que las afectaciones ambientales implican costos en el medio social, lo que hace posible la existencia de potenciales beneficios económicos regionales, vía reducción de contaminantes. El VET nos permite evaluar los efectos de la contaminación, reconociendo un valor monetario con la finalidad de facilitar la toma de decisiones por parte de los hacedores de política, pues permite elegir entre distintas opciones con base a un denominador común (Barsev, 2002; Kolstad, 2000).

La técnica a utilizar cuantifica lo más ampliamente posible el beneficio social mediante la suma de beneficios potenciales de algunas actividades regionales. Esta investigación se centra en el sector salud, en las actividades agrícolas, en el medio ambiente, en el turismo local y en la industria piscícola. Se cuantifican los beneficios potenciales con base a los costos evitados en salud, medio ambiente y pérdida de potencial agrícolas. Además, se cuantifican los beneficios derivados del crecimiento potencial del turismo y la industria piscícola. Estos cálculos se traen a valor presente a través del uso de una tasa de descuento que varía de acuerdo al tiempo de evaluación. De esta forma, se crean escenarios futuros para cuantificar los beneficios por la descontaminación en períodos de 5, 10, 20 y 30 años.

Las hipótesis de investigación sugeridas son:

- Los beneficios económicos por la descontaminación del Río son mayores que las inversiones (costos) necesarias para tratar las aguas residuales de la zona.
- La valoración económica ayuda a establecer criterios de gestión integrada en la administración del agua. Estos criterios se apegan al concepto de desarrollo sostenible.

## Objetivos

Por ello, el objetivo general de la investigación es desarrollar una metodología que estime los beneficios potenciales que se obtendrían por descontaminar la cuenca del Río Santiago en la economía regional. Los objetivos particulares de la investigación son:

1. Conocer el estado actual de la cuenca del Río Santiago, sus usos y amenazas.
2. Analizar las metodologías de valoración y su justificación teórica.
3. Desarrollar una metodología regional de cuantificación de beneficios económicos por la descontaminación de la cuenca.
4. Identificar las principales variables económicas, sociales y ambientales de la cuenca.
5. Determinar los beneficios económicos regionales por la descontaminación de la cuenca a partir de un análisis costo-beneficio.

La valoración económica del medio ambiente busca asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por los recursos ambientales, ya que por lo general, no existen precios de mercado para ellos. La valoración económica nos ayuda a comunicar cambios en la dotación ambiental de los recursos naturales: su escasez relativa y/o absoluta,

La valoración traduce el impacto ambiental en valores que pueden ser comparados e integrados con criterios económicos y financieros (costo-beneficios) para tomar decisiones más acertadas y con menos subjetividad.

La principal aportación de la investigación es generar información adecuada que sustente estrategias políticas y decisiones de inversión pública orientadas al manejo sostenible de los recursos naturales renovables. Como ya se había mencionado, la contaminación del Río Santiago es una afectación social que debe expresarse y cuantificarse como un costo social.

Para poder cuantificar la ineficiencia se propone establecer cuatro etapas que guiarán la estructura de la investigación:

1. Medir hasta donde sea posible la escala del daño, considerando criterios ambientales de emisión y concentración de sustancias que afectan la dinámica ambiental del recurso.

2. Identificar las fuentes de ineficiencia en el manejo del recurso (externalidades, derechos de propiedad, fallos de gobierno, ausencia de marcos normativos, etcéteras) y los mecanismos propuestos a partir de la economía para resolver la contaminación en cuerpos de agua.
3. Cuantificar la importancia de las ineficiencias monetariamente a partir de una valoración lo más amplia posible.
4. Definir los instrumentos de política adecuados para minimizar los costos sociales que la ineficiencia presenta.

La primera etapa se abordó al comienzo de esta sección. La segunda etapa se aborda ampliamente en el primer capítulo. El segundo capítulo detalla el área de estudio y la situación actual de la cuenca del Río Santiago, identificando el medio socioeconómico de la misma como prefacio a los elementos susceptibles a valorarse.

En el tercer capítulo se plantean en forma específica los métodos de valoración económica utilizados para cuantificar los potenciales beneficios económicos que la descontaminación del Río aportaría a la economía de la región con base en los costos evitados.

El cuarto y último capítulo concluye la investigación explicitando las razones que sugieren incorporar a los instrumentos de política metodologías más amplias, que sustenten las decisiones de inversión en tecnologías que eviten o disminuyan el impacto ambiental de las acciones humanas en el medio ambiente.

# 1. Los problemas de contaminación de agua abordados por la economía

---

Este capítulo comienza analizando la relación histórica entre la economía y la naturaleza, como el preámbulo para el establecimiento del concepto de desarrollo sostenible, el cual rige los programas de gestión y administración de agua más socorridos a nivel internacional. Expone el marco normativo del agua en México haciendo énfasis en las reglas y normas existentes para controlar la contaminación del recurso. Subraya la necesidad de desarrollar nuevos y mejores instrumentos económicos para mejorar la eficiencia en la administración del recurso. Por ello, se explica el concepto de valor económico total y las técnicas de valoración económica que nos permitirán estimar beneficios que resultan de un cambio en la calidad ambiental.

## 1.1. Desarrollo sostenible: ¿un nuevo instrumento de política ambiental?

Los nuevos procesos productivos han marcado cambios en los paradigmas de la ciencia económica. Siguiendo a Cuerdo Mir (2000) se pueden distinguir tres etapas históricas en la relación existente entre la economía y la naturaleza. La primera va de la mano con el surgimiento de la ciencia, específicamente con los fisiócratas, cuando la naturaleza era entendida como productora de riqueza. De igual manera se reconocía –a partir de la concepción del estado estacionario- los límites físicos en que se desarrollan todos los procesos productivos. La segunda etapa inicia con el siglo XX y la revolución *marginalista*, caracterizada por establecer una ruptura entre lo físico y lo económico, obviando casi por completo el papel de la naturaleza, estudiando a los recursos naturales sólo como factores de la producción perfectamente sustituibles entre sí. El tercer periodo, está caracterizado por la necesidad de reincorporar a la naturaleza –o mejor dicho las secuelas que la industrialización ha causado en el ambiente- en el estudio de la ciencia económica.

Esta tercera etapa se deriva de dos crisis fundamentales del siglo XX: la crisis medioambiental de las sociedades industriales y la crisis del petróleo en el contexto de una sociedad altamente dependiente de este energético. Debido a que el crecimiento económico como único fin de las teorías y escuelas económicas no fue capaz de atenuar

estas crisis, aparece en el debate teórico y político la idea de valorizar e internalizar las externalidades socio ambientales siendo este el origen del concepto sostenibilidad.

A partir de esta nueva tendencia de reconocer la capacidad física limitada de los procesos económicos, el concepto de sostenibilidad comienza a adquirir nuevos bríos. Este concepto forma parte de una larga tradición de distintas corrientes<sup>4</sup> que analizaron desde diferentes perspectivas los efectos de la industrialización bajo una premisa común: que la degradación ambiental es síntoma de un mal modelo de civilización y, por lo tanto, es necesario repensar los modelos de producción y los estilos de vida que hemos adquirido a lo largo del último siglo, es decir, es preciso *ecologizar la economía* para eliminar la contradicción entre crecimiento económico y conservación de la esfera ambiental (Pierri, 2005).

En consecuencia, la ciencia económica desarrolló tres ramas distintas para el estudio del medio ambiente y los recursos naturales: La Economía de los Recursos Naturales (ERN), la Economía Ambiental (EA) y la Economía Ecológica (EE). El siguiente cuadro muestra a modo de resumen las diferencias entre las tres.

---

<sup>4</sup> Nos referimos principalmente a tres corrientes: la ecologista conservacionista, el ambientalismo moderado y la corriente humanista crítica. Ver: Pierri, 2005: 27-82.

**Tabla 1. Ramas de la ciencia económica que estudian al medio ambiente y los recursos naturales**

<b>RAMAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>IMPLICACIONES ECONÓMICAS</b>
<b>Economía de los recursos naturales</b>	Parte de la economía clásica, diferenciando entre recursos renovables y no renovables según su tasa de recuperación. Utiliza la teoría del control óptimo y los conceptos neoclásicos de optimización en el tiempo.	Recursos renovables Recursos agotables Tasa óptima de explotación Régimen de propiedad de los recursos naturales	Recursos renovables: no deben explotarse más allá de su capacidad de renovación. Recursos no renovables: la tasa de explotación es igual a cero; por lo tanto la tasa de aumento del precio del recurso debe ser igual a la tasa de descuento de la sociedad.
<b>Economía ambiental</b>	Parte de la economía neoclásica. Los recursos naturales son vistos como factores de la producción. Analiza el efecto de la economía en el medio ambiente.	Fallos de mercado. Externalidades. Comportamiento de los productores. Deseo de los consumidores.	Deben cuantificarse e internalizarse las externalidades. Utilización de intervención estatal a través de la política ambiental.
<b>Economía ecológica</b>	Parte de las ciencias ambientales. Tiene un carácter multidisciplinar; estudia la integración de variables ambientales, sociales, económicas, políticas y éticas.	Leyes de la termodinámica. Entropía. Procesos ecosistémicos. Modelo económico alternativo.	Elaboración de un modelo económico alternativo. Políticas ambientales basadas en el conocimiento científico de los ecosistemas. Políticas transversales que tomen en cuenta aspectos de equidad, ética y justicia.

Fuente: Elaboración propia con base a Reátegui, 2004 y Pérez, 2010.

Tanto la ERN como la EA desarrollan sus conceptos basados en modelos de racionalidad, eficiencia y equilibrio, considerando al medio ambiente como una parte de la economía. Por su parte, la EE exalta la complejidad de los ecosistemas y sus límites biofísicos, subrayando que la economía es parte de un subsistema que depende del medio ambiente.

Derivado de la urgencia de las crisis a las cuales nos enfrentamos durante la segunda mitad del siglo pasado, el concepto de desarrollo sostenible fue elaborado obviando las contradicciones propias del sistema capitalista; es decir, se buscó desvincular los

problemas ecológicos del proceso de acumulación del capital<sup>5</sup> y la EA y la ERN fueron y son predominantes a nivel mundial.

El concepto de desarrollo sostenible que se adopta se da a partir de la propuesta de la Comisión Brundtland (1987), la cual plantea: retomar el crecimiento, cambiar la calidad del desarrollo, atender las necesidades de empleo, alimentación, energía, agua y saneamiento, conservar y mejorar la base de los recursos naturales, reorientar la tecnología, administrar el riesgo e incluir el medio ambiente y la economía en el proceso de toma de decisiones (Pierri, 2005).

Este concepto acepta dos hechos: 1) los recursos naturales son limitados y susceptibles de agotarse y 2) la creciente actividad económica, sin mayor criterio que la búsqueda de la ganancia y el aumento en el consumo produce externalidades negativas como daños ambientales que pueden llegar a ser irreversibles.

El desarrollo sostenible puede verse como una derivación del modelo de desarrollo actual que busca encontrar un equilibrio entre la sociedad, la economía y el medio ambiente. Se refiere específicamente a “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades” (Brundtland, 1987:27).

Los recursos naturales han servido desde siempre como medios de producción y satisfacción de necesidades humanas. Sin embargo, actualmente y tras la evidencia de su deterioro, el concepto de uso sostenible de los recursos naturales es cada vez más socorrido para el mantenimiento de ciertos criterios de bienestar.

Uno de los recursos naturales más estudiado debido a su importancia para la vida es el recurso hídrico. Además, mucho se ha avanzado en lo que se refiere a la comprensión de la naturaleza del agua, no sólo como un valor económico, sino en su dimensión social, religiosa, cultural y ambiental y en la conciencia de que estos diferentes aspectos son a menudo interdependientes (LAN, 2004).

Como mencionamos en la introducción, este capítulo analiza los diferentes modelos de gestión de agua que se han elaborado a partir de la concepción de desarrollo sostenible.

---

<sup>5</sup> En este sentido, por ejemplo, en la ciencia económica se derivaron dos corrientes principales: la economía ambiental que, como una derivación de la *economía del bienestar*, busca la asignación óptima a través del análisis sistémico de las fallas del mercado y la economía ecológica, que plantea incluir la evaluación física de los impactos ambientales de los procesos antropocéntricos.

Para ello es importante recalcar que el problema que abordamos suscribe y acepta el hecho de que la crisis de agua es una crisis “de ordenamiento de los recursos hídricos [...] una crisis de gestión, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados” (WWAP, 2003:4) y que, por tanto, es precisamente a través de nuevos modelos de gestión como podremos aspirar a mantener un manejo adecuado del recurso, que pueda aumentar la cobertura sin impactar el medio ambiente de forma irresponsable e irreversible. Así mismo, se parte del hecho que un adecuado modelo de gestión implica el manejo de cuencas y además involucra usos y consumos inteligentes.

## **1.2. Instrumentos de gestión hídrica basados en el desarrollo sostenible**

La necesidad de incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y programas nacionales con la finalidad de reducir la pérdida de los recursos hídricos y la diversidad biológica, se convirtió en una preocupación mundial con el cambio de milenio. En septiembre del año 2000, se celebró la Cumbre Mundial en la ciudad de Nueva York con la participación de 189 países y se establecieron ocho objetivos principales<sup>6</sup> en materia de desarrollo. Entre esos objetivos, se propuso reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable y a los servicios básicos de saneamiento. La mejora en la salud y la calidad de vida que se asocia con el acceso al agua de calidad y el mantenimiento de todos los servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico (como la regulación del clima y el mantenimiento de condiciones propicias para la agricultura) son algunas razones que justifican la relevancia de este objetivo (ONU, 2000).

A partir de esta declaración se hizo inminente la incorporación del concepto de sostenibilidad en la administración y gestión de recursos hídricos. Para ello se precisó la adopción de indicadores que permitieran cuantificar los avances en el cumplimiento de los objetivos planteados<sup>7</sup>. De esta manera, se propone que los programas nacionales en

---

<sup>6</sup> Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre. Objetivo 2: Lograr la enseñanza primaria universal. Objetivo 3: Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer. Objetivo 4: Reducir la mortalidad infantil. Objetivo 5: Mejorar la salud materna. Objetivo 6: Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades. Objetivo 7: Garantizar el sustento del medio ambiente. Objetivo 8: Fomentar una asociación mundial para el desarrollo (ONU, 2000).

<sup>7</sup> El esfuerzo que ha realizado la ONU en la elaboración del Sistemas de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas del Agua (las llamadas Cuentas Satélite) es una prueba de la necesidad mundial de cuantificar y

materia de agua establezcan una nueva forma de administrar sus recursos hídricos, buscando concebir un proceso que preserve el equilibrio hidrológico.

El enfoque de la gestión integral de recursos hídricos (GIRH) plantea introducir la idea de sustentabilidad en la administración de los recursos hídricos y es definida como un proceso que:

Promueve la gestión y desarrollo coordinados del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el beneficio económico y social equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable (Denton, 2006:263).

Esta idea se sustenta en la importancia de la relación agua-bosque e incluye la gestión de un sistema de agua basada en cuencas de captación de agua, aceptando que el problema debe abordarse respetando los límites geográficos naturales y dejando de lado las divisiones políticas (SEMARNAT, 2006).

Este nuevo proceso parte de la premisa de que la escasez de agua se incrementará constantemente con el tiempo, producto del crecimiento económico, demandas sociales, mala gestión y cambios climáticos. La misma escasez será razón suficiente para que la competencia entre usuarios sea cada vez más drástica y despiadada por lo que sobresale la importancia de disponer de leyes e instituciones más eficientes para gestionar adecuadamente el sistema. También busca proponer mecanismos que eviten, prevengan y solucionen dichos conflictos.

La GIRH establece como prioridad aquellas cuencas donde se asientan grandes poblaciones o que abastecen a zonas urbanas, pues es en ellas donde los conflictos se agudizan. Menciona como condición necesaria la creación de alianzas o concertaciones entre múltiples actores que normalmente actúan en forma sectorializada sobre territorios que no coinciden con los límites de cuencas (SEMARNAT, 2006).

Además, busca establecer normas legales e instrumentos económicos para aminorar la presión en los recursos. Asume que los problemas de contaminación a los que se enfrentan la mayor parte de los países en desarrollo, tienen su origen en la enorme

---

estandarizar el recurso, con el fin de mantener una constante vigilancia sobre el estado de los recursos hídricos. Ver: SCAEI-A, 2003.

dispersión de responsabilidades para aplicar las legislaciones, así como una ausencia de fiscalización en las disposiciones normativas y una generalizada falta de interés de los actores (Dourojeanni, 1999).

Asimismo, la gestión de cuencas implica que las políticas basadas en el aumento de la oferta de agua deben abandonarse, pues acepta el hecho de que hemos llegado a la barrera física, de tal modo que el análisis debe trasladarse a manejar de forma eficiente la demanda y sobre todo a tener un control sobre la calidad del agua. La gestión de agua debe ser tratada de forma incluyente puesto que el esfuerzo individual y tecnológico carece de impacto (Dourojeanni, 1999).

La GIRH también basa sus principios en una correcta valoración del recurso. Implícitamente sostiene que los problemas de asignación y distribución que tienen los bienes de acceso común y/o públicos, se pueden resolver a través de criterios de eficiencia que tiendan a limitar la demanda a través de la asignación de precios de equilibrio, así como métodos que revelen las preferencias de los agentes consumidores del bien. Como nos encontramos ante una falla de mercado<sup>8</sup>, la eficiencia económica se autodenomina un objetivo social importante y se establece que una correcta asignación de precios y/o una adecuada valoración de las externalidades que afectan el recurso, resolverían el problema de escasez progresiva del agua y que además permitirían evaluar distintas soluciones.

Otro de los modelos de gestión de agua que se considera como sostenible y que contempla los principios fundamentales de la GIRH, es el de la Nueva Cultura del Agua (NCA).

Este concepto surge de la oposición a la política nacional de agua propuesta por José María Aznar en España durante 2004. La NCA se contrapone a las políticas enfocadas en las soluciones *ofertistas* basadas en grandes programas de obras públicas, bajo la premisa de que éstas ignoran el impacto social y ambiental, y enriquecen a limitados sectores políticos e industriales de la sociedad.

---

<sup>8</sup> La idea de corregir esta falla de mercado puede ser abordada a partir del criterio de eficiencia económica basada en el principio de optimización de Pareto, el cual ocurre cuando el beneficio marginal de usar un bien o servicio es igual al costo marginal de proveerlo. Pensar en términos de eficiencia económica para asignar el bien agua involucra un análisis de costo beneficio para evaluar si la decisión tomada se dirige hacia la eficiencia de Pareto, para ello resulta fundamental una correcta valoración económica del problema.

La NCA sugiere basar el desarrollo regional de acuerdo con la disponibilidad de agua en la cuenca, incorpora la gestión de la demanda como un factor clave, que a su vez depende de factores institucionales (como precio, modernización de la infraestructura física de las redes de distribución de agua urbana, optimización de los sistemas para el uso agrícola, industrial y doméstico) y la valoración económica, social y ecológica para un mejor uso del agua. Establece el término “cultura” con el fin de indicar la necesidad de un cambio de paradigma en cual el recurso no sea visto sólo como un factor de producción (Arrojo, 2005).

La NCA clasifica los usos del agua en: 1) agua para la vida; 2) agua para el mantenimiento y sustentabilidad de los ecosistemas; 3) agua para actividades de interés social y público; y, 4) agua para el crecimiento económico y el desarrollo (Estevan, 2006).

Para la NCA, el papel del sector público en la gestión y agentes privados que puedan proveer servicios de saneamiento y/o tratamiento deben tomarse de manera inclusiva, dejando a consideración de estudios y procesos de privatización y regulación sólo establece que las estrategias de financiamiento deben tomarse de manera inclusiva, en consecuencia la privatización y regulación del agua se refieren a temas que necesitan de diversos estudios y consideraciones dependiendo de la región (Barkin, 2006, pág. 4).

La GIRH y la NCA subrayan la necesidad de objetividad e imparcialidad en los cuerpos administrativos y la inclusión de las necesidades ecosistémicas al evaluar las decisiones administrativas. Implícitamente establecen como requisito el claro establecimiento de derechos de propiedad y que los usuarios tengan un papel activo en la asignación del recurso.

### **1.3. Marco normativo de los recursos hídricos en México**

El agua como bien es susceptible de un derecho de propiedad, su clasificación puede ser en público o privado, según cada país, conforme a los principios de derecho administrativo y las modalidades de su propio ambiente. El agua en México es considerado como un bien de dominio público federal susceptible de apropiación mediante una concesión, vital, vulnerable y finito, con valor social económico y ambiental, cuya preservación en cantidad, calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la sociedad (LAN, 2004). El agua vista como un bien económico presenta exclusión

física pero no legal, pues nadie puede ser exceptuado de ella; es un bien que presenta rivalidad pues el consumo ejercido por una persona disminuye al ser consumido por otra.

El agua es parte de los recursos naturales de un país, siendo además un recurso estratégico debe ser gestionado por el Estado. La planeación hídrica en México tiene su sustento legal en diversos ordenamientos que establecen al Estado como el administrador de los recursos naturales propiedad de la Nación. La norma fundamental que regula la administración del agua en nuestro país es el *Artículo 27 Constitucional*, el cual establece que la nación es la legítima propietaria original de las aguas existentes dentro de los límites del territorio nacional y reitera, de manera explícita, el carácter inalienable e imprescriptible del dominio de la nación sobre las aguas; la Nación tiene la facultad de transmitir títulos de propiedad a un privado. Solo las empresas que por nacimiento o naturalización son mexicanas tienen el derecho de adquirir dominio en nuestras aguas y obtener derechos de concesión; sin embargo la apropiación de aguas no es un derecho absoluto, pues se establece que la prioridad es el interés público (González, 2011).

Este precepto está reflejado en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), que tiene como su principal objetivo “regular la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas propiedad de la Nación, incluidas aquellas del subsuelo, libremente alumbradas mediante obras artificiales, para que se reglamente su extracción, utilización y veda, conforme lo exija el interés público” (LAN, 2004). Asimismo, establece que será el Poder Ejecutivo Federal el que ejercerá la autoridad en la materia directamente o a través de la CONAGUA y que la gestión de los recursos hídricos debe basarse en un proceso de planeación que incorpore en forma activa a los diversos sectores de la sociedad (Denton, 2006).

Existen diversas Leyes Federales vinculadas con distintos aspectos del uso, aprovechamiento y descarga del agua; así como con los recursos naturales que se encuentran en las cuencas, cuyo aprovechamiento o explotación provoca modificaciones en aspectos específicos del ciclo hidrológico.

La LAN establece la atribución de la CONAGUA para formular el Programa Nacional Hídrico, actualizarlo y vigilar su cumplimiento; los aspectos que deberá comprender la formulación, implementación y evaluación de la programación hidráulica; la indicación de que este proceso se efectuará con el concurso de los Consejos de Cuenca o, en su defecto, por los mecanismos que garanticen la participación de los usuarios.

Las últimas modificaciones realizadas a la LAN en 2004, amplían las competencias y atribuciones de la CONAGUA; buscan fortalecer el proceso de descentralización y desconcentración de la misma y ratifican la participación de la sociedad en el uso y preservación, en cantidad y calidad, del recurso hídrico a través de los Consejos de Cuenca (Denton, 2006).

La ampliación de competencias y atribuciones, aprobadas en la LAN para la CONAGUA, le otorgan un papel más activo en los temas de manejo integral de cuencas hidrológicas y acciones de protección civil; la responsabilidad de la integración de un Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua; y la regulación de la transmisión de derechos de agua.

Una de las principales atribuciones de la CONAGUA es la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de agua. Con respecto al control que la Comisión hace de la contaminación, existen tres normas referidas exclusivamente a los criterios de calidad que deben obedecer las aguas residuales, las cuales son:

NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NOM-003-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Sin embargo, debido a que las NOM establecen criterios generales para los contaminantes básicos que, bajo ciertas circunstancias, no representan instrumentos eficaces para el control de la contaminación de aguas superficiales, la LAN en su artículo 87 contempla que además de la NOM, las Condiciones Particulares de Descarga (CPD). Estas CPD tomarán en cuenta las Declaratorias de Clasificación, es decir, aquellas que se publiquen en el Diario Oficial de la Federación que sean el resultado de un estudio específico de calidad de agua. Dicho estudio es denominado "Estudio de Clasificación de un Cuerpo Receptor" y establece la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua, tomando en cuenta sus usos, aprovechamientos y las características de las aguas residuales aportadas. La clasificación identifica los tramos de mayor contaminación y

descarga que impactan la calidad del agua y, en consecuencia, establece los límites máximos permisibles de contaminantes, estipulando nuevos parámetros en el vertido de las aguas residuales adicionales a las NOM.

En cuanto a las responsabilidades, la LAN establece en su Artículo 86 que la CONAGUA es el *único organismo* responsable del control de la contaminación del agua, pues tiene a su cargo “establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales”. En cuanto a la responsabilidad gubernamental, establece en su artículo 45, que es de competencia de las *autoridades municipales*, “la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción hasta el sitio de su descarga a cuerpos receptores que sean bienes nacionales” (LAN, 2004).

Así mismo, a nivel federal, la contaminación en cuerpos de agua nacionales es regulada además por la *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA), que en su Artículo 21 (LGEEPA, 1998) establece la obligación de la federación y los Estados para diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, promoviendo un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales; fomentando la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios de la economía; otorgando incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico; promoviendo una mayor equidad social en la distribución de costos y beneficios asociados a los objetivos de la política ambiental; y procurando la utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental (LGEEPA, 1998).

De igual forma, esta ley en su Artículo 22 establece que: “Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente” (LEGEEPA, 1998).

Los instrumentos de carácter fiscal se refieren a los estímulos fiscales cuya finalidad es incentivar el cumplimiento de la política ambiental, cuyos destinos prioritarios (de acuerdo al Artículo 22 Bis) serán las actividades relacionadas con:

- I.- La investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, así como el uso eficiente de recursos naturales y de energía;
- II.- La investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes;
- III.- El ahorro y aprovechamiento sustentable y la prevención de la contaminación del agua;
- IV.- La ubicación y reubicación de instalaciones industriales, comerciales y de servicios en áreas ambientalmente adecuadas;
- V.- El establecimiento, manejo y vigilancia de áreas naturales protegidas, y
- VI.- Los procesos, productos y servicios que, conforme a la normatividad aplicable, hayan sido certificados ambientalmente, y
- VII.- En general, aquellas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Los instrumentos financieros por su parte son aquellos como los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Por último, los instrumentos de mercado se refieren a las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

En el ámbito Estatal se tienen también diversos instrumentos que, por un lado, delimitan las facultades de las dependencias estatales en materia de agua y, por otro reconocen la facultad federal en la administración del recurso de las aguas nacionales definidas en el párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Señalan los mecanismos para que concurren las acciones de los diferentes

niveles de gobierno en la atención de los problemas hídricos. Las Leyes con mayor relevancia en estos temas para el área de estudio son:

Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios. Declara de utilidad pública e interés social la planeación, construcción, operación, mantenimiento y ampliación de las obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, destinadas al consumo y uso humano con fines domésticos, urbanos o industriales en el Estado de Jalisco. Para estos fines se crea un Sistema para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el estado. No contempla mecanismos que establezcan el papel que el Gobierno del Estado de Jalisco pueda coadyuvar en el cumplimiento de las normas federales de descargas a cuerpos federales.

Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Regula la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el patrimonio cultural en Jalisco, con la finalidad de mejorar la calidad ambiental y de vida de los habitantes y establecer el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos. Sin embargo, no contempla mecanismos de control y/o vigilancia de descargas de aguas residuales.

Ley de Planeación para el Estado de Jalisco y sus Municipios. Establece normas y principios de planeación de actividades de la administración pública Estatal y Municipal para coadyuvar en el desarrollo integral y sustentable del Estado; las bases de integración del Sistema Estatal de Planeación Democrática; para que el Titular del Ejecutivo Estatal coordine actividades de planeación con la Federación y Municipios; y para promover la participación de la sociedad, en los planes y programas de desarrollo.

#### **1.4. Externalidades ambientales**

Los problemas de contaminación analizados desde la óptica de la EA, nos remiten a una situación de ausencia de equilibrios, donde los precios no reflejan todo el costo o daño asociado y en consecuencia no es posible encontrar una cantidad óptima (intersección entre la capacidad de asimilación y la cantidad de emisiones) que sea asignada de forma eficiente.

La EA se apoya en los mismos supuestos y conceptos que utiliza la economía neoclásica. Por tanto, se basa en el sistema de organización productiva que se ha impuesto en nuestro actual contexto sociocultural, el cual rige las relaciones de asignación de recursos

a través del sistema de mercado, mismo que en su versión más *pura* prioriza el crecimiento económico sobre el desarrollo y los problemas medioambientales<sup>9</sup>. Este sistema –en su interpretación más sencilla- funciona de la siguiente forma: en un mercado conceptualmente competitivo concurren una serie de agentes (productores, consumidores) que se rigen bajo una lógica *racional* (que buscan maximizar sus funciones-objetivo) y a través de sus interacciones conciben los precios. Los precios son el mecanismo que tiene el mercado para resolver el problema de asignación. Así, los consumidores revelan sus preferencias a través de su disposición a pagar por diversos bienes y servicios. Las empresas, por su parte, toman esta información y producen esos bienes y servicios. Cuando nuestro mercado es competitivo, los precios garantizan un resultado óptimo.

Sin embargo, existe un conjunto de bienes que carecen de mercado y, por tanto, de precio. Este es el caso de los bienes públicos, los bienes de acceso común y las externalidades. Los bienes públicos son aquellos que cumplen con las características de no rivalidad y no exclusión, es decir, son bienes en los cuales el consumo del individuo *A* no disminuye la posibilidad de consumo del individuo *B* y cuyos beneficios están disponibles para todos, siendo imposible restringir su consumo (como el aire).

Los bienes de acceso común son aquellos cuyo uso no puede ser restringido, pero el consumo adicional de *A* disminuye las posibilidades de consumo de *B*. Este tipo de bienes (como el agua superficial y los bosques) son bienes susceptibles de padecer *una tragedia* (Hardin, 1968), pues al ser propiedad común (no exclusión) los agentes –que actúan de manera racional- buscarán obtener beneficios antes que los demás, llevando al recurso a un estado de sobreexplotación (Pérez, 2010, pág. 53). Sin embargo, y en sentido opuesto, esta tendencia a la sobreexplotación puede ser contrarrestada a través de procesos cooperativos de autogestión (Ostrom, 1990).

Por su parte, las externalidades se presentan cuando las actividades de un agente económico afectan (positiva o negativamente) las de otro y esta afectación no se ve reflejada en las transacciones del mercado. El primero en mencionar la existencia de estos efectos externos fue Cecil Pigou en 1946, quien resalta que aún en mercados competitivos, pueden encontrarse divergencias entre el *producto neto marginal social* y el

---

<sup>9</sup> Aquí hablamos principalmente de modelos suscritos a la economía del bienestar, primera rama de la economía que otorga al crecimiento económico la primacía.

*privado* y en consecuencia la intervención de un agente externo (el Estado) es necesaria (Pigou, 1929). Para que esta divergencia desaparezca, el estado puede imponer una serie de indemnizaciones o impuestos e incluso recurrir a métodos coercitivos.

En el mismo sentido, Meade denominará economías y deseconomías externas a los efectos positivos y negativos que tienen beneficios/perjuicios en terceros, resaltando la existencia de dos tipos: *factores de la producción no pagados* (cuando la acción de la industria *A* afecta las condiciones de producción de *B*) y *creación de atmósfera* (cuando las actividades de *A* producen un ambiente favorable/desfavorable para las actividades de *B*). Meade concluye que la necesidad de imponer un *impuesto ad valorem* para modificar la imposición de costos de un agente a otro es la manera de retornar a las condiciones de optimalidad en los mercados (Meade, 1952). En implícita afinidad con Pigou reitera la necesidad de la intervención gubernamental para internalizar las externalidades.

En otro sentido, Coase en su artículo “El problema del costo social” parte de la idea que la divergencia entre el producto neto marginal social y el privado existe cuando los agentes no tienen ninguna relación contractual y en consecuencia, los derechos de propiedad perfectamente establecidos pueden reducir esta disparidad, pues la responsabilidad es compartida por los agentes involucrados. Asume costos de transacción nulos o mínimos e incorpora el concepto de *costo de oportunidad*, a través del cual se podrá comparar el valor del producto obtenido por los factores en usos alternativos, es decir, desde su perspectiva el problema reside en valorar cuál actividad tiene mayor peso en el producto total (Coase, 1960).

Finalmente, Baumol y Oates estudian el tema de las externalidades definiéndolas como afectaciones de un agente económico al entorno de otro por cualquier vía diferente a los precios. De esta manera, el vector de precios de la externalidad será “la cantidad máxima que la empresa afectada estaría dispuesta a pagar al generador de la externalidad por un descenso de la misma” lo que representaría un aumento marginal en los beneficios de la empresa afectada (Baumol, 1982, pág. 93).

La necesidad de valorar los recursos naturales se debe, principalmente, a las externalidades positivas que surgen cuando tienen condición de bien público o de bienes de acceso común (es decir ofrecen bienes y servicios a la sociedad en su conjunto) y a las externalidades negativas que afectan a muchos recursos naturales (impactos ambientales de la producción humana) (Olivera, 2007). En otras palabras, debido a la

inexistencia de un precio, el sistema de mercado no proporciona ninguna información con respecto al valor de los bienes y servicios naturales, lo que conlleva a que sean considerados gratuitos, a que su uso o consumo no tenga ningún costo y a que se genere una sobrexplotación o uso inadecuado (Patrón, 2008).

El concepto de valor en la rama clásica de la ciencia económica se define como el precio que los individuos están dispuestos a pagar por un bien o servicio. En este sentido, el valor asignado a un bien público o recurso natural depende de los niveles de percepción de las personas y de los distintos contextos de valoración (Pearce, 1995). Es por ello que el concepto de *valor económico* es una construcción teórica que refleja las preferencias personales de cada individuo; su medida o valor económico podrá inferirse mediante el análisis de los comportamientos individuales y colectivos que reflejan a su vez el bienestar de las personas.

Se puede discutir que los recursos naturales, poseen un valor propio, independientemente de las preferencias humanas sobre ellos y la valoración que se haga de los mismos (Guerrero, 2008). Los bienes ambientales pueden definirse según su valor intrínseco y/o según su valor económico; el primero refleja el valor del recurso por su existencia, el segundo se relaciona con un valor de carácter antropocéntrico.

## **1.5. Valoración económica ambiental**

La valoración económica de los recursos públicos ambientales consiste en darle un valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por tanto no tienen un precio explícito. Cuando nos planteamos valorar el ambiente, lo que en realidad estamos buscando es un rango de valor que muestre las preferencias de la sociedad por consumir, utilizar o disfrutar los recursos naturales y/o su entorno ambiental.

Para poder valorar bienes públicos, de uso común o externalidades que los afecten, es necesario que el valor que los sectores de la sociedad le asignen, se pueda establecer en un denominador común como el dinero. La idea general es medir el cambio de bienestar que experimenta la persona, ante un cambio en la calidad de los servicios o bienes consumidos, es una sensación puramente subjetiva, por lo que la economía trata de expresar el bienestar en algún tipo de medida que resulte fácil de entender y además permita comparar la situación de dos personas distintas (Olivera, 2007).

Al valorar el ambiente no se pretende obtener un precio en un sentido absoluto, sino un rango de valor que muestre señales de mercado para asignar eficientemente bienes públicos en situaciones de escasez. En consecuencia, el principal debate del tema es qué se valora y cómo se valora y por tanto, la discusión irá de acuerdo al objetivo específico de cada estudio más que a un marco general de discusión, esto debido a que el fin es generar una respuesta de política de uso o conservación del bien valorado, basada en el estudio de valoración realizado (Ozdemiroglu, 2011).

De acuerdo a Barbier lo ideal para estimar el valor económico de cualquier bien medioambiental es “cuantificar cada una de sus funciones en términos biofísicos para luego trasladarla a términos económicos”. Esta metodología requiere incluir la información sobre los costos sociales en los que se incurre por la pérdida de funciones ambientales fundamentales para la vida, además debe incluirse los *costos de uso* (el costo directo privado del usuario de un recurso natural para una función particular), *el costo de uso inter temporal* (beneficios esperados en el futuro por quienes puedan usar y tengan derechos sobre el recurso en el futuro para una determinada función) y *el costo social* (ineficiencia y costos externos impuestos sobre los no usuarios del recurso, tanto en el presente como en el futuro, a partir, de la pérdida de valor por cualquiera de las funciones del recurso dada la explotación del mismo) (Barbier E. , 1994, págs. 160-161).

Para decidir cómo usar un recurso ambiental determinado, se debe analizar detenidamente todos los valores susceptibles de ganarse o perderse destinando el recurso a los distintos usos que admita, para lo cual es necesario entender el concepto de valor económico total (VET), el cual distingue entre valores de uso, valores de opción y valores de no de uso (Barbier E. e., 2002), 2002). En el mismo sentido, algunos autores como Pearce y Turner establecen que el valor de uso se deriva del empleo real de los recursos naturales y los beneficios que se obtienen de ellos. Estos se dividen en: a) valor de uso directo: que es el que puede ser utilizado o consumido directamente como la biomasa, la pesca, o el uso de un ecosistema con fines recreativos, y b) valor de uso indirecto que es el de las funciones ecológicas, tales como el control de inundaciones, reciclaje de nutrientes, protección de fuentes de agua, etc. (Pearce, 1995)

El valor de opción por su parte, se refiere a los usos futuros directos más los usos futuros indirectos, que arranca de las consideraciones que una persona puede abrigar respecto de sus necesidades futuras de un recurso y que expresas su disposición a pagar por la

preservación de un recurso ambiental, como por ejemplo la preservación de hábitats. Representa el valor de un uso potencial frente al valor de uso por sí mismo (Mejía, 2010).

A su vez, los valores de no uso son aquellos que tienen los recursos por el hecho de no emplearlos (Sarmiento, 2003). Este valor se divide a su vez en: a) valor de existencia o intrínseco: que es el valor del derecho propio de existir basado en convicciones éticas y morales, como por ejemplo el valor de que no se pierda una especie en peligro de extinción, y b) valor de herencia o legado que es aquel que asigna un valor (por lo general elevado) a la conservación de los recursos para que sean utilizados por las generaciones venideras.

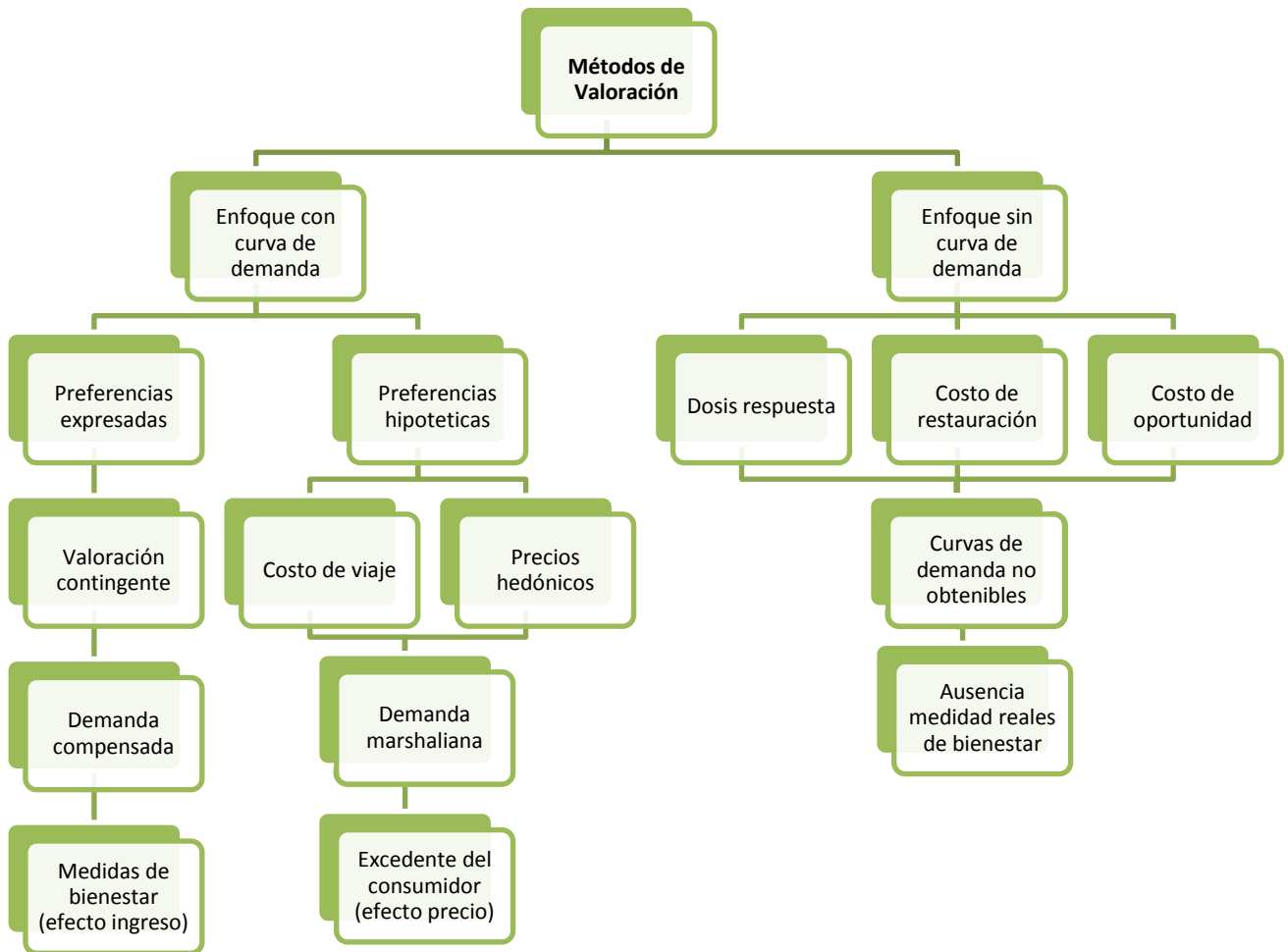
## **1.6. Métodos de valoración económica ambiental**

Todo intento de valorar un bien o servicio tiene una carga subjetiva que sesga de alguna manera los beneficios y los costos reales que provoca el uso de los bienes y servicios ambientales. La creación de métodos por la ciencia económica trata de disminuir estos sesgos. La construcción teórica de los métodos de valoración económica del ambiente busca una mayor objetividad a través del apego a una metodología; cabe remarcar que si bien el método no es subjetivo, el que utiliza el método sí lo es. Por ello la información generada a través de los métodos de valoración son un aporte relevante, pero no determinante, en el momento de aplicar políticas de manejo sobre el ambiente (Olivera, 2007).

Los métodos de valoración están divididos en directos e indirectos, en función de la curva de demanda. A manera de resumen la siguiente ilustración clasifica los métodos de valoración económica ambiental.

El procedimiento de transferencia del valor ambiental se refiere al proceso por el cual una función de demanda o el valor de un atributo ambiental o un grupo de estos atributos, obtenido en un contexto, se aplica para estimar valores ambientales en otro contexto. La posibilidad de usar estimaciones de estudios anteriores para evaluar los costos y beneficios de proyectos nuevos así como regulaciones ambientales u otras políticas, es común en el ámbito de las decisiones públicas y ha sido formalmente recomendando y adoptado por varias agencias para la evaluación económica de impactos ambientales (ECLAC, 2005).

**Figura 1. Métodos de Valoración Económica**



Fuente: Elaboración propia con base en Pearce (1995)

De esta manera, el valor de los bienes y servicios medioambientales puede estimarse a través de las tendencias de las personas en el mercado con respecto a otros bienes relacionados y que sí tienen un precio establecido. Estos métodos son capaces de descubrir la demanda implícita de un bien ambiental y valorar los impactos ambientales en ausencia de mercados. Asimismo, resultan insumos fundamentales para la toma de decisiones que se basan en un análisis costo-beneficio, por lo que pueden considerarse como herramientas de negociación.

Los métodos mencionados en el cuadro representan las metodologías más utilizadas; sin embargo, no indican de ninguna manera que sean las únicas utilizadas en la valoración económica de bienes y servicios ambientales. A continuación se describen los más relevantes.

## **Valoración Contingente**

El método de valoración contingente se basa en la concepción del bienestar del individuo y mide sus cambios por medio de simulación de escenarios hipotéticos, a partir de entrevistas personales. Este cambio en el bienestar es medible en unidades monetarias y refleja la disposición a pagar (DAP) cuyo monto agregado representa el valor económico que los individuos asignan al recurso. La DAP resultante debe interpretarse en su contexto, destacándose que los montos en dinero han sido calculados para un determinado grupo objetivo (Azqueta, 1994). El valor económico que tiene el recurso para la población usuaria refleja la importancia que le asigna y comprende el vínculo existente entre el recurso y su medio de vida. La DAP constituye un porcentaje reducido en relación con los ingresos familiares o per cápita. Los usuarios deben mostrar DAP diferenciando entre: a) Disponibilidad (suministro) del recurso, b) Nivel de provisión del mismo y c) Costo de su conservación para el mantenimiento del servicio a lo largo del tiempo (Barbier E. e., 2002).

## **Costo de viaje**

Este método consiste en analizar la relación entre bienes y servicios privados ambientales complementarios. Se obtienen estimaciones de los valores de uso asociados a ecosistemas y sitios destinados a actividades de recreación. Se utiliza para estimar los costos y los beneficios resultantes de: a) Cambios en los costos de acceso a un sitio donde se desarrollan las actividades recreativas, b) La eliminación de un determinado espacio natural que provee servicios de recreación, c) La creación de un nuevo sitio recreativo, y d) Cambios en la calidad del ambiente de un sitio recreativo (Cristeche, 2008).

De ésta forman las visitas a un sitio son determinadas por un viaje generando la función:

$$V_i = f(C_i, X_{1i}, X_{2i}, X_{ni})$$

Donde:

$V_i$ : las visitas del origen  $i$  o del individuo  $i$

$C_i$ : costo de visita desde el origen  $i$  o del individuo  $i$

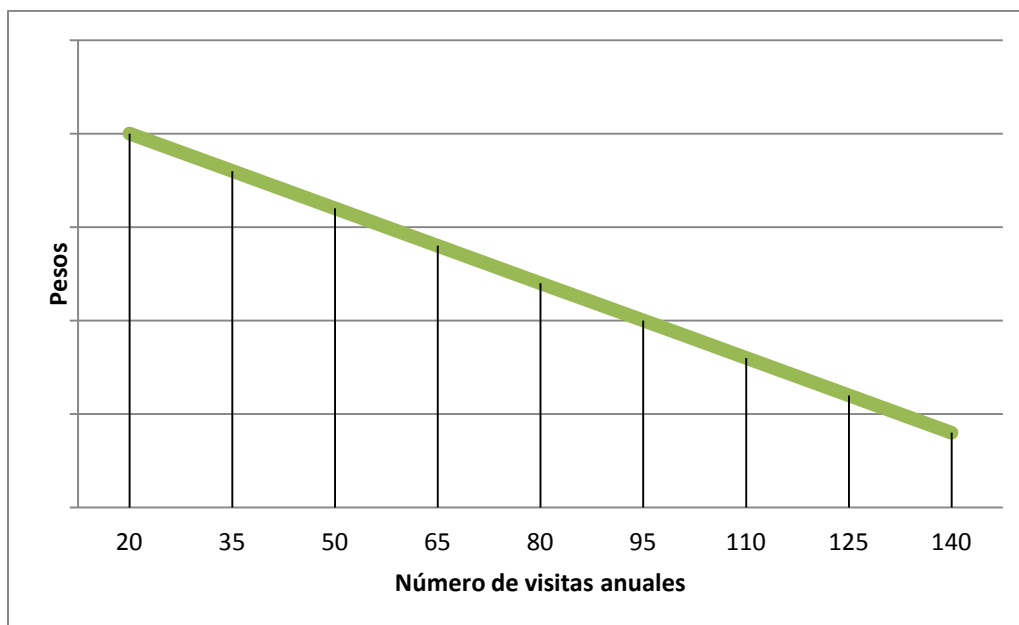
$X_i$ : Otras variables independientes relevantes

Los costos de viaje incluyen *costo del viaje*  $T_i$  para cada  $i$  y los *precios de administración*  $P$ , constantes para todo  $i$ . Así se estiman los costos de transporte y el precio de la administración como elementos equivalentes del costo total de una visita. Asumiendo la función  $f(.)$  es lineal en costos, omitiendo los efectos de otras variables tenemos:

$$V_i = \alpha + \beta C_1 + \mu_i = \alpha + \beta(T_i + P) + \mu_i$$

Donde  $\mu_i$  es el componente aleatorio. Para muchos casos cabe resalta que  $P = 0$ ; así mismo,  $\beta$  puede ser estimado a partir de  $V_i$  y  $T_i$  y ser utilizado para calcular cambios hipotéticos en  $P$ . Gráficamente se puede observar como el área bajo la curva de demanda que refleja la disposición a pagar por la experiencia recreativa.

**Figura 2. Método de costo de viaje**



Fuente: (Ducci, 2002)

### **Precios hedónicos**

El método de precios hedónicos se utiliza para calcular el valor económico de bienes y servicios del ecosistema que afectan de manera directa los precios de mercado, se supone que el bien ambiental es un atributo de un determinado bien privado. Se basa en la hipótesis hedónica de la economía, en la cual existe una relación subyacente entre el precio de un bien y su calidad.

Si bien la valoración de la calidad de un bien es eminentemente subjetiva, puede aproximarse mediante cualidades físicas pues “se considera que detrás de los precios de mercado de ciertos bienes se pueden identificar precios sombra de otros bienes” (Cristeche, 2008, pág. 27) puesto que al comprar un bien se busca obtener un determinado nivel de calidad de vida, es decir, la compra no se hace únicamente para satisfacer una necesidad básica.

La metodología estándar proporciona una ecuación hedónica de precios que capta el efecto de los distintos tributos individuales de un bien inmueble en la determinación de su valor de mercado. La forma general del modelo es:

$$P = f(I, V, U, Z, S, E; w)$$

La variable  $P$  corresponde al precio del bien raíz, el cual se asume está determinado por los argumentos de la función  $f$ . Normalmente se tiende a privilegiar el uso de esta variable como el precio por metro cuadrado en lugar del precio total del inmueble, siguiendo la indicación teórica de que la superficie de éste ejerce una fuerte influencia como variable explicativa del valor del metro cuadrado (Ducci, 2002).

Donde:

$I$ : características inherentes al inmueble (superficie construida, superficie del terreno, aptitud de uso del suelo, aspectos de arquitectura y diseño interior, equipamiento interior, número de habitaciones, calidad de los materiales, etc.).

$V$ : características del vecindario (nivel socioeconómico, tipo de residentes, seguridad, etc.).

$U$ : características de ubicación del bien raíz (área residencial, área industrial, distancia geográfica y accesibilidad a centros de importancia, etc.).

$Z$ : características determinadas por la ubicación del inmueble dentro del Plano Regulador de la ciudad (zoning) (densidad de la construcción, tipos de actividades y usos del suelo permitidos, etc.).

$S$ : características determinadas por el nivel de equipamiento exterior, servicios e infraestructura que recibe el inmueble (agua, alcantarillado, electricidad, pavimentación, etc.).

$E$ : externalidades presentes en el entorno en que se encuentra el bien raíz (actividades contaminantes, áreas verdes, vertederos de desperdicios, etc.).

$W$ : conjunto de parámetros que acompañan a cada atributo y que constituyen los precios implícitos (sombra) de cada característica del inmueble.

La idea de utilizar esta metodología reside fundamentalmente en determinar la variable *E* y determinar con ello las pérdidas que se tienen en el valor catastral del inmueble por la injerencia de procesos de contaminación; o en el mismo sentido, pero de manera opuesta por incrementos en el valor de la propiedad derivados de paisajes o áreas verdes.

### ***Dosis respuesta***

Permite conocer el impacto en la salud como una función del efecto de una externalidad en el medio ambiente. Se circunscribe en las metodologías de evaluación de riesgos que buscan valorar las propiedades tóxicas de una sustancia y las condiciones de exposición humana a dicha sustancia. Se utiliza para conocer la probabilidad de que las personas expuestas tengan efectos adversos y para caracterizar la naturaleza de los efectos que puedan experimentar (Agency for Toxic Substances and Disease Registry , 1992).

El modelo de relación dosis-respuesta describe la probabilidad de una respuesta específica a partir de la exposición a un patógeno concreto de una población determinada en función de la dosis. Los estudios de dosis-respuesta suelen necesitar de modelaciones matemáticas y se basan en datos empíricos puesto que la contaminación de los alimentos y el agua se suele producir en concentraciones bajas o en circunstancias excepcionales; la aparición de efectos normalmente no se puede medir con métodos de observación en la gama de dosis necesaria, por lo que se necesitan modelos para extrapolar las dosis elevadas o los acontecimientos frecuentes a situaciones de exposición reales; además los patógenos presentes en los alimentos y el agua normalmente no se encuentran dispersos al azar, sino que aparecen formando grupos o aglomeraciones, y hay que tener esto en cuenta a la hora de estimar los riesgos para la salud; se deben distinguir las variaciones al azar de los verdaderos efectos biológico (FAO, 2001).

El método dosis respuesta tienen como finalidad establecer una decisión normativa, a partir de la identificación del peligro que tiene la exposición de algún contaminante para la salud humana en lugares precisos y específicos, pues su función se basa en datos empíricos.

Un estudio basado en este método permite conocer los costos privados en que se incurren en visitas al médico y medicamentos que son vistos como efectos directos de la contaminación; asimismo es posible cuantificar las pérdidas en productividad y años de vida saludables para designar un valor derivado de los cambios en el medio ambiente.

### **Costos de restauración**

Conservar o preservar un área natural implica un costo económico. En el caso de la restauración de ecosistemas es posible asignarle un precio de mercado, con lo cual, de manera indirecta, es posible cuantificar el monto a pagar a los propietarios de los bosques para que realicen diversas obras de conservación. Se puede determinar un precio en particular por hectárea restaurada dependiendo de las condiciones y el tipo de ecosistema, así como de los precios de mercado de los insumos necesarios para la restauración (Medellín, 2001).

Los beneficios económicos ( $B_t$ ) que se derivan de un atributo ambiental (AA) se pueden estimar como:

$$B_t = f(AA)$$

La ecuación asume que si  $AA = 0$  entonces  $B_t = 0$ .

Si un desastre afecta AA (por ejemplo la calidad de agua para consumo humano) de tal manera que  $AA = 0$ , el daño económico se debería medir indirectamente a través del valor presente de los beneficios perdidos (VP). De manera alternativa también se puede valorar a través del costo de restauración C (inversiones para devolver la calidad original al agua). Asumiendo que la inversión en restauración es inmediata, la restauración es económicamente eficiente si  $C < VP$ , por lo que generalmente la estimación a través de C subestimaría el daño económico. El daño estimado surge principalmente de la pérdida total o parcial de otras formas de capital, como la infraestructura física.

El costo de restauración considerado se refiere al del capital fijo, que constituye una aproximación indirecta al daño ambiental. De la misma forma que en el caso de la estimación directa del daño, los beneficios económicos  $B_t$  que se derivan de un atributo ambiental AA (por ejemplo, agua de una calidad dada para consumo humano) requieren de un activo físico K (por ejemplo, la red de distribución de agua).

### **Costo de Oportunidad**

En economía el concepto de costo de oportunidad permite conocer el valor de la mejor opción no realizada. Como parte de los métodos de valoración directa, los cambios en la productividad se asemejan a los estudios de costo de oportunidad pues son una extensión directa en los estudios de costo-beneficio, implementándose cuando los

proyectos de desarrollo afectan la producción y la productividad. Se basan en la idea de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precios en el mercado o no son comercializados pueden ser estimados usando el ingreso perdido por no usar el recurso en otros usos como variable.

Cuando tratamos con bienes ambientales, el costo de oportunidad se maneja para conocer los costos de utilizar el recurso para propósitos que no tienen precios en los mercados o no pueden ser comercializados; busca estimar el ingreso que se ha dejado de percibir por no usar el recurso en otras actividades productivas. Tal es el caso, por ejemplo, de preservar un área para un parque nacional en vez de usarlo para fines agrícolas. Los ingresos dejados de percibir en la actividad agrícola representan, en este caso, el costo de oportunidad del parque. Así, en vez de valorar directamente los beneficios del parque, se estima los ingresos dejados de ganar por preservar el área. El costo de oportunidad es considerado como el costo de la preservación (Machín, 2006).

### ***El análisis costo beneficio***

Una vez internalizados y valuados los costos por las externalidades negativas, el análisis costo beneficio (ACB) es una herramienta útil para resolver el problema. Este método consiste en establecer un marco para poder evaluar si los costos de una medida específica son menores que los beneficios de la misma. Este análisis basa su propuesta en la cuantificación entre los costos y los beneficios *sociales* en los que se incurren por la implementación de un proyecto o política, además incluye indicadores financieros tales como el valor presente neto (VPN) o la tasa interna de retorno (TIR) con la finalidad de averiguar el grado de rentabilidad que tendrá el proyecto (Azqueta, 1994).

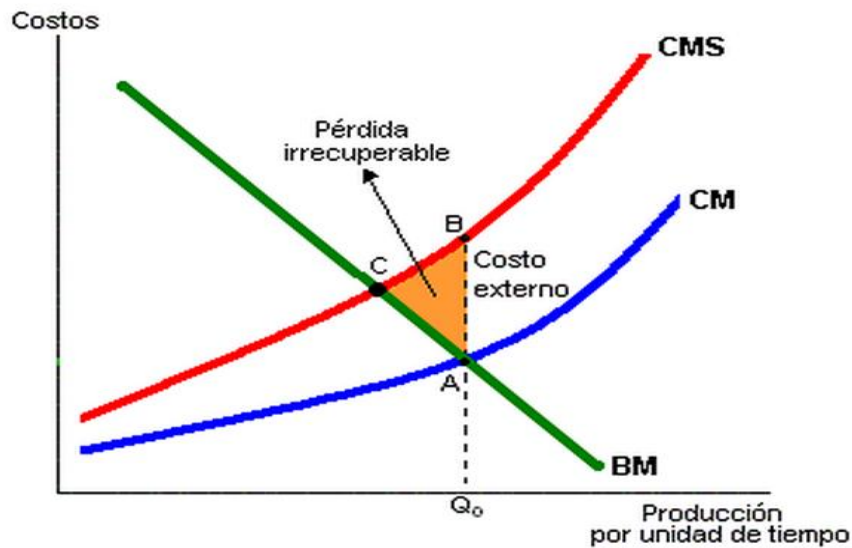
El ACB es una herramienta para ayudar a tomar decisiones públicas debido a que es posible aplicarse a productos o servicios que carecen de un mercado. Para desarrollarlo, la metodología general propone cinco pasos:

1. Identificación de todas las actividades que se tiene previsto ejecutar en el marco de un proyecto;
2. Identificación de todas las consecuencias predecibles de cada actividad;
3. Asignación de valores a cada consecuencia;
4. Reducción de estos valores sociales-ambientales (positivos y negativos) a un común denominador (generalmente pecuniario);

5. Suma de todos los valores para obtener un valor neto.

El ACB aplicado a bienes públicos se evalúa en términos de bienestar general, mejorando los aspectos ambientales, sociales y económicos de una región, disminuyendo el daño social a partir del reconocimiento del costo marginal social. Este análisis implica que el productor (generador de contaminación) debería considerar el costo externo de sus decisiones de producción, desplazando el punto de equilibrio del punto A al punto C (ver Figura 3).

**Figura 3. Costo marginal social**



Como se observa en la figura 2, la cantidad de emisiones (contaminación) está relacionada con la cantidad de producción, esta curva tiene una pendiente negativa lo que refleja que la contaminación será mayor en medida que el precio por emitirlas sea menor, es decir, en medida que el contaminador (productor) no internalice los costos ambientales de su actividades de producción. La curva del costo marginal privado representa los costos en los que el productor incurre. Los costos sociales producto del daño ambiental provocado.

Como se observa existe una diferencia entre la curva de los costos marginales privados y los costos marginales sociales. El equilibrio mostrado en el punto A, donde el costo marginal social es igual al beneficio marginal, será el punto óptimo para el productor (generador de contaminación). Sin embargo, en términos de evaluación de una política o

proyecto el punto de equilibrio que buscamos es el punto C, donde los costos económicos reales generados por el proyecto son iguales a la suma de los costos marginales privados más el daño marginal ambiental o los costos marginales ambientales causados por la política o proyecto (Cerdeña, 1993).

### **Valor Presente Neto**

El valor presente neto (VPN), también conocido como valor actual neto, pretende medir cuánto será la diferencia pecuniaria para quien realiza el proyecto, al comparar la "situación con proyecto" (su situación de riqueza si lleva a cabo el proyecto) versus la "situación sin proyecto" (su situación de riqueza si no lleva a cabo el proyecto), en valor actual. El VPN es estimado mediante la suma de "todos los costos y beneficios a todo lo largo de la vida útil descontados al periodo inicial" (Barbier E. , 1994). La TIR sirve para identificar claramente el tiempo en que recuperaremos el capital asignado a una inversión. Para su cálculo también se requiere proyectar los gastos por efectuar (valores negativos) e ingresos por recibir (valores positivos) que ocurren en períodos regulares.

Este indicador a como su nombre lo indica, es la suma de todos los costos y beneficios a todo lo largo de la vida útil del proyecto descontados al período inicial. Este indicador puede representarse como:

$$VPN_i = VP(B_i - C_i)$$

Donde:

VPN: Valor presente neto

$t$ : 1, 2, 3, ..., n y son los periodos de tiempo

$B_i$ : Beneficios del proyecto

$C_i$ : Costos totales del proyecto

Ahora, al considerar los efectos ambientales generados por el proyecto, como otro componente dentro de la estructura del ACB, se tendría:

$$VPN_i = VP(B_i - C_i + E_i)$$

Donde el término  $E_i$  representa los efectos externos generados al ambiente. Estos efectos pueden ser positivos o negativos, y pueden generarse en gran parte al final de la vida útil del proyecto, incluyéndose como un valor terminal ambiental. Entonces un valor presente

neto positivo para un proyecto, asumiendo todos sus costos, incluyendo el provocado por los efectos externos causados sobre el medio ambiente implica que puede generar unos retornos  $r$  sobre el total de capital invertido más unos excedentes adicionales dados por el valor presente neto. Desde el punto de vista del ACB, se puede concluir que si existe un ingreso potencial para compensar a los perdedores un mecanismo que asegure la compensación actual no será requerido. Sin embargo, cabe destacar que el hecho de hacer efectiva una compensación a perdedores de un proyecto es una decisión netamente política y no económica.

## 2. La cuenca del Río Santiago, Jalisco

---

El objetivo de este capítulo es ubicar geográficamente la cuenca del río Santiago y analizar la situación de sus recursos hídricos. Se establecen los criterios que se consideraron para delimitar la zona de estudio y se presentan las características socioeconómicas de los distintos usuarios de la cuenca. Asimismo describe el problema de contaminación de agua existente en el Río y la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales.

### 2.1. Ubicación y delimitación del estudio: la cuenca Lerma-Chapala-Pacífico

La cuenca Lerma-Chapala-Pacífico (LCP) es considerada como la cuenca más importante de México, comprende nueve estados donde se asientan 20 millones de mexicanos; riega más de 793 mil hectáreas, que corresponden al 8.2% de la superficie irrigada del país, aloja más de 3,500 empresas de diversas industrias. En ella se genera el 16% del PIB nacional y cuenta con una población económicamente activa de más de 5 millones de personas. Asimismo, cubre el 9% de la demanda de agua de la Ciudad de México y el 100% de la ZMG (REDLERMA, 2009).

Desgraciadamente también es una de las cuencas mayor estrés hídrico y con mayor grado de contaminación del país<sup>10</sup>. La mala calidad del agua superficial se encuentra ligada a la cantidad y tipo de descargas municipales, industriales y agrícolas. La carencia de sistemas de tratamiento para aguas servidas está generando cada vez un mayor riesgo para la integridad de los ecosistemas y la salud humana.

De igual forma, la cuenca LCP se enfrenta a disparidades entre la oferta y la demanda, falta de regulación, equipo de riego obsoleto, ineficiencias en los servicios de suministro de agua y una creciente deforestación y erosión de los suelos (Iglesias, 2010).

---

<sup>10</sup> El 74% de los acuíferos están sobreexplotados, lo que significa que de continuar con los patrones de extracción existentes, el agua será claramente insuficiente para atender la demanda de la región. En materia de contaminación se estima que el 90% de sus aguas superficiales se encuentran contaminadas (Iglesias, 2010).

Los principales ríos que la conforman son el Lerma (con una longitud en su cauce de 705 kilómetros) y el Santiago (con 475 kilómetros). Se divide a su vez en cinco subregiones administrativas: Alto Lerma, Medio Lerma, Bajo Lerma, Alto Santiago y Bajo Santiago. La subregión motivo de estudio para la presente investigación, corresponde al Alto Santiago.

**Figura 4. Región Hidrológica Lerma-Chapala-Pacífico**



Fuente: CONAGUA, Cuenca Lerma-Chapala-Pacífico

### ***La región hidrológica del Alto Santiago***

Como hemos señalado, la presente investigación se enfoca en la cuenca del Río Santiago, específicamente desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta la presa de Santa Rosa en los límites de Tequila y Zapopan; esta región también es conocida como la parte “alta” del río.

La delimitación de una cuenca hidrológica no obedece a criterios antropocéntricos, sino físico-geográficos por lo que es necesario establecer delimitaciones administrativas que nos permitan trabajar de manera integrada una cuenca. Es por ello que las clasificaciones

administrativas en ocasiones no coinciden, por ejemplo el CEA Jalisco llama a la parte alta del río Santiago Región Hidrológica Santiago-Guadalajara (RH12E), la cual integra 35 municipios. A su vez, el decreto emitido por la SEMARNAT<sup>11</sup> en 1998, establece la circunscripción territorial donde ejercerán sus facultades las Gerencias Regionales y delimita 29 municipios que integran la región del Alto Santiago en el estado de Jalisco.

Asimismo, el CEAJ divide esta región hidrológica en cinco subregiones: Las Bocas, Paso del Sabino, San Gaspar, La Cuña y Santa Rosa, que representan el 23.02% de la superficie de toda la cuenca Lerma-Chapala-Pacífico (PHJ, 2009).

Debido a las divergencias entre las delimitaciones administrativas, esta investigación propone 19 municipios (ver tabla 2). Todos ellos se encuentran incluidos en la RH12E del CEAJ y/o del decreto de SEMARNAT. La selección de los municipios obedece principalmente al tamaño de la población, el porcentaje de la población económicamente activa (PEA) por municipio y la cercanía geográfica con el Río, además incluyen los asentamientos urbanos e industriales de mayor tamaño. Estos diecinueve municipios tienen poco más del 67% de la población total del estado, pues comprende a los municipios con mayor densidad poblacional y que conforman la ZMG.

---

<sup>11</sup> Diario Oficial de la Federación, 18 de mayo de 1998. Acuerdo por el que se determina el número, lugar y circunscripción territorial de las gerencias regionales de la Comisión Nacional del Agua. Pp.50-51.

**Tabla 2. Población y población económicamente activa de los Municipios que conforman la región del Alto Santiago**

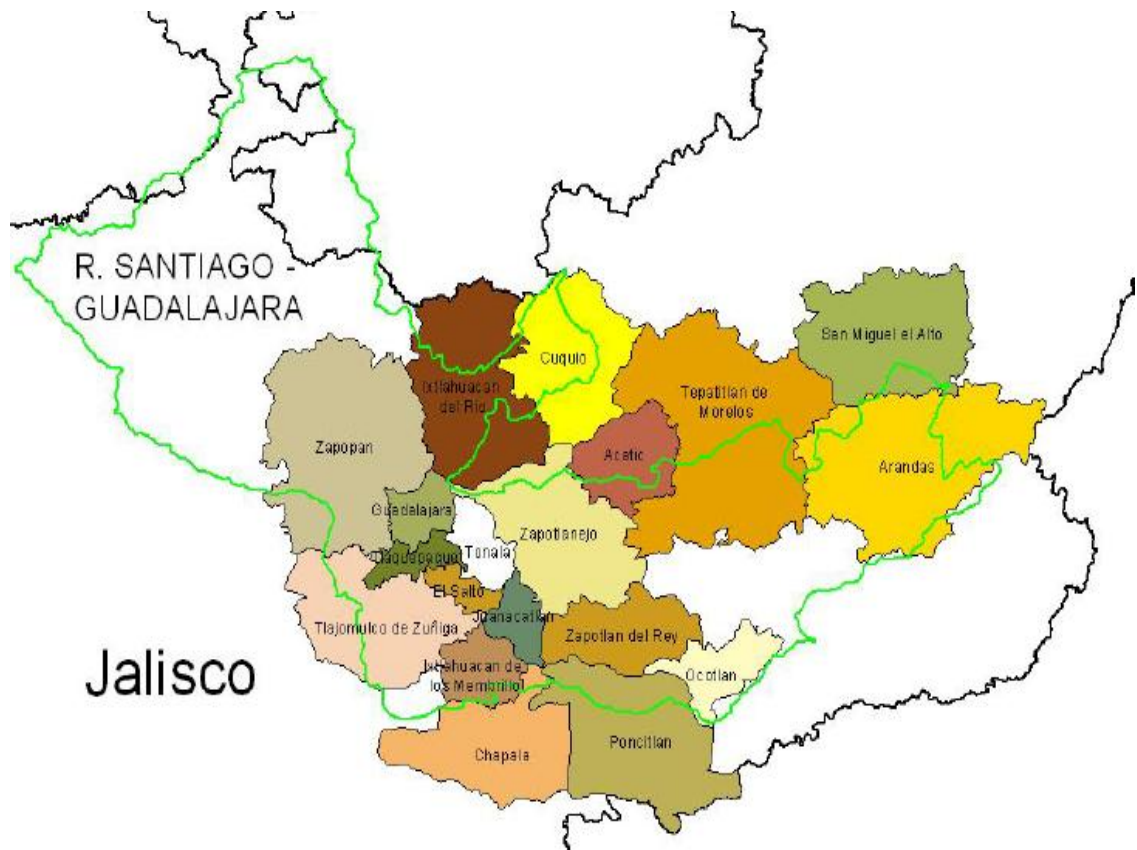
Municipio	Población 2010	% respecto a Jalisco
14039 Guadalajara	1,495,189	20.34%
14120 Zapopan	1,243,756	16.92%
14098 Tlaquepaque	608,114	8.27%
14101 Tonalá	478,689	6.51%
14097 Tlajomulco de Zuñiga	416,626	5.67%
14070 El Salto	138,226	1.88%
14093 Tepatlán de Morelos	136,123	1.85%
14063 Ocotlán	92,967	1.26%
14008 Arandas	72,812	0.99%
14124 Zapotlanejo	63,636	0.87%
14066 Poncitlán	48,408	0.66%
14044 Ixtlahuacán de los Membrillos	41,060	0.56%
14105 Tototlán	21,871	0.30%
14001 Acatic	21,206	0.29%
14045 Ixtlahuacán del Río	19,005	0.26%
14029 Cuquío	17,795	0.24%
14123 Zapotlán del Rey	17,585	0.24%
14051 Juanacatlán	13,218	0.18%
14013 Atotonilco	8,276	0.11%
<b>Total</b>	<b>5,425,525</b>	<b>67.40%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de COEPO, 2010.

Como lo muestra la figura 4, los diecinueve municipios elegidos colindan con el Río Santiago en la parte alta de su cuenca, abarcan la parte baja del Río Verde y una parte correspondiente al Río Zula. La clasificación integra a los municipios de la zona metropolitana de Guadalajara: Guadalajara, Tonalá, Tlaquepaque, Zapopan, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Tlajomulco de Zuñiga<sup>12</sup>. Contempla también los municipios de Poncitlán, Zapotlán del Rey, Ocotlán, y Zapotlanejo que se ubican en las riberas del río Santiago y a los municipios ubicados sobre los afluentes del mismo: Atotonilco el Alto, Tototlán y Arandas sobre el Zula; y Acatic, Ixtlahuacán del Río, Tepatlán y Cuquío sobre el río Verde.

<sup>12</sup> INEGI, 2005. Delimitación de las zonas metropolitanas de México: Zona Metropolitana de Guadalajara, pp. 84-85.

**Figura 5. Municipios que integran la cuenca del Alto Santiago**



Fuente: CEA, 2010.

## **2.2. Caracterización socioeconómica de los usuarios**

Asimismo, la mayor parte de la población del estado de Jalisco se asienta sobre esta cuenca. La ZMG concentra a más de la mitad de la población total; cerca del 78% del total de la población urbana del Estado y el 86% del valor agregado total producido en el Estado (PHJ, 2009, pág. 41). Asimismo, como lo refleja la tabla 3, la población asentada en la región de estudio es preponderadamente urbana (93%). En estricta correlación con lo anterior, la población económicamente activa (PEA) de la zona de estudio representa el 70.57% del total en el Estado (tabla 3).

**Tabla 3. Población total, urbana y rural del Estado de Jalisco por subregión hidrológica, miles de pesos (2005)**

<b>Subregión</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
Medio Lerma	21,468	19,370	40,838
Bajo Lerma	557,459	189,652	747,111
<b>Alto Santiago</b>	<b>4,503,831</b>	<b>330,086</b>	<b>4,833,917</b>
Bajo Santiago	52,080	64,614	116,694
Costa de Jalisco	454,134	184,968	639,102
Costa de Michoacán	227,632	127,096	354,728
Balsas	0	19,723	19,723
<b>JALISCO</b>	<b>5,816,604</b>	<b>935,509</b>	<b>6,752,113</b>

Fuente: (PHJ, 2009)

Como se observa en la tabla 4, la región de estudio es la más importante –en términos económicos- para el estado de Jalisco pues en ella se produce el 87% del valor agregado censal bruto del estado; genera casi el 20% en actividades primarias, 93% de las secundarias, 88% de las industriales, 85% de las de comercio, 60% de las de servicios y 63% de los servicios públicos. Destaca que el 100% del valor agregado que se genera en los Corporativos se encuentra en esta zona; así como el 97% del valor de los servicios de información en medios masivos.

**Tabla 4. Valor agregado Censal Bruto por actividad económica, miles de pesos (2009)**

Región	Jalisco	Alto Santiago	% respecto a Jalisco
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	152,869	29,622	19.38%
21 Minería	419,641	53,274	12.70%
22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	14,786,619	14,037,185	94.93%
23 Construcción	8,122,032	7,618,821	93.80%
31-33 Industrias manufactureras	102,495,266	90,117,228	87.92%
43 Comercio al por mayor	26,871,102	24,008,576	89.35%
46 Comercio al por menor	26,121,849	20,954,476	80.22%
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	8,676,551	7,393,390	85.21%
51 Información en medio masivos	10,380,339	10,152,437	97.80%
52 Servicios financieros y de seguros	1,825,413	1,387,568	76.01%
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	3,856,786	3,530,387	91.54%
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	5,238,413	4,895,401	93.45%
55 Corporativos	809,512	809,512	100.00%
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	8,844,882	7,783,613	88.00%
61 Servicios Educativos	5,687,945	5,278,138	92.80%
62 Servicios de salud y asistencia social	2,636,969	2,239,852	84.94%
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos	1,367,655	1,126,194	82.34%
72 Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas	8,861,909	5,376,860	60.67%
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4,599,988	3,769,787	81.95%
<b>Total</b>	<b>241,755,740</b>	<b>210,562,321</b>	<b>87.10%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Económicos 2009, INEGI.

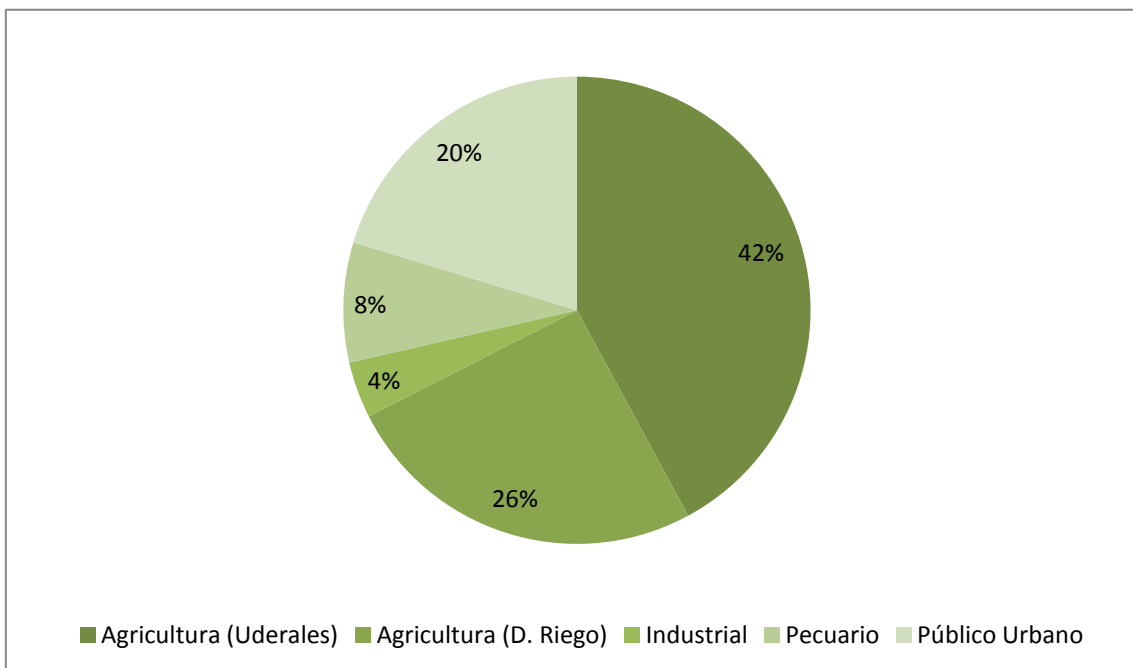
La tabla anterior nos demuestra la importancia que la cuenca tiene para la producción de riqueza de Jalisco; es de destacarse que en todos los procesos de producción y creación de riqueza el agua es un insumo fundamental. En consecuencia la gestión adecuada de los recursos hídricos debería adquirir carácter prioritario en los planes de desarrollo regionales y ser un elemento clave para que la ZMG no vea frenada sus actividades productivas.

La escasez de agua que presenta la cuenca es un indicador inequívoco de que la administración del recurso debe enfocarse en programas de gestión permitan disminuir ésta escasez, pues sumando la presión poblacional al problema, la escasez generará cada vez mayor presión sobre los recursos hídricos de la región, exacerbando la competencia.

### 2.3. Disponibilidad y usos del agua

La figura 5 muestra la distribución de la demanda de agua para el estado de Jalisco. Al igual que en la mayoría de los estados del país, la mayor demanda de agua proviene de la agricultura (68% del total); 42% para Unidades de Riego Organizadas (Uderales) y 26% para Distritos de Riego. Le sigue el uso público urbano (que incluye a comunidades rurales y urbanas con el 20%) y los usos considerados como productivos (industriales y pecuarios con 12%). Desde el punto de vista del origen del abastecimiento, ya sea superficial o subterráneo, la demanda se satisface con 72.9% de agua superficial y con 27.1% de agua subterránea respectivamente (GEJ, 2003).

**Figura 5. Demanda de agua por usos en el Estado de Jalisco (2003)**



Fuente: (GEJ, 2003)

Para comprender la dinámica del agua de forma integral en la zona de estudio, es necesario analizar los usos (entradas) de agua al sistema social y económico, distinguiendo los usos de distintos agentes y tipos de fuente (subterránea o superficial). Los siguientes apartados describen la situación de los usos del agua para nuestra zona de estudio en función de las tres demandas más importantes de Jalisco. Es de destacarse que debido a la insuficiente disponibilidad de información, los datos correspondientes a estos usos no constituyen un valor real sobre el nivel de abastecimiento o extracción de agua, sin embargo, nos permiten vislumbrar las tendencias y la distribución del recurso. En una sección subsiguiente se examina el comportamiento de los retornos (salidas) de agua, completando así el análisis de los recursos hídricos de la región.

### **Uso Agrícola**

El 26% de la superficie total del estado de Jalisco (20,665 km<sup>2</sup>) se dedica a la siembra de distintos cultivos, pero de ésta el 77% de la superficie cultivada es agricultura de temporal (15,855 km<sup>2</sup>); el resto (4,820 km<sup>2</sup>) se considera como agricultura de riego y humedad. En la región de estudio se riega un total de 39, 658 hectáreas que representan el 30% del total de la superficie regada del estado (tabla 5).

**Tabla 5. Superficie regada en el Alto Santiago (2003)**

Subregión	Superficie regada en hectáreas		
	Gravedad (superficial)	Bombeo (subterráneo)	Total
<b>Distritos de riego</b>			
Alto Santiago	8,413	0	8,413
Total distritos de riego en Jalisco	57,504	0	57,504
% respecto a Jalisco	14.63%	-	14.63%
<b>Unidades de riego</b>			
Alto Santiago	20,778	10,467	31,245
<b>Total unidades de riego</b>	<b>87,918</b>	<b>41,388</b>	<b>129,306</b>
% respecto a Jalisco	23.63%	25.29%	24.16%

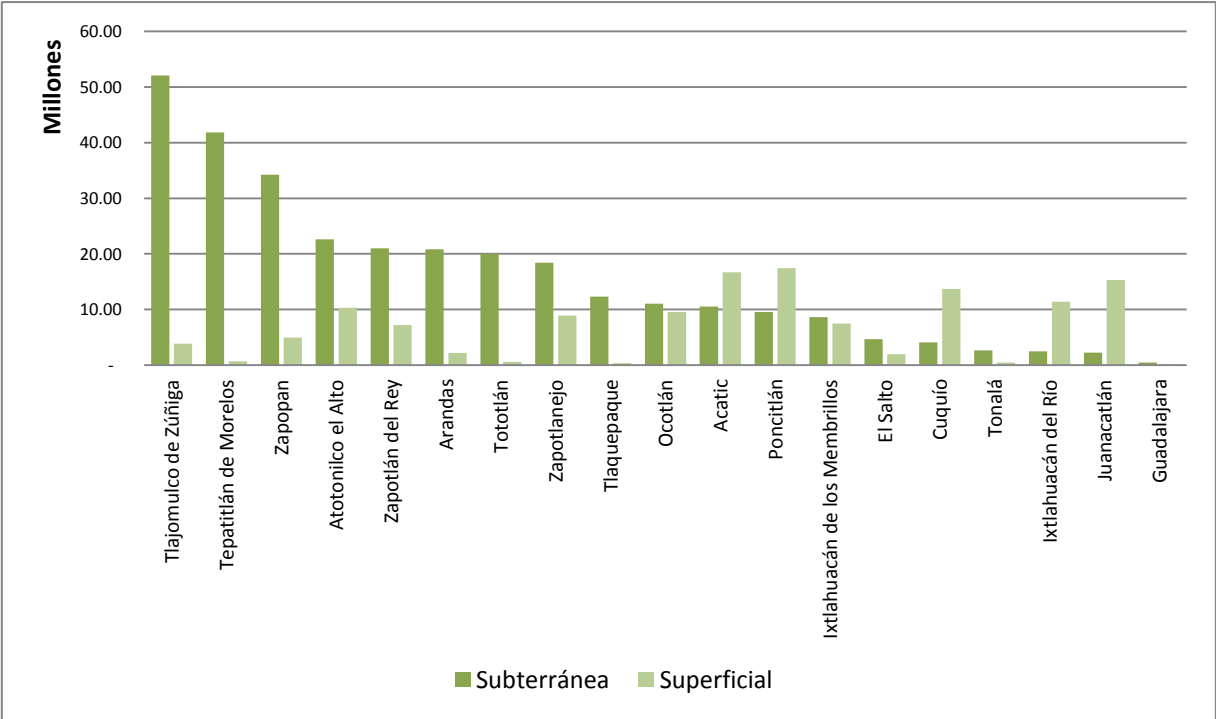
Fuente: (PHJ, 2009)

Con base en la última edición de las estadísticas de agua en México, la figura 6 nos indica la distribución de los usos agrícolas por municipios. El volumen agropecuario que se muestra incluye: el volumen de agua concesionada para uso agrícola a diciembre de 2008, el volumen de agua para uso agrícola pendiente de ser asignado, el volumen de agua concesionado para uso pecuario a diciembre de 2006, el volumen de agua

concesionado para uso en acuacultura a diciembre de 2008, el volumen de agua concesionado para usos múltiples a diciembre de 2008 y el volumen de agua concesionado para otros usos agropecuarios a diciembre de 2008.

El 69% del agua concesionada para este uso proviene de fuentes subterráneas, el resto de las fuentes superficiales. El total de los usos agropecuario concesionados para la zona de estudio es de 443.2 millones de metros cúbicos al año. Tlajomulco de Zuñiga, Tepatlán de Morelos y Zapopan son los municipios que en términos absolutos tienen más concesiones de agua subterránea y Guadalajara, Poncitlán y Acatic de agua superficial; en este caso, Poncitlán y Acatic utilizando el río Zula y el río Verde según el caso, es decir, el río Santiago no es utilizado para estos usos. El caso de Guadalajara, cuyas concesiones de aguas subterráneas es ínfima, se explica por la dependencia en la utilización de aguas provenientes del Lago de Chapala (superficial).

**Figura 6. Uso agropecuario por municipio, 2009 (metros cúbicos)**



Fuente: Elaboración propia con datos (CONAGUA, 2011)

Las concesiones de metros cúbicos que engloban la clasificación agropecuaria para los usos de agua se pueden relacionar con el valor de la producción de este rubro para la zona y así obtener un indicador que nos permita conocer la aparente productividad el

agua y su aportación a la generación de riqueza. Sin embargo, debido a la agregación de la información y la inclusión de diversos usos clasificados como “múltiples” se considera que el cruce de la información física con la económica produciría un sesgo importante. Con respecto al valor de la producción y el tipo de cultivos que se siembran en la zona de estudio, esta información se desarrolla con mayor detalle en el capítulo siguiente al calcular el método de costo de oportunidad.

### ***Uso público urbano***

La subregión del Alto Santiago extrae 62% del total del agua concesionada para este uso en el Estado; de los 435.9 millones de metros cúbicos anuales que extrae, el 95% se utiliza para abastecer la demanda de usuarios urbanos, pues en ella se asienta la ZMG que representa la mayor demanda de agua urbana de Jalisco, que se estima en 411 millones de metros cúbicos al año.

La demanda de agua de la ZMG es cubierta en poco más de la mitad por fuentes superficiales: el sistema de acueductos que conducen agua del Lago de Chapala (5.4 m<sup>3</sup>/s) y la presa de Calderón que aporta menos de un metro cúbico por segundo (0.8 m<sup>3</sup>/s). Según el SIAPA existen 183 pozos profundos, de los cuales operan satisfactoriamente solo 101 en la ZMG, Tesistán y Toluquilla, éstos tienen una capacidad de extracción de 2.9 m<sup>3</sup>/s; adicionalmente existen varios pozos de carácter privado de los cuales el SIAPA no tiene ningún control, pero se estima que aportan cerca de 1 m<sup>3</sup>/s (PHJ, 2009).

**Tabla 6. Usos de agua potable en la ZMG (2002)**

Fuente	Volumen medio final (hm <sup>3</sup> )	Volumen anual (hm <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
<b>Superficial</b>			
Chapala	14.0	170.33	5.4
Presa de Calderón	2.1	25.23	0.8
<b>SUMA</b>	16.1	195.56	6.2
<b>Subterránea</b>			
Pozos SIAPA	7.46	90.76	2.8
Pozos Fraccionamientos Particulares	2.60	31.63	1.0
Pozos Ayto. Tlaquepaque	1.04	12.65	0.4
Pozos Ayto. Tonalá	0.05	0.61	0.2
<b>SUMA</b>	12.97	157.80	5.0
<b>ZMG TOTALES</b>	<b>29.07</b>	<b>353.36</b>	<b>11.2</b>

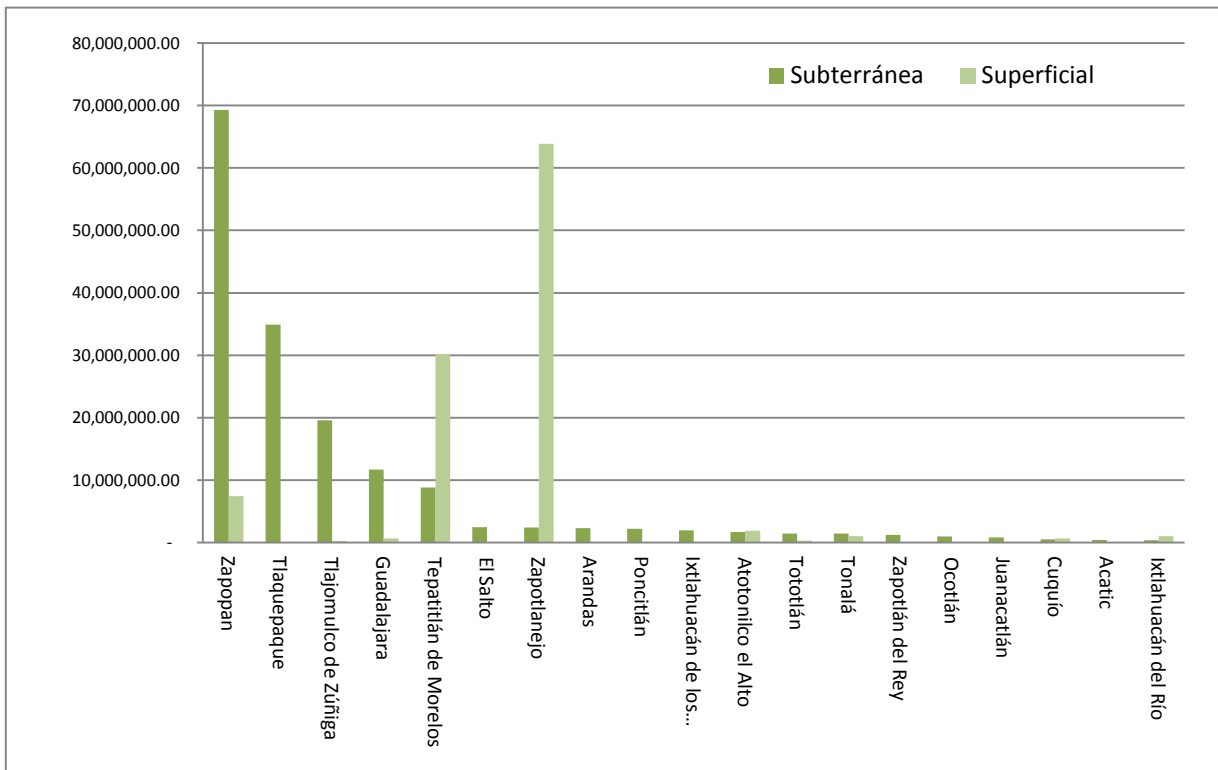
Fuente: (PHJ, 2009)

Según estimaciones del CEAJ la demanda de agua de la ZMG es de 13.06 m<sup>3</sup>/s, es decir, la oferta de los acueductos y pozos no es suficiente para cumplir con las demandas futuras de agua potable<sup>13</sup>; esto impone una clara restricción al crecimiento de la ZMG, pues la disponibilidad *per capita* de la región es la más baja del Estado, aproximadamente 467 m<sup>3</sup>/hab/año (PHJ, 2009).

Al analizar las concesiones para el uso público urbano y doméstico para los municipios de análisis, encontramos que el 60% de los 272.09 millones de metros cúbicos concesionados para este uso proviene de fuentes subterráneas. Destacan los municipios de Acatic, Juancatlán, El Salto y Tlaquepaque que proveen a la población exclusivamente de fuentes subterráneas y Zapotlanejo y Tepatitlán que son los únicos dos municipios que tienen un mayor volumen concesionado por fuente superficial, lo que puede explicarse debido a que la Presa de Calderón se encuentra en la frontera de estos dos municipios. Con todo y lo anterior, el mayor volumen de agua concesionada para estos usos se aglutina en la ZMG (el 54% del total).

<sup>13</sup> Como respuesta a este problema, la CONAGUA decidió establecer una presa sobre el río Verde, en el municipio de Cañadas de Obregón; actualmente la mega obra tiene un 30% de avances y plantea la dotación futura de aguas superficiales para la región del Alto Santiago de 3m<sup>3</sup>/s.

**Figura 7. Uso público urbano por municipio, 2009 (metros cúbicos).**



Fuente: (CONAGUA, 2011)

Al cruzar la información anterior con la población de cada municipio, podemos obtener un coeficiente de uso per capita. La tabla 7 nos muestra los resultados, sin embargo hay que enfatizar que este cálculo resulta de la división de los metros cúbicos concesionados, de ninguna forma se trata de una medida real. Pese a lo anterior, es de destacarse que dos de los municipios que conforman la ZMG son los que menor disponibilidad *per capita* manifiestan (Tonalá y Guadalajara). Si promediásemos la disponibilidad de agua concesionada *per capita* solo para los municipios de la ZMG, ésta representaría 35.9 metros cúbicos por habitante; para el resto de los municipios sería de 175.53 metros cúbicos por habitante, lo que nos habla de las condiciones de escasez que –como tendencia- se pueden observar en la segunda ciudad más grande del país.

**Tabla 7. Población y usos públicos/urbanos de agua por municipio**

Municipio	Población 2010	Usos agua	m <sup>3</sup> /población
14101 Tonalá	478,689	2,450,131.00	5.12
14039 Guadalajara	1,495,189	12,324,008.00	8.24
14063 Ocotlán	92,967	969,278.00	10.43
14070 El Salto	138,226	2,444,531.00	17.69
14001 Acatic	21,206	430,666.00	20.31
14008 Arandas	72,812	2,416,060.00	33.18
14066 Poncitlán	48,408	2,297,912.00	47.47
14097 Tlajomulco de Zuñiga	416,626	19,787,000.00	47.49
14044 Ixtlahuacán de los Membrillos	41,060	2,018,250.00	49.15
14098 Tlaquepaque	608,114	34,881,687.25	57.36
14120 Zapopan	1,243,756	76,738,585.16	61.70
14051 Juanacatlán	13,218	837,994.00	63.40
14029 Cuquío	17,795	1,211,476.13	68.08
14123 Zapotlán del Rey	17,585	1,245,360.00	70.82
140145 Ixtlahuacán del Río	19,005	1,414,948.25	74.45
14105 Tototlán	21,871	1,767,086.42	80.80
14093 Tepatitlán de Morelos	136,123	38,988,940.00	286.42
14013 Atotonilco	8,276	3,611,016.82	436.32
14124 Zapotlanejo	63,636	66,250,659.23	1041.09
<b>Total</b>	<b>4,954,562</b>	<b>272,085,589</b>	<b>131.50</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (información municipal por Entidad federativa y Municipios, 2010) y CONAGUA (Estadísticas del agua en México, edición 2011).

### ***Uso industrial***

La relación existente entre el agua y las empresas es compleja. Resulta claro que el recurso hídrico es indispensable en cualquier proceso productivo, sin embargo, el valor que el agua *añade* o representa en el valor agregado de la producción tiene una varianza elevada, pues depende de variables como la capacidad instalada, el tipo de industria, las diferencias entre procesos, tecnología y eficiencia en el uso. De forma general, se sabe que casi el 80% del consumo de agua en el sector industrial lo realizan sólo seis ramas industriales: azucarera, química, petróleo, celulosa y papel, textil y bebidas. Del total del consumo industrial, el 50% se utiliza para enfriamiento, el 35% en procesos, el 5% en calderas y el 10% en servicios (CEATM, 2003, pág. 102).

Realizar una evaluación del uso del agua en el sector industrial es una tarea compleja debido a factores como la amplia diversidad de ramas industriales, las divergencias en el tamaño y la tecnología empleada, la heterogeneidad de los procesos utilizados, la calidad

de agua disponible en la región, así como la diversidad de políticas de uso de manejo eficiente del agua en la industria.

En Jalisco el uso industrial del agua representa 12% del total concesionado. Nuevamente y en correlación positiva con la población, la mayor parte de las industrias del estado se localizan en la región del Alto Santiago por lo que volumen de agua concesionada para este uso en la región es el más alto del Estado (56.8%).

**Tabla 8. Volúmenes de agua utilizados en el estado de Jalisco para el uso industrial por subregión**

Subregión	Volúmenes utilizados por hm <sup>3</sup>		
	Superficial	Subterráneo	Total
Medio Lerma	0	0.7	0.7
Bajo Lerma	0	11.1	11.1
<b>Alto Santiago</b>	<b>0.5</b>	<b>56.3</b>	<b>56.8</b>
Bajo Santiago	0.9	2.1	3.0
Costa de Jalisco	4.7	3.4	8.1
Costa de Michoacán	12.3	8.1	20.4
Balsas	0.0	0.0	0.0
<b>Total Jalisco</b>	<b>18.4</b>	<b>81.7</b>	<b>100.0</b>

Fuente: (PHJ, 2009)

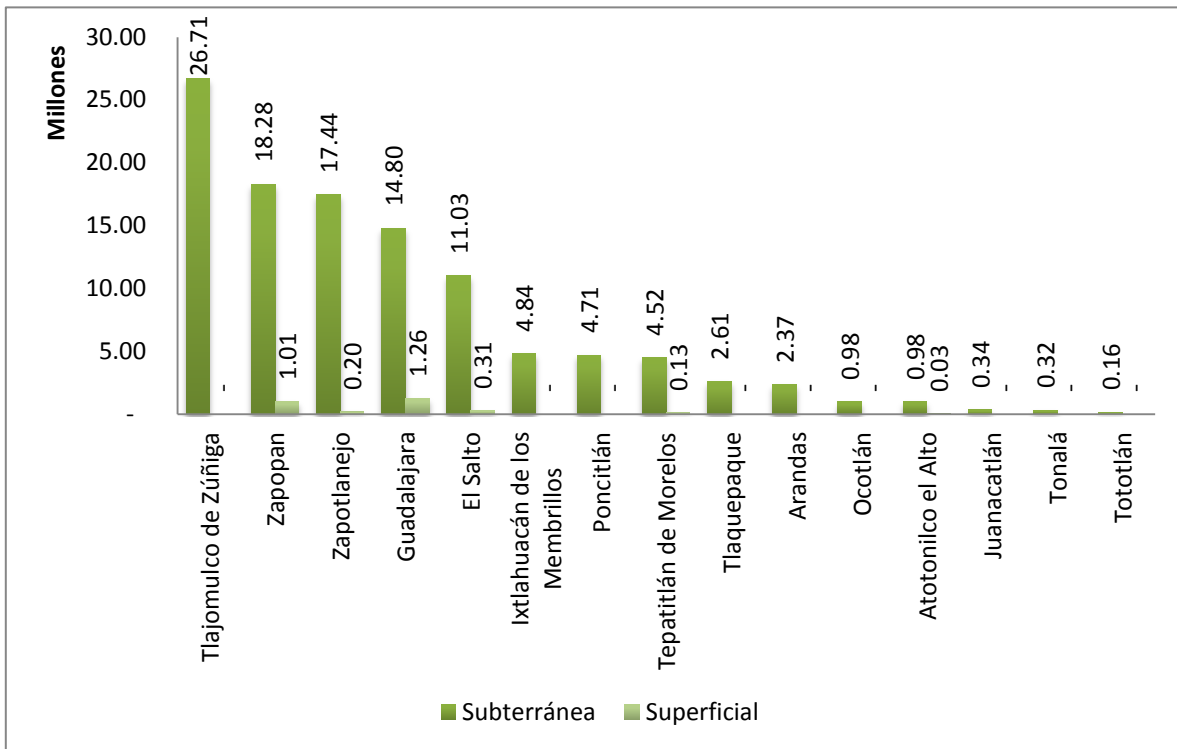
Las unidades económicas asentadas en la zona del Alto Santiago representan el 62% del total que existen en Jalisco (163,544) y ocupan a 1, 073,236 personas; el 72% del personal ocupado total de la entidad y utilizan 56.8 millones de metros cúbicos, de ésta el 95% proviene de fuentes subterráneas.

Los datos disponibles para este uso a nivel municipal corresponden al volumen industrial agregado que incluye el volumen de agua concesionado para uso industrial sin contar termoeléctricas a diciembre de 2006, el volumen de agua concesionado para uso agroindustrial a diciembre de 2008, el volumen de agua concesionado para uso en servicios a diciembre de 2008 y el volumen de agua concesionado para uso en comercios a diciembre de 2008; desafortunadamente no es posible hacer diferencias por giro o actividad económica para el volumen de gasto de este uso.

El volumen de agua concesionada para el uso industrial es de 113.02 millones de metros cúbicos (casi el doble del volumen utilizado), el 97% de éste es de origen subterráneo. La figura 8 muestra el volumen concesionado para uso industrial; los municipios de la ZMG

representan en términos absolutos el mayor gasto del Estado en este rubro, debido a que en ellos se asientan el mayor número de unidades económicas.

**Figura 9. Uso público urbano por municipio, 2009 (metros cúbicos).**



Fuente: (CONAGUA, 2011)

## 2.4. Contaminación

La contaminación que presenta el río Santiago es producto de las descargas puntuales de aguas residuales de origen industrial y municipal y de las descargas no puntuales provenientes de la agricultura y la ganadería.

Con respecto a las descargas puntuales de origen municipal, con base a los permisos de descargas de aguas residuales de los distintos usuarios, la CONAGUA estimó que en el año 2010 se descargaban un promedio de 290 millones de metros cúbicos de aguas residuales al río Santiago. De estos, el 88.5% eran de origen municipal. El volumen de los flujos de descarga estimado no cuenta con datos de calidad, es decir, se conoce la

cantidad de contaminantes para cada punto de descarga pero no es posible inferir de dónde (que usuarios) provienen con exactitud.

Con respecto a la capacidad instalada en la zona para tratamiento, existen 71 PTAR, aunque según datos de CEAJ sólo 47 se encuentran en operación y son capaces de tratar 2.89 metros cúbicos por segundo (aproximadamente 90 millones de metros cúbicos al año), lo que nos indica que en promedio, el 31% del volumen total de descargas en la región está sujeto a tratamiento.

Por su parte, las descargas puntuales de origen industrial destacan los giros tequileros, la industria química y la alimenticia, de las cuales no se cuenta con información específica sobre su cantidad y calidad, o bien esa información es únicamente manejada por las empresas. Cabe destacar y tal como se menciona en los antecedentes de esta investigación, algunos pobladores de la región relacionan la muerte de los peces del río a partir del establecimiento de empresas alimenticias y químicas, asimismo, dado que existe una relación directa entre los procesos productivos de cada industria y el tipo de contaminante que genera, presumiblemente las industrias vierten sus aguas al río sin cumplir con las normas oficiales que establecen los parámetros de tratamiento previo, pues las estaciones de monitoreo que CONAGUA implementó a lo largo de la parte alta de la cuenca del río Santiago, reportan la presencia de metales pesados como plomo, zinc y mercurio, así como una gran cantidad de sólidos disueltos, grasas y aceites en algunos puntos (CEAJ C. E., Estudio de Clasificación del Río Santiago, 2007).

Las descargas de aguas residuales de origen no puntual son aquellas aguas de retorno agrícola y pluvial que arrastran residuos de fertilizantes, herbicidas, fungicidas y plaguicidas, aplicados en el control de plagas y/o para aumentar la productividad del suelo. Estos escurrimientos se depositan en cuerpos y corrientes de agua, alterando la calidad del agua del río. Desgraciadamente, y no obstante que la mayor parte de los volúmenes de agua concesionados son a la agricultura, no se disponen de mediciones respecto a los volúmenes de agua que retornan a las corrientes del río, ni de la concentración o tipo de residuos que arrastran. Para la zona de estudio las autoridades no han establecido las afectaciones específicas, pero se puede presumir que este tipo de contaminantes provendrían en su mayoría del distrito de riego 011 que se establece en la zona de Zapotlán del Rey y Ocotlán.

La tabla 8 muestra una relación de las localidades y su nivel de cumplimiento con la normativa vigente (NOM-001-SEMARNAT). La tabla fue elaborada en el año de 2007, como se observa, el mayor problema de descargas lo encontramos en los emisores de la ZMG que vierte sus residuos sin tratamiento. En términos generales, las descargas al río Santiago vertidas sin tratamiento son por mucho mayores que aquellas que se tratan.

**Tabla 9. Niveles de cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT**

TRAMO	LOCALIDADES QUE DESCARGAN	% CAUDAL TRATADO CUMPLIENDO CON LA NORMATIVA
Chapala - Río Zula	Cuitzeo y una porción de Ocotlán	Estimado del 60%
Río Zula - San Luis del Agua Caliente	Ocotlán, localidades pequeñas	En Ocotlán puede estimarse en 60%
San Luis del Agua Caliente - Poncitlán	Poncitlán	Se trata el 60% del caudal generado por el municipio
Poncitlán - Presa corona	Tecualtitlán y San Miguel Zapotitlán	Sin tratamiento
Presa Corona - Ex Hacienda de Zapotlanejo	Atequiza y Atotonilquillo	Se trata el 90% del agua residual generada
Ex Hacienda de Zapotlanejo - Arroyo el Ahogado	Descargas Industriales	Incierto el grado de cumplimiento
Arroyo del Ahogado - Puente Grande	Descargas de la zona sur-este de la ZMG, El Salto, Juanacatlán y Puente Grande	Se trata sólo el 5% de las descargas recibidas
Puente Grande - Puente de Matatlán	Descarga de Tonalá, Coyula y Zapotlanejo	Se trata el afluente de Zapotlanejo solamente
Puente de Matatlán - Presa la Intermedia	Descarga de San Gaspar y una fracción de la zona oriente de la ZMG	Sin tratamiento
Presa la Intermedia - Presa de Arcediano	Descargas de emisor Osorio y San Andrés	Sin tratamiento
Presa de Arcediano - Puente de Guadalupe	Descarga del emisor San Juan de Dios y Agua Prieta	Sin tratamiento

Fuente: (CEAJ C. E., Estudio de Clasificación del Río Santiago, 2007)

## 2.5. Programa público para el manejo de las aguas residuales

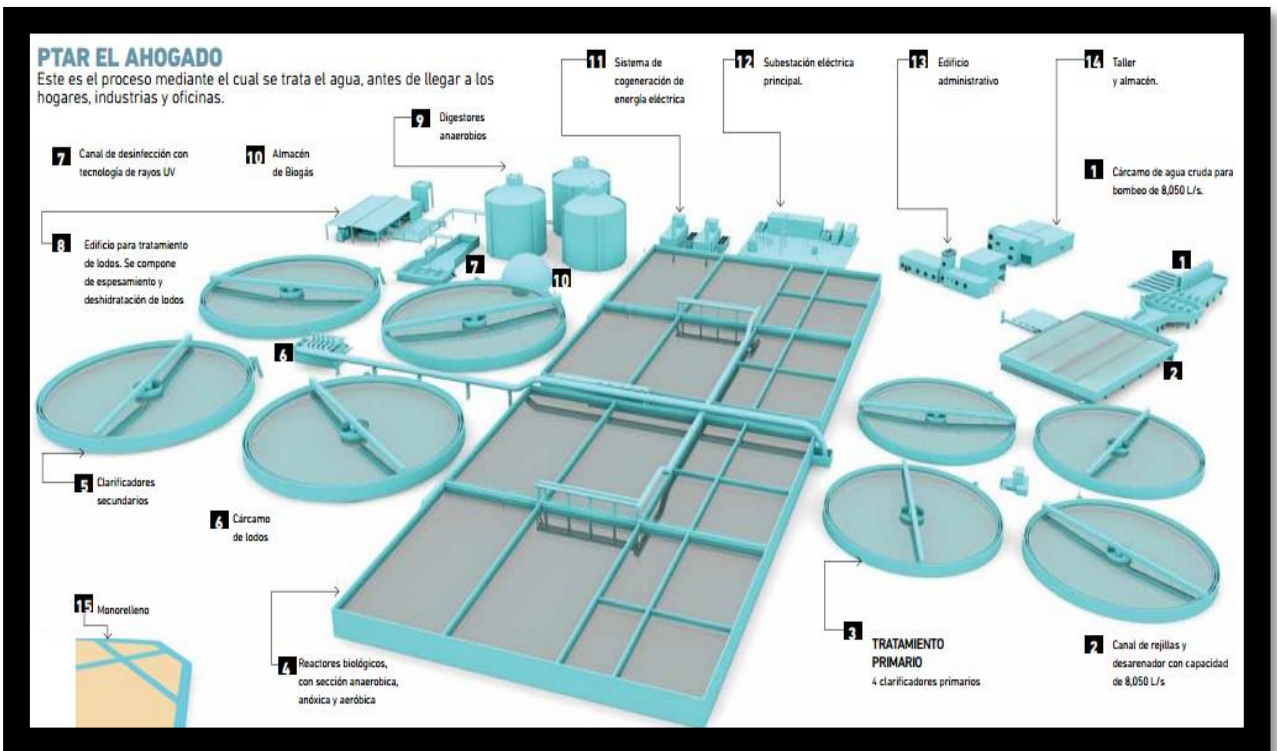
Tal y como lo reconocía la CEAJ en 2010 “es prioritario resolver la problemática del saneamiento de nuestras aguas, solo entonces podremos pensar en el abasto”. Con plena conciencia de que el proyecto de saneamiento tiene un retraso de más de 25 años, se configuró el Sistema Integral de Saneamiento (SIS) para la ZMG. El primer gran reto es lograr “controlar las aguas residuales que actualmente se vierten en el cauce del río

Santiago, sean interceptadas y conducidas a plantas de tratamiento que se encarguen de sanearlas” (CEAJ C. E., Folleto informativo, 2011).

Derivado del déficit en la oferta de agua potable y a los graves problemas de contaminación de los cuerpos de agua, originados principalmente por el vertido de aguas crudas por parte de la ZMG, el gobierno estatal, en coordinación con el federal, desarrolló el “Proyecto de Abastecimiento y Saneamiento de la ZMG”. Este programa plantea la creación de un túnel interceptor San Gaspar-Atemajac que tendrá una longitud de 10,400 metros, el cuál captará las aguas residuales de tres importantes descargas del río Santiago: san Andrés, Osorio y San Gaspar para posteriormente enviarlas a la Planta de Tratamiento de Agua Prieta.

De igual forma, plantea la creación de dos PTAR: Agua Prieta y El Ahogado. La primera se ubicará en el municipio de Zapopan y será la más grande del país, con una capacidad de tratamiento de 8,500 litros por segundo y retornará al medio ambiente agua de calidad tipo B (apta para el uso agrícola: 75 mg/l para SST y 75 mg/l para DBO<sub>5</sub>). Adicionalmente la PTAR será utilizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para la generación de energía eléctrica en la central hidroeléctrica Valentín Gómez Farias. La PTAR del Ahogado se ubicará en el municipio de Tlajomulco de Zuñiga y tendrá una capacidad de tratamiento de 2,250 litros por segundo, captará las aguas residuales de la zona sur de la ZMG y arrojará las aguas tratadas con calidad de tipo C, la calidad más rigurosa que establecen las normas mexicanas (40mg/l para SST y 30 mg/l para DBO<sub>5</sub>). El costo total del proyecto es de 3,500 millones de pesos.

Figura 10. Proyecto integral de saneamiento ZMG



Fuente: (CEAJ C. E., Folleto informativo, 2011)

### **3. Beneficios económicos por la descontaminación de la cuenca del río Santiago**

---

En este capítulo se desarrollan los métodos de valoración para estimar los beneficios económicos por sanar la cuenca del río Santiago. La cuantificación de estos beneficios se realiza a partir de los siguientes criterios: salud pública por evitar los costos asociados a las enfermedades intestinales relacionadas con el agua; costo de oportunidad que la contaminación impone en los cultivos de tallo corto; cuentas económicas y ambientales integradas desarrolladas por el INEGI para cuantificar los costos por agotamiento y degradación del medio ambiente y los recursos naturales; recursos económicos por turismo que hipotéticamente se pueden obtener por proyectos ecoturísticos y la producción pesquera que se pierde anualmente por la contaminación. Al final se presenta el análisis costo-beneficio como insumo fundamental para la toma de decisiones en proyectos sociales.

#### **3.1. Salud pública**

La salud pública es un tema de interés general para los representantes de la sociedad y forma parte importante de todos los planes de desarrollo pues representa una variable fundamental para el crecimiento y prosperidad de las regiones.

Según la ONU es prioritario invertir en el suministro y la provisión de agua de calidad, pues la relación costo beneficio por daños a la salud derivados de la mala calidad del agua es positiva, teniendo un efecto multiplicador en el bienestar de la población y alcanza beneficios económicos importantes, en función del tipo de sistema de agua y de la región donde se produce la inversión.

De acuerdo con el Programa Nacional de Salud 2007-2012, el patrón en los daños a la salud ha sufrido cambios debido en buena medida al desarrollo de riesgos del entorno, que relacionados con el estilo de vida son denominados *determinantes proximales de las condiciones de salud*. Dentro de los riesgos del entorno destacan las enfermedades derivadas de la ausencia de servicios sanitarios, agua potable, desastres naturales y contaminación hídrica y atmosférica (SSA, 2007, pág. 38). Asimismo se estima que en México cerca del 1% de las muertes totales se relacionan con el acceso deficiente a

infraestructura sanitaria y agua potable, asimismo la contaminación en los cuerpos de agua se asocia con las enfermedades de rezago epidemiológico infecciosas.

### ***Método de costos evitados en salud***

Este método se basa en la aplicación de un análisis costo-beneficio en el cuál existe un costo de oportunidad (como alternativa de inversión). Especifica como beneficios los costos que se pueden evitar por disminuir las enfermedades consideradas como *hídricas*, es decir, asociadas con la calidad de agua de la región. Los beneficios del proyecto se encuentran específicamente en: a) disminución de la tasa de morbilidad por enfermedades asociadas a la calidad del agua; b) reducción de los costos privados derivados del tratamiento de las enfermedades de origen hídrico; y c) contracción de los costos sociales derivados del ausentismo laboral debido a este tipo de enfermedades y de un posible incremento de la tasa de mortalidad.

En este sentido, los costos evitados por la mejora en los niveles de salud se ven reflejados en los costos privados evitados, es decir, los costos directos que las personas gastarían por enfrentar la enfermedad: gastos médicos y medicinas. Para el cálculo de los beneficios se hace uso de la siguiente relación:

$$\mathbf{BPR = (N) (Ct) (Fa)}$$

Donde:

BPR = Beneficios económicos privados en pesos

N = Número de casos relacionados con enfermedades de origen hídrico

Ct = Costo de tratamiento para enfrentar la enfermedad

Fa = Factor de atribución

En la tabla 10 se observa el número de casos por enfermedades de origen hídrico a nivel nacional y Jalisco; al carecer de estadísticas confiables a nivel municipal, la estimación para la región del Alto Santiago fue hecha con base en el porcentaje de la PEA de la zona respecto al total del estado de Jalisco (70.57%).

**Tabla 10. Enfermedades de origen hídrico nacional, Jalisco y atribuibles en la región del Alto Santiago**

Estado	Fiebre tifoidea (A01.0)	Paratifoidea y otras salmonelosis (A01.1-A02)	Infección intestinal por otros organismos y las mal definidas (A04, A08-A09)	Intoxicación alimentaria bacteriana (A05)	Enfermedades infecciosas intestinales (A01-A03, A04, A05, A06.0-A06.3, A06.9, A07.0-A07.2, A07.9, A08-A09)	Total Enfermedades de Origen Hídrico
<b>Nacional</b>	637	34,192	1,291,854	6,991	1,513,846	2,847,520
<b>Jalisco</b>	124	1,675	82,060	1,276	92,104	177,239
<b>Atribuible a la región Alto Santiago</b>	<b>88</b>	<b>1,182</b>	<b>57,914</b>	<b>901</b>	<b>65,002</b>	<b>125,086</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del SINAVE (2010).

Como se muestra en la tabla 11, los casos atribuibles a enfermedades relacionadas con la calidad del agua en la región del Alto Santiago durante el año de 2010 fueron 125,086 consultas, lo que representa un costo anual aproximado de 16.17 millones de pesos<sup>14</sup>. Este costo puede interpretarse como el beneficio total de los costos evitados privados en gastos médicos y medicinas para tratar dichas enfermedades.

**Tabla 11. Estimación de costos privados por enfermedades hídricas en la región del Alto Santiago**

Enfermedades Hídricas	Consultas al Año	Consultas Atribuibles al Año (35%)	Costo de tratamiento en enfermedades de origen hídrico (2007)	Costos privados totales (\$)
<b>Cuenca del río Santiago</b>	125,086	43,780	369.00	<b>16,171,743</b>

Fuente: Elaboración propia

<sup>14</sup> El costo que se utilizó para estimar el gasto ejercido para el tratamiento de estas enfermedades es de 369 pesos (a pesos de 2007) de acuerdo con el criterio “Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales” (INE, 2002). De igual forma, se consideró un factor de atribución de 35% siguiendo el estudio de “Salud, vulnerabilidad humana y riesgos ambientales” (INE, 2004) y El Plan Nacional de Salud 2001 que también utiliza un factor de atribución promedio del 35% para el caso de las enfermedades diarreicas que tienen su origen en factores ambientales.

Para estimar los costos públicos derivados de las enfermedades de origen hídrico, se utilizó como criterio la proporción de los Años de Vida Saludables Perdidos (AVISA) en la población dentro de la zona de estudio de la cuenca, se calculan los costos sociales evitados, es decir, los costos que socialmente se cubren por la morbilidad y mortalidad asociada al ausentismo laboral y la pérdida de años productivos. Los beneficios económicos públicos pueden estimarse mediante la siguiente relación:

$$\text{BPU} = (\text{AVISA} * 240) (\text{Sm}) (\text{Fa})$$

Donde:

BPU = Beneficios económicos públicos

AVISA = Años de vida saludables perdidos

Sm = Salario mínimo de la zona

Fa = Factor de atribución

El costo social derivado por no perder productividad laboral debido a enfermedades de origen hídrico podría generar un beneficio económico de aproximadamente 447.71 millones de pesos (tabla 12). La estimación se hizo multiplicando 240 días laborables al año y con base a un salario mínimo diario de 58.13 pesos para la zona B en 2011.

**Tabla 12. Estimación de costos sociales por enfermedades hídricas en la región del Alto Santiago.**

% PEA en la cuenca del Río Santiago, respecto a Jalisco	Años de vida saludables perdidos (AVISA)	AVISA atribuibles (35%)	Salario mínimo de la zona B (2011)	Salario mínimo al año (240 días)	Costos sociales totales
70.57%	88,279	30,898	58.13	13,951	<b>447,706,759</b>

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, sumando ambos costos asociados a las enfermedades de origen hídrico los beneficios estimados serían de 463, 183, 654.44 pesos anuales.

**Tabla 13. Beneficios económicos por la descontaminación del río Santiago**

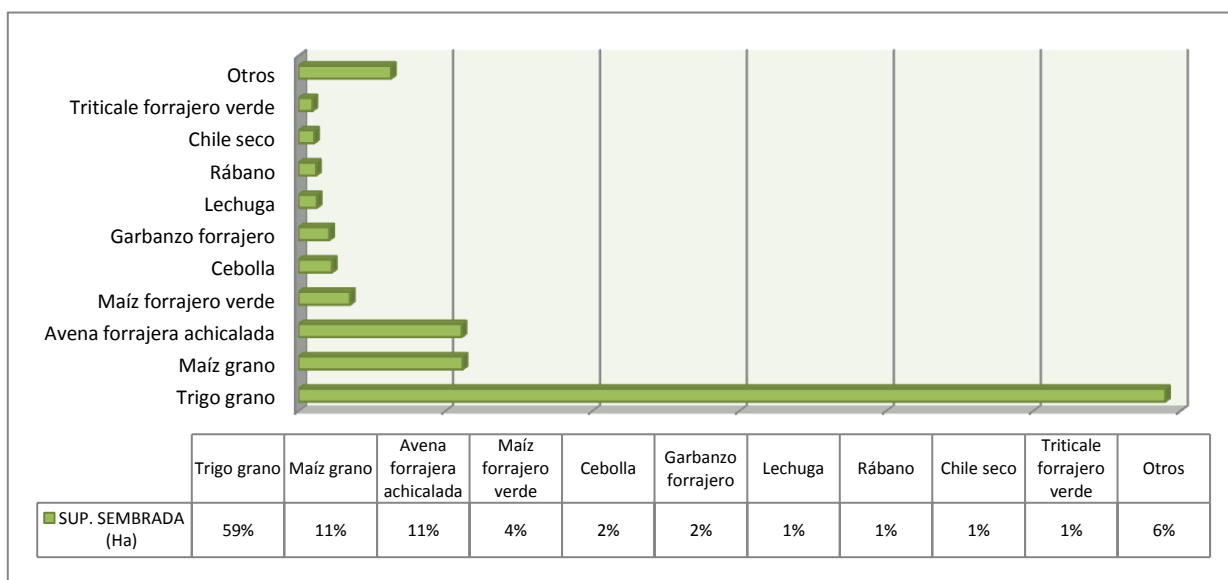
Unidad monetaria	Beneficio bruto (Tasa de descuento del 12%)			
	Anual	5 años	10 años	20 años
Pesos	463,183,654.44	1,669,673,414.83	2,616,663,058.57	3,459,724,194.53

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Potencial agrícola

Para estimar el beneficio que una mejora en la calidad del agua del río Santiago tendría en la zona de estudio nos centraremos exclusivamente en los cultivos que se encuentran bajo riego. En los municipios de la zona de estudio se siembran 15,652 mil hectáreas de riego. En la figura 11 se muestran los principales cultivos de acuerdo a la superficie cultivable y el valor de su producción respectivamente. Como observamos la mayor parte de la superficie regable de la región (75%) está dedicada a cultivos de tallo largo: trigo forrajero, maíz grano, avena forrajera y maíz forrajero. Cabe resaltar que como se mostró en el capítulo 2, el 11% de la superficie cultivable de la zona es regada con aguas de origen subterráneo, lo que implica que la calidad de agua del río Santiago (agua superficial) es un insumo fundamental para los cultivos y presumiblemente impone restricciones a la producción de cultivos de tallo corto (Saldívar, 2010).

**Figura 11. Principales cultivos en la cuenca del Santiago por superficie cultivable**



Fuente: Elaboración a partir de datos del SIAP 2009 de la SAGARPA.

En cuanto al valor de la producción (precio medio rural por hectáreas cosechadas) resulta claro que en promedio, los cultivos de tallo corto son más rentables. La figura siguiente muestra la relación del precio de la tonelada de cada cultivo para los diez productos más cultivados en la zona.

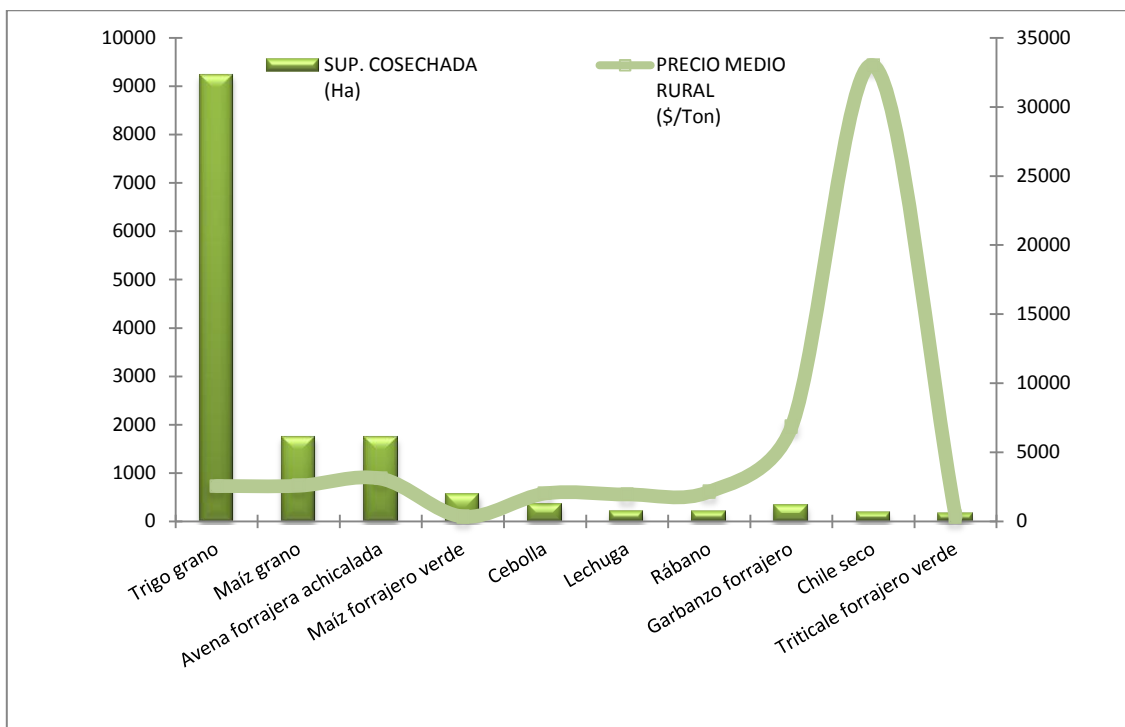
**Figura 12. Principales cultivos en la Cuenca del Santiago: valor de la producción (\$/Ha)**



Fuente: Elaboración a partir de datos del SIAP 2009 de la SAGARPA.

La hipótesis sugerida para determinar el costo de oportunidad de los cultivos se basa en proponer un escenario donde la calidad de agua del Río Santiago fuese mejor y que además fuese posible sustituir una parte de los cultivos actuales de tallo largo (baja rentabilidad) por cultivos de tallo corto que son más rentables. Se sostiene que con la mejora en los parámetros de calidad del agua superficial se podría estimular una transición hacia la siembra de cultivos con mayor rentabilidad. La figura 13 muestra la relación entre la superficie sembrada y el precio medio rural de los cultivos de la zona.

**Figura 13. Principales cultivos por tipo de tallo en la cuenca del Río Santiago**



Fuente: Elaboración a partir de datos del SIAP 2009 de la SAGARPA.

De acuerdo a lo anterior, se podrían obtener beneficios en agricultura de riego a partir de la sustitución de una superficie determinada de hectáreas sembradas de cultivos de tallo largo por cultivos más rentables de tallo corto. Se toma el 10%, el 20% y el 30% de la superficie sembrada a partir del quinto año. Otros estudios consideran hasta una tercera parte de sustitución de superficie regada de todas aquellas hectáreas que no son social o económicamente rentables como el trigo grano o maíz (JAPAM, 2007).

**Tabla 14. Rendimiento promedio por tipo de cultivo en el Santiago**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Rendimiento promedio "tallo corto"	Pesos	42,185
Rendimiento promedio "tallo largo"	Pesos	12,813
Diferencia de rendimientos	Pesos	29,372
Superficie sembrada "tallo largo"	Hectárea	13,863
Factor de sustitución de superficie cultivable (10%)	Hectárea	1,386
<b>Beneficio total esperado</b>	Pesos	<b>40,719,016</b>
Factor de sustitución de superficie cultivable (20%)	Hectárea	2,773
<b>Beneficio total esperado</b>	Pesos	<b>81,438,032</b>
Factor de sustitución de superficie cultivable (30%)	Hectárea	4,159
<b>Beneficio total esperado</b>	Pesos	<b>122,157,048</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIAP 2009 de la SAGARPA.

Utilizando el factor de sustitución bastante conservador del 10%, los beneficios estimados podrían ser de 40, 719, 016 pesos anuales; calculando el beneficio bruto a partir de una tasa de descuento del 12% estos podrían ser de más de 83 millones en diez años (tabla 15).

**Tabla 15. Beneficios por la sustitución de cultivos de tallo largo por tallo corto en la cuenca del río Santiago**

Unidad monetaria	Beneficio bruto (Tasa de descuento del 12%)		
	5 Años	10 Años	20 Años
<b>Pesos</b>	0.00	83,288,581.9	157,365,454.3

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Medio ambiente (hábitat)

Con el fin de estandarizar los conceptos y métodos aplicados en la contabilidad de los recursos naturales la ONU desarrolló a partir de 2003 el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas (SCAEI); este sistema proporciona el marco conceptual para organizar la información económica y ambiental que posibilite realizar un análisis consistente de la contribución del medio ambiente a la economía y permita determinar el impacto de la economía sobre los recursos naturales. La contabilidad ambiental tiene el

propósito de “generar y proveer información con la mayor eficiencia y confiabilidad sobre el impacto ambiental, vinculado a las principales variables económicas del país” asimismo busca conocer los “gastos que la sociedad efectúa para resarcir los daños ambientales como consecuencia del proceso productivo de bienes y servicios” y “el impacto ambiental del quehacer económico” (INEGI, 2010).

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) generó una metodología basada en las cuentas satélites desarrolladas por la ONU. Esta metodología llamada Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) contabiliza en términos físicos y monetarios las pérdidas por agotamiento y degradación de los recursos naturales en el sistema productivo nacional, ajustando el PIB nacional.

El método para calcular el PINE se da a partir del Producto Interno Neto (PIN), tomando en cuenta el costo por agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente:

$$\text{PINE} = \text{PIN} - (\text{CA} + \text{CD})$$

Donde:

PINE: Producto Interno Neto ecológico

PIN: Producto Interno Neto. Es igual al Producto Interno Bruto (PIB) menos la depreciación (consumo de capital fijo).

CA: Costos por agotamiento. Representa los costos en que tendría que incurrir la sociedad para reparar al medio ambiente por la disminución y pérdida de los recursos naturales, resultando o consecuencia de su continuo empleo en los procesos productivos.

CD: Costos por degradación. Representan los costos en que tendría que incurrir la sociedad en su conjunto para remediar o prevenir el deterioro de la calidad del ambiente, productos de las actividades económicas.

La figura 12 muestra este cálculo para los años 2003 al 2008, se observa una pérdida promedio de 8.4 puntos porcentuales del PIB debido al agotamiento y la degradación ambiental; esta cantidad debería reflejar el gasto que la sociedad debería erogar para prevenir o remediar la disminución y pérdida de los recursos naturales.

**Figura 14. Costos ambientales por agotamiento y degradación ambiental (% PIB), 2003-2008**



Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 2003-2008.

Para realizar el cálculo de los costos por agotamiento, se toman en cuenta cambios cuantitativos en las existencias del petróleo, los recursos forestales (maderables), los cambios en el uso del suelo y los recursos hídricos (agua subterránea); es decir, se realizan balances físicos anuales para cada recurso y con base en ellos se establecen los valores que reflejan las pérdidas monetarias por el detrimento de estos recursos.

Por su parte la degradación del medio ambiente se estima a partir de cálculos en los flujos que afectan el ambiente y alteran la calidad del mismo tales como la erosión del suelo, la contaminación del agua (cuerpos superficiales), la contaminación del suelo y la contaminación del aire. Los aspectos de la degradación toman en consideración los niveles de contaminación provocada por la emisión de diversos contaminantes en tres activos ambientales no producidos que son el aire, el suelo y el agua. En la parte del agua se incluyen los principales contaminantes, tales como demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos disueltos totales, sólidos totales y nitrógeno.

En el periodo de 2003-2008, el promedio del periodo de los costos totales por agotamiento y degradación ambiental con respecto al PIB fue del orden del 8.4% (6.31

por costos de degradación y 2.13 por agotamiento). En el mismo sentido, la proporción de los costos por agotamiento de agua subterránea y degradación del agua (contaminación del agua) con respecto al PIB fue de 0.6%. En lo que respecta solo a la parte de la contaminación del agua, estos costos son del orden del 0.35% (Saldívar A. , 2007)

Para esta investigación, se tomará la cifra de costos por degradación de agua correspondiente a este último dato. Se sostiene que una mejora en la calidad del agua tendría como beneficio inmediato el evitar los costos por degradación de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos. Los beneficios económicos se estiman de la siguiente forma:

$$BE = (CDA) * (PIBreg)$$

Donde:

BE= Beneficios económicos en pesos

CDA= Costos por degradación y agotamiento.

PIBreg= PIB región; valor agregado censal bruto de los municipios de estudio.

De esta forma, los beneficios económicos esperados en la conservación de la biodiversidad ascienden a 733, 061, 098 pesos anuales.

**Tabla 16. Beneficios económicos esperados en conservación a la biodiversidad**

Beneficio bruto		(Tasa de descuento del 12%)	
Anual	5 años	10 años	20 años
733,061,098	2,642,521,201	4,141,958,697	5,475,558,545

Fuente: Elaboración a partir de información de los Censos Económicos 2009 del INEGI.

### 3.4. Turismo y recreación

El desarrollo de actividades recreativas y de esparcimiento se vincula estrechamente con las áreas naturales y la disponibilidad y/o acceso de agua limpia. En este sentido, la zona de la cuenca del Río Santiago cuenta con lugares de esparcimiento y recreación familiar que se ven abandonados debido a la contaminación de las aguas superficiales; en consecuencia, es posible que el potencial turístico de la zona sea susceptible a ser explotado una vez que la calidad de las aguas del río mejorese. Algunos de estos lugares

se describen en la siguiente tabla; se toman en cuenta aquellos destinos que tienen relación directa con el río Santiago.

**Tabla 17. Lugares de recreación y esparcimiento en la región del Alto Santiago**

Municipio	Lugar	Descripción/Actividades
<b>Acatic</b>	La Barranca	Dentro de la barranca existen muy bellos parajes y caídas de agua como el Velo de Novia. Se pueden realizar caminatas, escaladas, ciclismo, observación de flora y fauna, agroturismo y en algunas temporadas, pesca y canotaje.
<b>Acatic</b>	Presa Lagunillas	Se puede practicar la pesca deportiva, algunas actividades ecoturísticas como la caminata; además se puede disfrutar de días de campo, de la pesca en la presa y de un clima muy agradable.
<b>Arandas</b>	Presa El Tule	En este espacio natural de gran atractivo, se puede practicar la pesca todo el año, así como deportes acuáticos. Es un lugar ideal para paseos.
<b>Zapotlanejo</b>	Presa "de Calderón"	Se puede practicar la pesca de carpa, mojarra, lobina y bagre.
<b>Guadalajara</b>	Parque Mirador Independencia	El parque cuenta con hermosas áreas verdes y facilidades para pasar un día de campo y varios miradores volados desde donde se puede admirar la increíble belleza de la Barranca de Huentitán.
<b>Ixtlahuacán del Río</b>	Cascada Agua Azul	Un espacio de gran belleza para la práctica del ecoturismo.
<b>Tonalá</b>	Las Pilitas	Un lugar de aguas termales para disfrutar de un buen baño reconfortante mientras se admiran los paisajes que ofrece la barranca.
<b>Tonalá</b>	Las Siete Cascadas	Prodigio natural formado por siete cascadas y la caída de sus aguas. Alrededor de estas formaciones naturales escalonadas, se halla una gran variedad de vegetación exuberante, como selva tropical y matorrales. Es un lugar de gran belleza escénica y un interesante ecosistema.
<b>Ixtlahuacán de los Membrillos</b>	Presa de Llano	Parque natural de extensa flora y fauna, ideal para un día de campo, pasear en bici o a caballo, practicar el senderismo y la caminata.
<b>Zapotlán del Rey</b>	Presa La Cañada	La Presa La Cañada es un sitio ideal para la práctica de deportes acuáticos como el kayakismo y la pesca; a su alrededor se puede hacer bicicleta de montaña, caminata o acampar.

Fuente: Elaboración a partir de información de la página web de la Secretaría de Turismo de Jalisco.

Una manera de valorar espacios recreativos de libre acceso es a través del método conocido como costo de viaje. Este método intenta detallar la función de demanda de dichos espacios por medio de encuestas y entrevistas que reflejen el gasto de los turistas en actividades recreativas similares. Este método se basa en la idea que el disfrute de los servicios de un espacio natural determinado dista mucho de ser gratuito pues se incurren en una serie de gastos, tales como el gasto de desplazamiento, de alimento y alojamiento (Saldívar A. , 2011). Computando estos gastos, se podría analizar cómo varía la demanda del bien ambiental ante cambios en el costo de disfrutarlo y cualquier otra variable relevante (Azqueta, 1994).

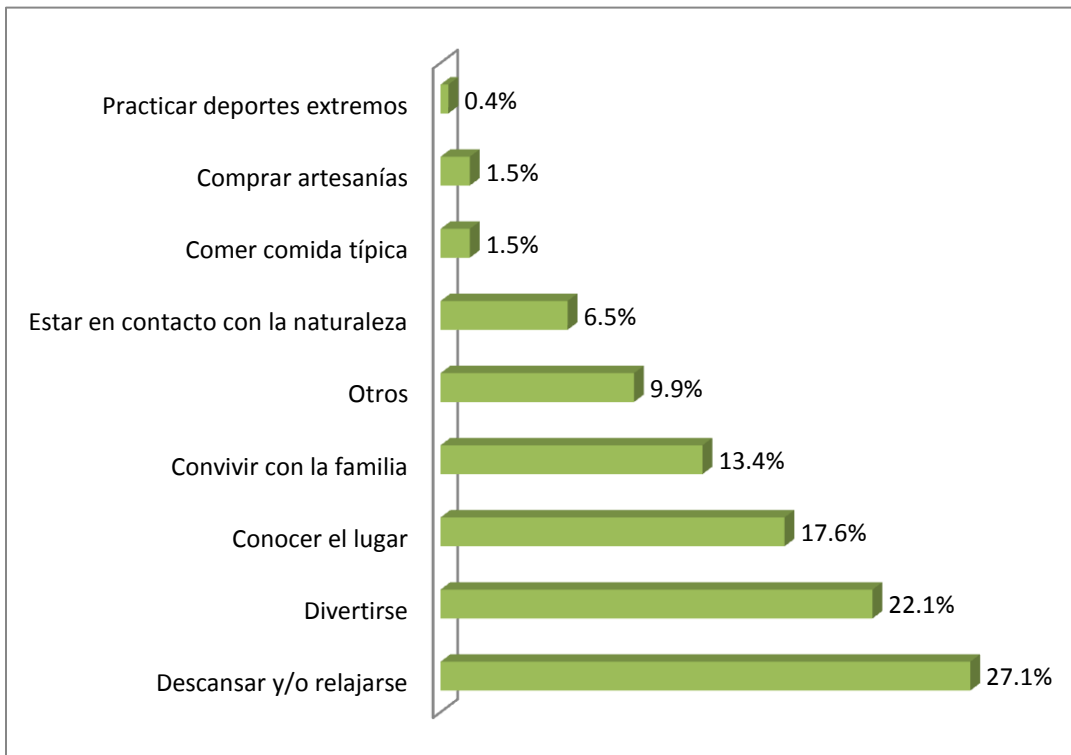
Para obtener datos sobre las visitas potenciales que se tendrían a las zonas ribereñas al río Santiago, se aplicaron durante el mes de abril del año 2009, dos encuestas en la zona. La primera de ellas tuvo como objetivo conocer las preferencias de los turistas de la ZMG y la percepción que la población tenía del estado en que se encuentra el río. La segunda buscó estimar el gasto promedio de los turistas locales. De esta manera se realizó un muestreo representativo en la zona de estudio, cuyo objetivo fue inferir la derrama económica por un aumento de la afluencia de turistas hacia sitios naturales que estén relacionados con el agua dentro de la región del Alto Santiago<sup>15</sup>.

Las preferencias de los visitantes locales en la región se muestran en la gráfica 9. Descansar y/o relajarse y estar en contacto con la naturaleza forman parte de las menciones que los entrevistados dieron; se infiere que existe el potencial de visitas a los lugares especificados en la tabla 17 e incluso para otros a la ribera del río Santiago, como es el caso de la cascada de el municipio de El Salto, que históricamente había sido un lugar de convivencia familiar hasta su contaminación en los años ochentas del siglo pasado.

---

<sup>15</sup> Ambas encuestas se anexan al final de la investigación.

**Figura 15. Preferencias de los turistas**



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas

De acuerdo con las encuestas, el tipo de viaje que realizan los visitantes es en su mayoría familiar, siendo el promedio de personas por grupo de visitantes de 5.6. El costo de viaje para el río Santiago se estimó a partir del gasto promedio que realizan los visitantes desde que salen de su hogar hasta llegar a su destino; incluye principalmente gastos en transporte, alimentación, bebidas y diversión. El gasto promedio anual per cápita calculado a partir de las encuestas realizadas en dos zonas de recreación de contacto primario con el agua cercanas al río Santiago<sup>16</sup> ascendió a 234.13 pesos.

<sup>16</sup> Las Pilitas son aguas termales ubicadas en la Barranca de Huentitán, a un costado del río Santiago en los límites del municipio de Tonalá; el Balneario Los Camachos se encuentra ubicado en el municipio de Zapopan, para acceder a él es necesario cruzar el río Santiago.

**Tabla 18. Gasto promedio anual *per cápita* por sitio turístico**

Lugar	Número de Personas	Visitas al año	Gasto <i>per cápita</i>	Gasto anual <i>per cápita</i>
Las Pilitas	3.63	4.92	45.00	221.54
Balneario “Los Camachos”	7.92	2.04	121.16	246.72
<b>Total</b>	<b>5.77</b>	<b>3.48</b>	<b>83.08</b>	<b>234.13</b>

Fuente: Elaboración a partir de encuestas.

Para la estimación del turismo inducido por el uso del agua con fines recreativos y/o de esparcimiento tomando como escenario una mejora en la calidad de agua del río Santiago, se esperaría una afluencia adicional de diecisiete mil visitantes al año. La estimación se realizó tomando como referencia la población total de la cuenca y asumiendo que el 6.5% de la población tienen como preferencia “estar en contacto con la naturaleza” lo que supone que potencialmente 350 mil personas podrían visitar la cuenca; de ese total de turistas potenciales se espera que al menos el 5% visiten el río si las condiciones ambientales mejorasen.

**Tabla 19. Estimación de visitantes para la cuenca del Río Santiago**

Lugar	Población total	Turistas locales (Anual)	Gasto promedio per cápita (pesos/día)	Visitas/año	Factor de proporción por un aumento en la calidad del agua**	Aumento en la afluencia de turistas
<b>Cuenca</b>	5,425,525	352,659	83.0	3.5	5%	17,633

Fuente: elaboración propia con base a encuestas.

En consecuencia, habría un aumento adicional de la actividad turística valuado en 5, 124, 225 pesos al año, tal y como lo muestra la siguiente tabla.

**Tabla 20. Benéficos económicos esperados por turismo inducido**

Unidad monetaria	Beneficio bruto (tasa de descuento del 12%)			
	Anual	5 años	10 años	20 años
Pesos	5,124,225.25	18,471,685.24	28,953,015.52	38,275,111.63

Fuente: Elaboración a partir de encuestas.

### 3.5. Pesca

En la zona de estudio, nueve municipios tienen actividades económicas relacionadas con la pesca y la acuicultura. Estas actividades se dan en presas y granjas piscícolas donde es posible y deseable la pesca. El valor total de la producción acuícola a precios de mercado en la región de especies como bagre, carpa, charal, lobina y tilapia ascendió a 18.3 millones de pesos en 2007 (tabla 21).

**Tabla 21. Valor de la producción de pesca y acuicultura en los municipios de la región del Alto Santiago, miles de pesos (2007)**

Municipio/especie	Valor de la producción (\$) 2009					
	Bagre	Carpa	Charal	Lobina	Tilapia	Total
Lagos de Moreno		50,000			30,000	80,000
Acatic		14,180		79,730	1,548,160	1,642,070
Arandas	164,500	1,423,354			269,960	1,857,814
Tepatitlán de Morelos	32,670	184,030			326,121	542,821
Ocotlán	21,600	2,121,094	4,380		5,907,490	8,054,564
Poncitlán	39,940	907,705	1,461,816		1,340,108	3,749,569
Ixtlahuacán del río	517,340				347,460	864,800
Tlajomulco de Zúñiga		82,050			1,009,357	1,091,407
Zapotlanejo		89,635			395,629	485,264
<b>Total</b>	<b>776,050</b>	<b>4,872,048</b>	<b>1,466,196</b>	<b>79,730</b>	<b>11,174,285</b>	<b>18,368,309</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos Agropecuarios y Ejidal 2007, INEGI.

En el mismo sentido, los censos económicos de INEGI (2009), muestran una producción bruta total para la región de estudio de 18.1 millones de pesos, lo que equivale al 12.2% de la producción total de acuicultura y pesca del estado. Muestran además que el personal ocupado en estas actividades es de casi mil personas, con un valor agregado de 10.9 millones de pesos.

**Tabla 22. Acuicultura y pesca: Jalisco y región de estudio (2009)**

	Actividad	Unidades económicas	Personal ocupado	Producción bruta (miles de pesos)	Valor agregado censal bruto (miles de pesos)	Valor de productos elaborados (miles de pesos)
Jalisco	Acuicultura	16	107	11,823	5,296	11,680
Jalisco	Pesca	173	3,875	137,930	92,680	136,367
Región estudio	Acuicultura	ND	34	710	390	695
Región estudio	Pesca	13	953	17,520	10,527	17,480
<b>% respecto Jalisco</b>	Acuicultura	ND	31.7%	6.0%	7.3%	5.6%
<b>% respecto Jalisco</b>	Pesca	7.51%	24.5%	12.7%	11.3%	12.8%

Fuente: Elaboración propia con datos de los Censo Económicos 2009, INEGI.

Como el oxígeno disuelto es un componente fundamental para la vida y reproducción de todas las especies de peces. Tomando en cuenta que la descontaminación del río tiene como objetivo reducir los niveles de la demanda bioquímica de oxígeno<sup>17</sup>, podríamos considerar un factor del 20%<sup>18</sup> sobre el valor actual de la producción pesquera de la zona, los beneficios adicionales que podrían alcanzarse a partir de la descontaminación del agua del río Santiago serían de aproximadamente 3.18 millones de pesos anuales y 18 millones de pesos en diez años en valor presente neto con una tasa de descuento del 12%, tal y como se muestra en la tabla 23.

**Tabla 23. Beneficios en pesca derivados de la mejora de la calidad del agua en el río Santiago**

Unidad monetaria	Beneficio bruto (tasa de descuento del 12%)			
	Anual	5 Años	10 Años	20 Años
<b>Pesos</b>	3,186,400.00	11,486,258.89	18,003,870.66	23,800,635.16

Fuente: Elaboración propia

<sup>17</sup> De acuerdo a CIMCOOL “la DBO afecta directamente la cantidad de oxígeno disuelto en ríos y corrientes”, la mejora de este parámetro significa que mayor oxígeno estará disponible para formas más complejas de vida acuática, evitando que los organismos acuáticos se estresen, sofocan y mueran (CIMCOOL, 2004). Asimismo, en un estudio que realiza la FAO para Colombia, establece que la utilización de oxígeno líquido (aumentos de oxígeno disuelto en el agua) provocó un aumento en el rendimiento por unidad de área en cultivos de trucha y bagre (FAO O. d., 2005).

<sup>18</sup> (FAO D. d., 2009) y (Saldívar A. y., 2010).

### 3.6. Beneficios totales

La metodología que se ha seguido es la de Costo-Beneficio es utilizada en la evaluación social y económica de un proyecto de inversión y desarrollo y busca generar indicadores que permitan tomar la decisión de realizar o no cierto proyecto. Este análisis establece de forma conjunta una valoración de los costos de desarrollo del proyecto y los beneficios del mismo (Saldívar A. , 2011). No obstante, en este estudio sólo se determinaron dichos beneficios, los costos pueden ser planteados en función del presupuesto que el Gobierno del estado de Jalisco ha propuesto para la realización del Programa Integral de Saneamiento para la ZMG (3,500 millones de pesos).

La presente evaluación considera otros criterios adicionalmente a la mera existencia del recurso hídrico y la calidad del mismo para su desarrollo. Un ejemplo de ello es el turismo en ríos y zonas ribereñas que implica la necesidad de reducir los niveles actuales de contaminación a efecto de permitir la realización de actividades acuáticas recreativas.

Una vez identificadas las principales actividades económicas relacionadas al recurso agua desarrolladas en la cuenca, se evaluó el desempeño efectivo y potencial de dicha actividad, valorando los beneficios económicos de mejorar en la calidad del recurso y/o disminuir los costos de mitigación por pérdidas causadas, por carecer de un recurso en buenas condiciones de uso. En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 24. Beneficios económicos por la descontaminación del Río Santiago**

Concepto	Beneficio bruto (Tasa de descuento del 12%)			
	Anual	5 años	10 años	20 años
Beneficios en salud	463,183,654.44	1,669,673,414.83	2,616,663,058.57	3,459,724,194.53
Sustitución de cultivos	NA	0.00	83,288,581.90	157,365,454.30
Costos evitados por degradación y agotamiento	733,061,098.00	2,642,521,201.00	4,141,958,697.00	5,475,558,545.00
Turismo inducido	5,124,225.25	18,471,685.24	28,953,015.52	38,275,111.63
Pesca	3,186,400.00	11,486,258.89	18,003,870.66	23,800,635.16
<b>Total Beneficios</b>	<b>1,204,555,377.69</b>	<b>4,342,152,559.96</b>	<b>6,888,867,223.65</b>	<b>9,154,723,940.62</b>

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse, dichos beneficios serían aproximadamente de 1,204 millones de pesos anualmente y 9,154 millones de pesos a valor presente neto en veinte años con una tasa de descuento del 12%, que corresponde a la tasa de inversión de largo plazo para este tipo de proyectos del sector agua de la economía mexicana. En orden de prelación destacan los beneficios potenciales que se obtendrían por los daños evitados a la salud, la conservación de la biodiversidad y la agricultura de riego.

Como contraparte, los datos del cuadro anterior se pueden interpretar como las pérdidas en que actualmente se incurre como sociedad (externalidades negativas) al no afrontar con medidas adecuadas de manejo de aguas residuales urbanas e industriales que se descargan en este importante cuerpo de agua. Dicho de otra forma, estamos hablando de una pérdida aproximada anual equivalente al 0.56% del Valor Agregado Censal Bruto de los municipios que conforman la zona de estudio de la cuenca del Santiago.

Para la evaluación económica del impacto del saneamiento del río Santiago relacionada con los beneficios como resultado de revertir la contaminación, se incorporaron tanto instrumentos económico-financieros y de mercado, como valoraciones cualitativas e intangibles que tienen que ver con los parámetros sociales y ambientales. Los criterios e indicadores para cuantificarlos en la dimensión económica, social y ambiental aportaron en general resultados que favorecen la aplicación inmediata, aunque de manera gradual, de las medidas regulatorias que establezcan parámetros de calidad más estrictos para las descargas de aguas residuales, tanto en usuarios urbanos como industriales.

Asimismo, importa señalar que en este estudio no se incorporaron otros beneficios tangibles posibles de recibir por concepto de revaloración catastral de los predios, fincas y terrenos aledaños a la cuenca, beneficios indudables que se percibirían una vez saneada ésta; ni los daños por sobreexplotación de los acuíferos. Tampoco se incorporaron las pérdidas debidas a la muy probable ocurrencia de enfermedades crónico-degenerativas por carecer de un estudio de carácter epidemiológico.

## 4. Conclusiones

---

El agua es un recurso fundamental para la vida y el desarrollo productivo de las regiones. Los recursos hídricos son bienes que dependiendo de sus usos pueden establecerse como privados o públicos. Sin embargo, no es posible soslayar el hecho de que al ser un recurso fundamental para la vida, no debe someterse únicamente a la lógica del mercado, es decir, no debe entenderse exclusivamente como bien económico. El acceso a agua potable para todos los seres humanos (presentes y futuros) es un criterio relevante para el desarrollo de las regiones, en consecuencia la administración y gestión del agua debe tener un carácter prioritario en la toma de decisiones públicas.

Al reconocer el carácter económico, social, cultural y ecológico del agua se complejiza la gestión del recurso puesto que, al ser un bien que presenta rivalidad, la competencia por sus distintos usos es mayor. Además, si consideramos el aumento de la escasez relativa como una consecuencia de la contaminación, el problema adquiere carácter urgente y socialmente relevante. Cuando el agua contenida en ríos y lagos presenta una alteración en su composición natural provocada por el desarrollo de actividades de origen antropogénico, decimos que tratamos con externalidades negativas.

Las externalidades negativas se presentan cuando las actividades de un agente económico tienen afectaciones en las de otro y esta afectación no se ve reflejada en las transacciones del mercado, en consecuencia, es necesario generar mecanismos que busquen disminuir y/o internalizar estas externalidades. Debido a la inexistencia de valores, el sistema de mercado es incapaz de proporcionar información respecto al valor (real o aproximado) de los bienes y servicios ambientales; por tanto, la valoración económica resulta una herramienta útil para conocer las preferencias de la sociedad por consumir, utilizar o disfrutar los recursos naturales.

La valoración económica total busca cuantificar los costos sociales en los que se incurre por la pérdida de funciones ambientales, incluyendo el costo de uso y el costo de uso intertemporal. La amplia discusión sobre los valores susceptibles de perderse para las siguientes generaciones (de uso, de no uso y de opción) genera criterios suficientes para imputar un valor a los recursos hídricos.

De tal suerte, la valoración económica nos permite generar indicadores para la toma de decisiones socialmente más eficientes; la estimación de beneficios por la descontaminación genera un valor aceptado y normado socialmente, pues resulta de una metodología basada en medir la externalidad que la contaminación genera en una zona específica, valorando los cambios que se presentan como producto de estas externalidades.

La necesidad de incorporar mecanismos de gestión apegados al concepto de desarrollo sustentable, tiene como finalidad reducir la escasez relativa de los recursos hídricos y la diversidad biológica asociada a ellos y representa una preocupación a nivel global, pues la evidencia de los desequilibrios ecológicos aunados a los procesos de cambio climático vulnera a la sociedad en su conjunto.

La región del Alto Santiago en Jalisco incluye a la ZMG, la segunda ciudad más importante en México, donde habitan casi 7 de cada 10 jaliscienses y se genera el 87% de la riqueza del estado. Los problemas de escasez de agua que comienzan a presentarse en esta zona se vinculan con los problemas de contaminación que presenta el río Santiago, pues la contaminación impone restricciones para poder utilizar aguas superficiales. La ausencia de mecanismos eficientes para implementar el tratamiento para las aguas residuales ha provocado que las pérdidas económicas que la contaminación genera superen los costos que se tienen por la construcción de proyectos cuyo objetivo es el reducir la cantidad de contaminantes que se vierten al Río.

El Proyecto Integral de Saneamiento para la ZMG tiene un costo de 3,500 millones de pesos; los beneficios potenciales que se obtendrían por la descontaminación de las aguas del Río Santiago son de alrededor de 4,300 millones de pesos en cinco años. El estudio tomó en consideración los beneficios potenciales que representarían para la región la mejora en la calidad del agua del Río: beneficios en salud, por la sustitución de cultivos, los costos evitados por degradación y agotamiento de recursos hídricos, por el turismo inducido y por el potencial aumento de pesca. Algunos indicadores no fueron tomados en cuenta debido a la carencia de información, tales como la incidencia de enfermedades crónicas degenerativas asociadas a la contaminación del agua, las pérdidas en el valor catastral de las viviendas y la cuantificación de los costos asociados a la sobreexplotación de los acuíferos, sin embargo, los resultados muestran la pertinencia de generar proyectos de saneamiento a la brevedad, pues la valoración de costos permite justificar la

erogación de estos recursos. La inacción gubernamental en este tema aumentará cada año los costos económicos, sociales y ambientales que la generación produce, es por ello que el destino de recursos públicos hacia proyectos de saneamiento de aguas servidas no sólo es necesario sino urgente.

Como señalamos, en México la institución encargada de la administración de los recursos hídricos es la CONAGUA y el modelo de gestión que se plantea como directriz de la planeación es el de GIRH. La LAN introduce una serie de mecanismos que tienen como objetivo la conservación del recurso hídrico nacional; sin embargo, existen serias deficiencias en la aplicación de la normatividad y de los instrumentos legales derivados de la LAN. Dichas leyes no son garantía de avances efectivos en la gestión adecuada del agua y del manejo integral de las cuencas hidrológicas. La Ley debe ser el referente fundamental para el manejo integral de los recursos hídricos, sin embargo, en muchos casos las soluciones al manejo de cuencas deben alcanzarse y promoverse por consenso social. Entonces, la transparencia de la información y la capacidad técnica por parte de CONAGUA son variables relevantes para la implementación de proyectos hídricos.

Los acuerdos de distribución del agua, su tratamiento y disposición final deben hacerse no con base a negociaciones de poder o siguiendo el carácter temporal de permanencia de los administradores hídricos (consejos, comités, operadores de agua, etc.), sino con criterios y objetivos fundamentales de sostenibilidad de mediano y largo plazos.

Así mismo, resulta relevante que los organismos regionales encargados del control y la vigilancia de la contaminación sean fortalecidos, buscando dejar de lado la lógica centralista en la administración del agua. Además, es necesario vigorizar los procesos de participación social y gubernamental para la toma de decisiones en los Consejos de Cuenca.

Las regiones hidrológicas del país presentan características diferentes, por ello es necesario desarrollar metodologías regionales que se basen en criterios ambientales que nos permitan comprender las particularidades de la cuenca y con base en ellas, generar políticas que efectivamente respondan a las necesidades específicas, para establecer medidas de control de contaminación locales y programas que tiendan a disminuir la competencia entre los usuarios.

Consideramos que nuestra investigación es relevante porque permite ver, entre otras cosas, que los beneficios económicos basados en metodologías ambientales regionales son un instrumento que ayuda a los tomadores de decisiones a generar políticas públicas que busquen la sostenibilidad de los recursos hídricos. Dentro del marco de desarrollo sustentable y siguiendo el modelo de GIRH es también relevante y deseable que los proyectos de saneamiento vayan acompañados con un cambio en la cultura del agua, que las políticas públicas se encaminen también a informar a la población sobre el manejo de los recursos hídricos con la meta de modificar los hábitos de consumo.

El mantenimiento de sistemas ambientales, necesarios para la continuidad de la vida civilizada evitando el máximo de conflictos, depende de un delicado estado de equilibrio y es necesario que la economía a la par que la sociedad y el Estado asimilen esta dependencia y tome en cuenta el valor de los servicios ambientales.

## Bibliografía

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (1992). *Evaluación de riesgos en la salud por la exposición a residuos peligrosos*. USDHHS: Atlanta, Georgia.

Arrojo, Pedro (2005) *Hacia una Nueva Cultura del Agua*. Cuadernos de CENDES, Volúmen 22 , 139-143.

Auditoria Superior de la Federación (2009) *Auditoría a las Acciones del Manejo Integral y Sustentable del Agua*. Recuperado el 28 de Febrero de 2011, de [http://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2009i/Tomos/Tomo3/2009\\_0758\\_a.pdf](http://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2009i/Tomos/Tomo3/2009_0758_a.pdf)

Azqueta, Diego (1994) *Valoración económica de la calidad ambiental*. Mc Graw Hill. España. |

Barbier, Edward (2002) *Valoración económica de los humedales: guía para decisores y planificadores*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2009, de Ramsar: [http://www.ramsar.org/lib\\_val\\_s\\_2.htm](http://www.ramsar.org/lib_val_s_2.htm)

Barbier, Edward (1994) Valuing the environmental functions: tropical wetlands. *Land Economics*, vol. 70 , 155-173.

Barsev, R. (2002) Valoración Económica Integral de los Bienes y Servicios Ambientales de la Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano. Tegucigalpa, Honduras. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/valoreco.pdf>. Fecha de consulta: junio 2009.

Barkin, David (2006). La gestión del agua urbana en México. Universidad de Guadalajara. México.

Baumol, W. J. y W. E. Oates (1982) *La teoría de la política económica del medio ambiente*. Antoni Bosch. España.

Becerra, P. M. (2006). *Conflictos por agua en México. Diagnóstico y Análisis*. Recuperado el 2 de Febrero de 2011, de Instituto Nacional de Ecología: [http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/conf\\_agua\\_mex.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/conf_agua_mex.pdf)

Brundtland, Comisión. (1987). *Organización de Naciones Unidas*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2010, de <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

- CEAJ (2007). *Estudio de Clasificación del Río Santiago*. Guadalajara, Jalisco: CEAJ.
- CEAJ (2006). *Estudio de Monitoreo y Modelación de la Calidad del Agua de los Ríos Santiago y Verde, en el estado de Jalisco*. Guadalajara, Jalisco: CEAJ C.E.
- CEAJ (2011a) Folleto informativo. *Sistema Integral de Saneamiento para la Zona Conurbada de Guadalajara* . Guadalajara, Jalisco, México.
- CEAJ (2009). *Programa Hídrico de Jalisco*. México: Gobierno del Estado de Jalisco.
- CEAJ (2011b). *Resultados del Monitoreo río Santiago, río Zula y Arroyo El Ahogado"*. Recuperado el Diciembre de 2011, de [http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/documentos/monitoreo\\_rio\\_santiago\\_septiembre2011.pdf](http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/documentos/monitoreo_rio_santiago_septiembre2011.pdf)
- CEATM, Centro de Estudios de Agua del Tercer Mundo (2003). *El agua en México*. México: CEATM.
- Cerda, U. A. (1993). *Manual de Economía Ambiental y de Recursos Naturales*. Argentina: Universidad de Concepción.
- Chang, M. Y. (2001). La economía ambiental . En N. P. (editores), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (págs. 165-178). Montevideo: Baltgráfica.
- CIMCOOL, M. M. (2004). *¿Por qué es importante el Oxígeno Disuelto?* Querétaro, México: Milacron Marketing Co.
- Coase, R. (1960). The problem of the social cost. *Journal of law and economics*, october , 31-44.
- CONAGUA, C. N. (2011). *Estadísticas del Agua en México, edición 2011*. México, D. F.: Semarnat-Gobierno Federal.
- Contralínea. (21 de Agosto de 2011). *Contralínea*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2011, de <http://contralinea.info/archivo-revista/index.php/2011/08/21/conagua-autoriza-sobreexplotacion-de-acuiferos/>
- Cristeche, E. y. (2008). *INTA*. Recuperado el 1 de Octubre de 2010, de [http://www.inta.gov.ar/ies/docs/otrosdocs/metodos\\_03.pdf](http://www.inta.gov.ar/ies/docs/otrosdocs/metodos_03.pdf)

- Cuerdo Mir, M. y. (2000). *Economía y naturaleza: una historia de las ideas*. Madrid: Síntesis.
- Denton, N. T. (2006). *El agua en México. Análisis de su régimen jurídico*. México: UNAM.
- Dourojeanni, A. y. (1999). *CEPAL*. Recuperado el 14 de Junio de 2010, de Gestión de cuencas y ríos vinculados a centros urbanos: [www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/.../LCR1948-E.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/RecursosNaturales/.../LCR1948-E.pdf)
- Ducci, J. (2002). *Metodología de evaluación económica de proyectos: utilización de precios hedónicos*. Santiago, Chile: Segundo Informe de Consultoría.
- Durán, J. M. (2002). La crisis ambiental en el lago de Chapala y el abastecimiento de agua para Guadalajara. En e. a. Brigitte Boehm, *Los estudios de agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. México: El Colegio de Michoacán-Universidad de Guadalajara.
- Durán, J. M. (2006). Los problemas de abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral* , 129-164.
- ECLAC. (2005). *ECLAC.ORG*. Recuperado el 7 de Enero de 2011, de [http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e\\_TOMO\\_IVd.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVd.pdf)
- Estevan, A. y. (2006). *Alternativas para la gestión del agua en Cataluña. Una visión desde la perspectiva de la Nueva Cultura del Agua*. España: Bakeaz-FNCA.
- FAO. (2001). *Departamento de Agricultura de las Naciones Unidas*. Recuperado el 12 de Julio de 2010, de <http://www.fao.org/docrep/009/y4666s/y4666s0b.htm#TopOfPage>
- FAO, D. d. (2009). *Efectos que tienen en las pesquerías otros usos de la cuenca hidrológica*. Recuperado el 28 de Marzo de 2011, de <http://www.fao.org/docrep/003/X6853S/X6853S05.htm>
- FAO, O. d. (2005). *FAO, Departamento de Pesca y Agricultura*. Recuperado el 12 de Mayo de 2011, de [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_colombia/es#tcN9008A](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es#tcN9008A)
- Gallardo, V. J. (2001). *Estudio de la contaminación del agua y los sedimentos del Río Grande Santiago desde su nacimiento hasta la Presa de Santa Rosa*. Guadalajara, Jalisco: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ, A. C.).

GEJ, G. d. (2003). *Programas sectoriales y especiales. Administración y uso del agua*. Guadalajara, Jalisco.

González, José Juan (2011) *Environmental Law in Mexico*. México: Wolters Kluwer.

Guerrero, M. N. (2008). Uso y valoración de plantas medicinales tintóreas presentes en Santiago Estero, Argentina. *Tesis para obtener el grado de Ingeniero de Montes*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.

Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 1243-1248.

Iglesias, R. A. (16 de Abril de 2010). Mensaje sobre el estado de la Cuenca L-C-P. Guadalajara, Jalisco: Página electrónica del Organismo de Cuenca Lerma-Chapala-Pacífico.

INEGI, I. N. (1 de Septiembre de 2010). *INEGI*. Recuperado el 16 de Junio de 2010, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/scnm-ecologicas10.asp>

JAPAM. (2007). Evaluación socioeconómica de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales "San Pedro Ahuacatlán 2", en San Juan del Río, Queretaro. Documento no publicado.

Kolstad, Charles (2001) *Economía Ambiental*. Oxford University Press.

LAN (2004). Ley de Aguas Nacionales. México. Gobierno Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Diciembre de 1998; última reforma publicada el 30 de Agosto de 2011.

LEGEEPA (1998) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. Gobierno Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Enero de 1998; última reforma publicada el 30 de Agosto de 2011.

Leff, E. (2003). *Ecología y capital*. México: Siglo XXI.

Machín, M. M. (2006). Valoración económica de los recursos naturales. *Revista Latinamericana y Caribeña de Desarrollo Sustentable*, n.d.

Maciel-Flores, R., Peña, L., Gúzman, M., & Michel, S. P. (2009). Impactos Ambientales en el Río Grande de Santiago Jalisco. En S. y. Peniche, *Estudios de la Cuenca del Río Santiago. Un Enfoque Multidisciplinario* (págs. 13-39). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

- Martínez, P. y. (2009). Impactos de la Contaminación del Río Santiago en el Bienestar de los Habitantes de El Salto, Jalisco. *Espacio Abierto* , 18 (4), 709-729.
- McCulligh, C. (2009). Aguas abajo: o respirar veneno en El Salto y Juanacatlán, Jalisco. En S. y. Peniche, *Estudios de la Cuenca del Río Santiago. Un Enfoque Multidisciplinario* (págs. 59-73). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Meade, E. J. (1952). External economies and diseconomies in a competitive situation. *The Economic Journal* 62 , 54-67.
- Medellín, H. (2001). *Valoración económica ambiental de Páramos*. Recuperado el 13 de Abril de 2010, de [Http://www.bancorepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/valoracion.pdf](http://www.bancorepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/valoracion.pdf)
- Medina Ros, V. (2005). Los negocios y el ambiente: una relación cambiante. En A. M. Aguilar, *Sustentabilidad Ambiental en la Industria, tendencias internacionales y experiencias mexicanas* (págs. 63-106). Monterrey, México: Colegio de México- Tecnológico de Monterrey.
- Mejía, S. E. (2010). *Contabilidad ambiental. Critica al modelo de contabilidad financiera*. Colombia: Armendia Quíndio.
- Olivera, V. M. (2007). Explotación de recursos no renovables en áreas protegidas. *Tesis para obtener el grado de Doctor en Economía* . México: UNAM.
- ONU. (2000). *Objetivos del Milenio*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of the institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge.
- Ozdemiroglu, E. (2011). Valoración económica del medio ambiente, nuevos desarrollos en la Unión Europea. *Taller de valoración económica del medio ambiente y recursos naturales*. México, D.F.: SEMARNAT.
- Patrón, S. K. (2008). Apreciación del valor de la conservación de la biodiversidad: el caso de los arrecifes coralinos en Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero. *Tesis para obtener el grado de Maestro en Integración del Ambiente* . México: El Colegio de la Frontera Norte.

Pearce, W. y. (1995). *Economic of natural resources and the enviroment*. Baltimore, Great Britain | : The Jhon Hopking University Press.

Pérez, E. R. (2010). *Economías de la Naturaleza*. México: IIEC-UNAM.

PHJ, P. H. (2009). Guadalajara, Jalisco: Gobierno del Estado de Jalisco.

Pierri, N. (2005). Historia del concepto de Desarrollo Sustentable. En N. P. Foladori, *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre Desarrollo Sustentable* (págs. 27-82). México: Miguel Ángel Porrúa.

Pigou, C. A. (1929). *La economía del bienestar*. Madrid: Aguilar.

PNUD, P. d. (2007). *PNUMA*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/recnat/esp/documentos/cap1.pdf>

Reateguá, R. (2004). *Medio Ambiente Global*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2009, de <http://www.slideshare.net/gueste6ccf5/el-medio-ambiente-1244450>

REDLERMA. (2009). *Red Lerma México*. Recuperado el 14 de Mayo de 2010, de <http://redlerma.uaemex.mx/>

Romero Cuevas, B. E. (21 de Agosto de 2011). *Contralínea*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2011, de <http://contralinea.info/archivo-revista/index.php/2011/08/21/conagua-autoriza-sobreexplotacion-de-acuiferos/>

Saldívar, A. (2011). *Beneficios economicos por la descontaminación del río Santiago*. México: CONAGUA.

Saldívar, A. y. (2010). *Beneficios económicos del tratamiento de aguas residuales del río Zahuapan, Tlaxcala*. México.

Sarmiento, M. (2003). Desarrollo de un nuevo método de valoración medioambiental. *Tesis para obtener el grado de Doctor en Ingenieria Forestal* . Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

SEMARNAT. (2006). *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2010, de Pre-Encuentro Universitario del Agua:

[http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/academicos/ingenieria/tudel\\_fernando.pdf](http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/academicos/ingenieria/tudel_fernando.pdf)

SSA, S. d. (2007). Programa Nacional de Salud 2007-2012. México | : Gobierno Federal, Secretaría de Salud.

SCAEI-A (2003) *Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas del Agua*. División de Estadística de las Naciones Unidas. Disponible en web: <http://css.escwa.org.lb/sd/esiap/P-1-SCAEI-A.pdf>. Consultado el 14 de Marzo de 2011.

WWAP, W. W. (2003). *Agua para todos, agua para la vida*. ONU.