

## GESTIÓN DEL AGUA EN CUENCAS TRANSFRONTERIZAS MÉXICO-ESTADOS UNIDOS: ALGUNOS ELEMENTOS CONCEPTUALES PARA SU ESTUDIO

### WATER MANAGEMENT IN MEXICO-UNITED STATES TRANSBOUNDARY BASINS: SOME CONCEPTUAL ELEMENTS FOR ITS STUDY

José Luis Castro Ruiz<sup>1</sup>; Alfonso Andrés Cortez Lara<sup>2</sup>; Vicente Sánchez Munguía<sup>3</sup>

#### Resumen

Bajo las tendencias actuales de competencia por el agua y su escasez relativa, las fronteras se han vuelto espacios críticos de la relación entre países y comunidades, pudiendo arribar a situaciones en las que el conflicto se tiende a agudizar, pero donde también pueden surgir opciones para la cooperación en torno al mejor aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos compartidos. Las cuencas hídricas transfronterizas entre México y Estados Unidos son espacios donde la competencia, el conflicto y la cooperación binacional, han estado presentes, generando condiciones cuya complejidad se hace imprescindible abordar y estudiar, con el propósito de construir una base que sustente la búsqueda de esquemas de manejo sustentable y compartido del agua para mantener los equilibrios entre disponibilidad y demanda, así como la cooperación binacional. En este trabajo se exploran algunos marcos teórico-metodológicos de utilidad en el análisis de la gestión transfronteriza del agua, y su posible adaptación a cuencas hídricas transfronterizas entre ambos países a través del caso de la Cuenca Alta del Río San Pedro en la frontera entre Sonora, México y Arizona, Estados Unidos.

**Palabras clave:** gestión del agua, sustentabilidad, manejo adaptativo, competencia, cooperación transfronteriza, alto río San Pedro.

#### Abstract

Under current trends of contested waters and relative scarcity, the borders have become critical areas for relationships between countries and communities. They can arrive at situations where the conflict may be exacerbated, but where may also arise options for cooperation on the better use and management of shared water resources. Transboundary water basins between Mexico and the United States are areas where competition, conflict and bilateral cooperation have been present, generating conditions whose complexity is essential to address and study, in order to build a foundation that supports the search for sustainable management and sharing of water for maintaining the balance between availability and demand, and binational cooperation. This paper explores some theoretical and methodological frameworks useful in the analysis of transboundary water management and its possible adaptation to transboundary basins between the two countries through the case of the Upper San Pedro River Basin on the region between Sonora, Mexico and Arizona, United States.

**Key words:** water management, sustainability, adaptive management, contested waters, transboundary cooperation, upper San Pedro River.

#### INTRODUCCIÓN

Conforme avanza el presente siglo, los problemas de escasez en cantidad y calidad así como de oportunidad de acceso al agua van adquiriendo dimensiones alarmantes a nivel mundial. Este patrón se manifiesta crecientemente en nuevas tensiones y competencia sobre su acceso en diferentes espacios del planeta, particularmente en las cuencas de los ríos que son compartidos regionalmente por diferentes asentamientos y actividades, cuyas demandas e impactos ambientales imponen nuevos retos para la búsqueda de soluciones efectivas. Al tratarse de

cuencas hídricas transfronterizas, se trasciende a un sinnúmero de factores políticos, económicos, sociales y técnicos inherentes a los países involucrados, así como de tendencias mundiales que hacen mucho más compleja la posibilidad de acuerdos en torno al manejo y uso de un recurso compartido, altamente competido y totalmente asignado.

Dichas tendencias de competencia por el agua y su escasez relativa están marcadas por el crecimiento poblacional y las crecientes condiciones de deterioro ambiental, lo que hace que la disponibilidad relativa y acceso seguro al agua continúe siendo una asigna-

<sup>1</sup> Profesor-investigador de El Colegio de la Frontera Norte en Monterrey, N.L.; tel. (81) 8358-6401; Correo electrónico: jlcastro@colef.mx

<sup>2</sup> Profesor-investigador de El Colegio de la Frontera Norte en Mexicali, B.C.; tel. (686) 554-7445; Correo electrónico: acortez@colef.mx

<sup>3</sup> Profesor-investigador de El Colegio de la Frontera Norte en Tijuana, B.C.; tel. (664) 631-6300, ext. 3405; Correo electrónico: vsanchez@colef.mx

tura pendiente para la mayor parte de la humanidad. En ese sentido, las fronteras se han vuelto espacios críticos de la relación que mantienen los países y las comunidades, arribando a situaciones en las que el potencial de conflicto se puede agudizar, pero donde también pueden surgir opciones para la cooperación en torno al mejor aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos.

Al respecto, los elementos más sobresalientes o visibles de la presión sobre el agua y los puntos de desacuerdo entre partes parecen estar motivados, tanto por el crecimiento de la población, como por las formas en que cada país planifica y administra sus recursos hídricos, sin considerar en mayor grado que se trata de cuencas hídricas compartidas entre dos o más países. Pero al mismo tiempo, en las relaciones entre países mediadas por el agua, siguen vigentes elementos relativos a la idea de dominio y de soberanía que caracterizan la relación del Estado nacional con su territorio y sus recursos, lo cual es contradictorio con los discursos y tendencias de orientación globalizante.

En el caso particular de la frontera México-Estados Unidos, es importante tener presente que los conflictos que la competencia por el recurso genera actualmente y los que pueda generar en el futuro inmediato tienen implicaciones en las relaciones bilaterales con impactos negativos a nivel regional y local, a partir de la demanda creciente motivada a su vez por la acelerada dinámica poblacional y el desarrollo de actividades económicas promovidas por los dos países en la frontera común (Castro et al., 2010).

En consecuencia, las iniciativas que buscan el mejor manejo del agua compartida, deben apuntar hacia la búsqueda de acuerdos y construcción de políticas públicas que induzcan la cooperación binacional y donde se involucren de manera efectiva a los diferentes actores y usuarios de la cuenca para el análisis e implementación de soluciones equitativas y sustentables de gestión del agua. Si bien la experiencia de casos funcionales de manejo integral y cooperativo es escasa considerando el sinnúmero de factores políticos, económicos y sociales característicos de los países involucrados, es también evidente el potencial que los beneficios compartidos tienen para atraer a agentes y naciones a trabajar conjuntamente (Elhance, 2000).

Este trabajo está organizado en seis secciones. A este apartado introductorio le sigue una revisión de las principales tendencias internacionales que han marcado la gestión transfronteriza del agua en las últimas décadas, y las propuestas teórico-conceptuales que han surgido para su estudio. A continuación se analizan algunos enfoques teórico-metodológicos cuya aplicación permite hacer aportes al estudio de las condiciones en que se desarrolla la gestión transfronteriza del agua a los niveles subnacionales; estos esquemas son ilustrados a través del caso de la cuenca alta del río San Pedro (CARSP) en los es-

tados de Sonora y Arizona. El trabajo finaliza con un apartado de conclusiones.

## **LA GESTIÓN TRANSFRONTERIZA DEL AGUA EN EL SIGLO 21**

Las dos últimas décadas han testificado cambios en las formas de visualizar y abordar las problemáticas inherentes a los recursos hídricos compartidos transnacionalmente. Entre los factores centrales de esta tendencia se encuentran por un lado los desarrollos que han tenido lugar en los sistemas políticos y económicos internacionales, y sus efectos en las percepciones tradicionales sobre soberanía y cooperación (Elhance, 2000; Blatter e Ingram, 2002). Por otro lado está la importancia que han cobrado los cursos internacionales de agua como los espacios de estudio de las condiciones y problemáticas que inciden en las formas de gestión, y sus implicaciones en términos de la identificación de escenarios de conflicto o cooperación (Giordano et al., 2002; Hafendorn, 2000; Wolf, 1998; Uito y Duda, 2002).

Las tendencias globalizadoras iniciadas en la década de 1980 han tenido variadas manifestaciones en el ámbito de los ríos compartidos y el manejo de sus aguas. En el plano internacional, la globalización de la economía trajo aparejado un proceso de apertura hacia la interacción transnacional y la cooperación, que se reflejó en la búsqueda de acuerdos de cooperación económica a nivel regional, y en el surgimiento de un sinnúmero de organizaciones no gubernamentales de corte internacional (ONGI's), cuyo papel ha sido central en la creación de redes de conocimiento y valores compartidos (Blatter e Ingram, 2002). En los ámbitos nacionales, los cambios globales llevaron a una creciente interdependencia con la economía global, y al cuestionamiento del estado-nación como una unidad crecientemente disfuncional para entenderla y manejarla (Ohmae, 1993). Un resultado de este proceso ha sido el eventual empoderamiento de los niveles subnacionales, y una interconexión más directa entre los niveles locales y globales.

Las dinámicas anteriores han definido un panorama nuevo y considerablemente más complejo para el estudio de la gestión en el caso de recursos hídricos transfronterizos. Por un lado las tendencias globalizadoras han potenciado una mayor participación de actores en los ámbitos subnacionales inmediatos en las cuencas hídricas internacionales, lo que ha obrado en favor del establecimiento de nexos con las contrapartes a esos niveles y fuera de las esferas gubernamentales. Por otro lado se ha ampliado el conocimiento sobre los factores económicos, sociales y políticos que inciden en los escenarios que ocurren actualmente en múltiples cuencas de corrientes internacionales.

Una noción que ha ganado presencia en este contexto es la hidropolítica, que trata del análisis sistemático de la relación entre las naciones que comparten

las cuencas hídricas internacionales, en términos de entender la multiplicidad de factores que obstaculizan y hacen más compleja una gestión en colaboración, y que pueden generar un conflicto, al tiempo de identificar aquellos que permitan avanzar hacia esquemas de cooperación (Elhance, 1997). La hidropolítica parte de la premisa de que el agua es un recurso multifacético: su acceso es fundamental para la vida, la salud y el bienestar, y en diferentes regiones del planeta su uso insostenible está generando situaciones de competencia, lo que agrega al tema una dimensión política<sup>4</sup>. La complejidad que enfrenta en la práctica el concepto, implica un enfoque claramente multidisciplinario, lo que ha llevado a ampliar su cobertura conceptual para incluir un extenso rango de temas relacionados con el medio ambiente, seguridad, sociedad y cultura (Turton, 2002).

Como efecto de los desarrollos conceptuales anteriores, la gestión transfronteriza del agua ha sido objeto de una transformación en sus enfoques y ámbitos de competencia, hacia los niveles locales y sub-nacionales. Hacia principios del presente siglo, 261 ríos eran compartidos entre dos o más países, conteniendo el 60% de la oferta de agua dulce y el 40% de la población mundial (Postel y Wolf, 2001).

La región fronteriza entre México y Estados Unidos es un caso paradigmático en el que confluyen y se relacionan dos sistemas diferentes y asimétricos, lo que se manifiesta en grandes contrastes en el ámbito de la gestión y el manejo de los recursos hídricos. Estas características conllevan aspectos potencialmente detonantes de escenarios de conflicto entre ambos países en torno al uso del agua en sus principales cuencas compartidas. Sin embargo, el mismo desarrollo paralelo que han experimentado algunas regiones así como su propia interacción e interdependencia binacional, permiten visualizar factores que sustenten el desarrollo de iniciativas de colaboración binacional con una visión a largo plazo (Cortez et al., 2005).

## EL ENFOQUE DE SUSTENTABILIDAD Y LA GESTIÓN DEL AGUA

El concepto de desarrollo sustentable tiene una orientación a futuro si se considera que éste busca asegurar que futuras generaciones estén al menos tan bien, en una base de bienestar, como lo están generaciones actuales. En este sentido se trata de un concepto de corte aspiracional. Sin embargo, en términos económicos, esto es materia de equidad intergeneracional y no solo de eficiencia (Turner, 1993). La distribución de derechos y activos a través de las generaciones determina si la asignación eficiente de recursos sostiene el bienestar a través de generaciones humanas (Howarth y Norgaard, 1992). En ello, el argumento ético es que las generaciones futuras tie-

nen derecho a esperar una herencia suficiente para permitirles la capacidad de generar para ellos mismos un nivel de bienestar no menor al que gozan las generaciones presentes. Lo que se requiere entonces es algún tipo de contrato social intergeneracional. Sin embargo, el problema de la sustentabilidad surge al considerar que, a nivel mundial, la base de recursos es limitada y contiene un complejo grupo de ecosistemas interrelacionados que actualmente exhiben signos de fragilidad (Perman et al., 2003).

Turner (1992) profundiza en la conceptualización de *sustentabilidad* y clarifica las diversas perspectivas utilizadas en el debate sobre la noción de desarrollo sustentable y su aplicación práctica. El autor establece que desde la perspectiva *ecocéntrica*, los ecologistas extremos prácticamente rechazan inclusive la utilización sustentable de activos de la naturaleza. Apunta que dicho "grupo" arguye que el medio ambiente no debería ser concebido como una colección de bienes y servicios de uso humano. En el extremo opuesto, la perspectiva *tecnocéntrica* (ampliamente reconocida como economía neo-clásica) arguye que el concepto de sustentabilidad se fundamenta en la alternativa inter-temporal y, como tal, el mantenimiento de un crecimiento económico sustentable en el largo plazo depende de la adecuación del gasto en inversión sobre todo en capital físico y humano.

Turner (1993) delinea una tipología de sustentabilidad en donde enmarca estas dos posiciones polarizadas e incluye otras posturas intermedias entre puntos extremos (ver cuadro 1). Al extremo ecocéntrico lo denomina "sustentabilidad muy fuerte" (VSS por sus siglas en inglés) y al extremo tecnocéntrico lo cataloga como "sustentabilidad muy débil" (VWS). Dichas posiciones conllevan no sólo al entendimiento de la noción en sí, sino al establecimiento de una estrategia concreta de desarrollo sustentable, misma que necesariamente comprende múltiples e interrelacionadas metas, a saber: socio/culturales, económicas, políticas, ambientales y morales. Esto permite derivar en el entendimiento del enfoque de sustentabilidad, que al relacionarlo al uso de recursos hídricos compartidos aquí analizados, coadyuva al desarrollo e implementación de instrumentos de política local y binacional para el manejo de cuencas transfronterizas.

Swyngedouw et al. (2002) al abundar sobre la articulación del concepto de sustentabilidad y la innovación de políticas públicas en el sector agua a través del Marco Directivo del Agua de la Unión Europea (WFD por sus siglas en inglés), mencionan que los cambios derivados de dicho marco en términos de reorganización de sistemas, estructuras y prácticas de regulación; instituciones técnicas; y la participación de ciudadanos, han inducido la reorganización de los modos de gobernar a la vez que han promovido transitar de un concepto de "gobierno" a "gobernan-

<sup>4</sup> La cantidad y complejidad de elementos que intervienen en el uso y manejo compartido de los recursos hídricos en una cuenca transfronteriza, define un marco de hidropolítica único para la misma (Elhance, 2000).

Cuadro 1. Enfoque de sustentabilidad. Teoría y práctica.

Categorías de enfoque de sustentabilidad	Estrategias de manejo	Instrumentos de política
Sustentabilidad muy débil (VWS)	<u>Enfoque convencional de beneficio-costo:</u> Criterio de Pareto, Sustitución infinita.	Eliminación de subsidios, imposición de derechos de propiedad.
Sustentabilidad débil (WS)	<u>Enfoque modificado de beneficio-costo:</u> Compensación, enfoque de sistemas, enfoque 'débil' de estándares mínimos de seguridad	Impuestos por contaminación de cuerpos de agua, permisos, rangos de uso.
Sustentabilidad fuerte (SS)	<u>Enfoque de estándares fijos:</u> principio precautorio, valor primario y secundario de capital natural, regla de capital natural constante enfoque 'fuerte' de estándares mínimos de seguridad	Áreas protegidas, vedas y restricción de uso.
Sustentabilidad muy fuerte (VSS)	<u>Abandono de análisis de beneficio-costo:</u> bioética.	Regulación y estándares estrictos.

Fuente: Turner (1993).

za" del agua. Sin embargo, los autores subrayan que estos han traído como consecuencia la creación de nuevas instituciones y empoderado a nuevos actores al tiempo que han desempoderado a otros. El estudio concluye que la nueva dinámica de gobernanza del agua en la Unión Europea sin duda ha dado gran voz y poder a las organizaciones ambientalistas. No obstante, los investigadores advierten que algunos grupos tales como las organizaciones de mujeres, grupos de migrantes, y otros grupos vulnerables, permanecen ausentes de las arenas de gobernanza lo cual se relaciona directamente a los cuestionamientos de la sustentabilidad.

En el mismo tenor, en el contexto de la región de la frontera México-Estados Unidos, existen cuestionamientos sobre la existencia de prácticas o formas de trabajo que apunten hacia un manejo sustentable del agua entre los diferentes grupos involucrados en el manejo del recurso hídrico en ambos lados de la frontera. La complejidad de la gestión y manejo de aguas transfronterizas surge básicamente porque en el pasado cercano no existieron acuerdos de orden binacional que establecieran la posibilidad de desarrollos conjuntos o binacionales por los países implicados, y aunque paulatinamente se lograron acuerdos importantes como el Tratado Internacional de Aguas de 1944 para la distribución, asignación y utilización por parte de los usuarios (Bustamante, 1999), estos marcos institucionales no alcanzaron a visualizar e integrar la dinámica económica y crecimiento poblacional regional que se observan hoy en día -y que se espera sean mayores que en el resto del país (Herrera, 2008).

El tema de la gestión y manejo eficiente de aguas transfronterizas no ha sido un reto fácil de enfrentar. Biswas (2008) menciona dos razones fundamentales entre las principales dificultades: a) el aspecto de soberanía nacional y; b) la ausencia de acuerdos binacionales adecuados a las necesidades de desarrollo

cambiantes. En los siguientes apartados se abordan estas complejidades a través de los marcos metodológicos combinados sugeridos para el caso de la cuenca transfronteriza del alto río San Pedro. La idea central es identificar las diferencias y similitudes encontradas en relación al enfoque de sustentabilidad implementado en la práctica, adaptación al contexto particular y las oportunidades de manejo armónico del agua.

En este sentido, Browning-Aiken et al. (2004) sugieren los siguientes pasos a seguir en la implementación de este enfoque de análisis y planificación: a) evaluar el paisaje físico, económico e institucional; b) identificación de aspectos críticos y actores clave; c) valoración de la política pública y las limitantes institucionales; d) desarrollar estrategias para las salidas visualizadas; y e) monitorear y evaluar los procesos evolutivos.

Con la idea de poder identificar el enfoque de sustentabilidad imperante en la cuenca, se ha adaptado el marco teórico-metodológico y conceptual de sustentabilidad planteado por Turner (1993). Dicho enfoque puede ser utilizado para ofrecer respuestas fundamentadas teóricamente sobre la perspectiva de sustentabilidad implementada en la cuenca alta del río San Pedro. Adicionalmente, facilita el entendimiento de aspectos que limitan o en su caso favorecen la gestión de recursos naturales, específicamente de recursos hídricos compartidos y altamente competidos por ambos países y sus diversos sectores (Cortez, 2010).

#### **MANEJO ADAPTATIVO: UNA GUÍA HACIA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS.**

El marco conceptual y metodológico de *manejo adaptativo de recursos* se refiere a un proceso dentro de la actividad colectiva en el que grupos enfocados

a la planeación y manejo de recursos implementan mecanismos iterativos para evaluar y diagnosticar los resultados de monitoreo, para el diseño de políticas públicas, y para promover las relaciones entre usuarios de recursos a efecto de adaptar estrategias para obtener resultados óptimos. El concepto incluye un proceso experimental, dinámico y evolutivo donde las necesidades cambiantes se adaptan a las condiciones actuales y futuras del medio (Holling, 1978; Lee, 1993; Gunderson et al., 1995).

Heathcote (1998) menciona que, consistente con la idea del consenso comunitario y de los procesos de manejo, una característica clave del manejo adaptativo de recursos es el uso de una serie de talleres o seminarios estructurados a efecto de recolectar información necesaria para el desarrollo y alimentación de un modelo de simulación computarizado sobre el sistema natural y social de la cuenca con la idea de evaluar estrategias alternativas de manejo. La autora profundiza diciendo que participantes con un amplio rango de intereses asiste a los talleres, incluyendo aquellos involucrados en desarrollo de política pública, manejo del agua y aspectos técnicos así como gente interesada del público en general.

El manejo adaptativo ofrece grandes ventajas cuando los hacedores de política enfrentan el reto de la incertidumbre, como es la regla en las decisiones de manejo a nivel de ecosistema o a nivel de cuenca. Por otra parte, las desventajas asociadas con este enfoque incluyen los altos costos de corto plazo debido a la obtención de información (Dzurik, 2003). El autor añade que el manejo adaptativo es: 1) ecosistémico en lugar jurisdiccional; 2) enfoca el manejo sobre las poblaciones o ecosistemas en lugar de sobre individuos, organismos o proyectos y; 3) opera en una escala de tiempo consistente con sistemas naturales en lugar de ciclos de negocio o términos políticos o ciclos de presupuesto.

El enfoque de manejo adaptativo de recursos es útil en el manejo de cuencas hídricas transfronterizas, donde es imprescindible asegurar la distribución del agua disponible entre los diferentes usuarios, y donde se dan condiciones de presión continua sobre el recurso como efecto de un contexto dinámico y complejo que puede ser producto entre otros factores del historial mismo de utilización de los recursos de la cuenca y las características biofísicas y socioeconómicas del entorno. En la práctica estas condiciones pueden implicar la utilización de indicadores para monitorear el proceso y medir los impactos del mismo (Sullivan, 2010).

El uso del enfoque de manejo adaptativo de recursos en cuencas hídricas transfronterizas puede constar de las varias fases o etapas iterativas que se anotan a continuación sin que necesariamente haya una regla de llevarlas a cabo todas o iniciar en alguna de ellas con orden numérico específico, sino de acuerdo a las condiciones existentes y el contexto hídrico pre-valeciente (Walters, 1986; Bormann et al., 1999).

- a) Identificación del problema. Esta fase fundamental permite determinar cualitativa y cuantitativamente los recursos hídricos en la cuenca. En un contexto transfronterizo, el grado de interlocución entre actores de diferentes países, sectores productivos y usos exige un grado mayor de esfuerzo y voluntad institucional, social y de aportación de recursos de todo tipo a efecto de alcanzar un consenso para la priorización de problemas que generalmente surgen en un país y tienen repercusiones en el otro. En este sentido, para el caso de la cuenca bajo análisis existe un avance significativo toda vez que se han planteado y regionalizado tanto los problemas como los impactos.
- b) La lluvia de ideas, como un proceso metodológico colaborativo, resulta útil al captar la diversidad de enfoques y visiones, preocupaciones y recursos disponibles lo cual facilita el establecimiento de prioridades a nivel de cuenca.
- c) Modelo. La modelación es clave, sobre todo cuando se construye de manera coordinada, y la premisa central del mismo es la de buscar desarrollar las capacidades predictivas acerca de actuales y futuros impactos negativos de las actividades dentro de la cuenca. Básicamente se construyen y analizan modelos hidrológicos para evaluar fuentes puntuales y, sobre todo, no puntuales de contaminación así como otras características del flujo superficial y sus conexiones con el flujo subterráneo. Para ello se requiere de una amplia base de datos y sistemas de información geográfica. Esta función es normalmente desarrollada por las instancias de manejo del agua e institutos de investigación en la región.
- d) Hipótesis. El establecimiento consensuado de supuestos *a priori* acerca de los problemas y acciones potenciales para resolverlos, es básico para el proceso experimental que el manejo adaptativo requiere. Estas hipótesis tienen que plantearse de manera independiente en términos técnicos, científicos y de participación e involucramiento público.
- e) Plan. El diseño de un plan de manejo debe atender de manera precisa los problemas identificados y los mecanismos para reducirlos, controlarlos o eliminarlos. Como tal debe incluir objetivos específicos claros y diferenciados por áreas de interés y priorizadas de acuerdo a la meta general de mejorar las condiciones ambientales, hidrológicas y socio-económicas de la cuenca.
- f) Experimentos. A efecto de reducir los impactos negativos sobre el uso de los recursos hídricos en la cuenca, referidos estos principalmente a la contaminación puntual y difusa de cuerpos de agua y la sobreexplotación, deben seguirse los controles basados en el plan que consideren la implementación de mejores prácticas de manejo (BMPs, por sus siglas en inglés) ya sea estructurales o vegetativas, éstas últimas enfocadas a

evitar la deforestación o eliminación de la capa de vegetación protectora de suelos, y con ello combatir por ejemplo, la erosión y contaminación de cuerpos de agua, o para inducir zonas de recarga; desarrollar un marco para programas de educación; y evaluación o modificación de reglamentos de áreas de protección.

- g) Monitoreo. La verificación física de los parámetros establecidos en el plan es una tarea permanente. Esto debe incluir la observación en algunos sitios específicos (a nivel de subcuenca, es decir, a nivel de área de influencia de cauces o afluentes menores) para determinar de mejor manera los impactos esperados del uso y manejo del agua en la cuenca. Los sitios pueden ser zonas críticas como áreas urbanas, zona de efluentes industriales, o áreas agrícolas con uso intensivo de agua y agroquímicos. Esta labor la puede realizar un consultor independiente o a través de la participación pública de los ciudadanos, esta última, característica fundamental del manejo adaptativo.
- h) Evaluación. Esta puede basarse en el uso de diversos instrumentos y herramientas de estudio tales como entrevistas semi-estructuradas, encuestas socio-económicas y de participación pública y muestreos físicos y químicos de suelos, agua y vegetación. La idea que subyace en esto es la de combinar todas las fuentes de información derivadas para contrastar con los parámetros preestablecidos en el plan de manejo adaptativo.

- i) Cambio de comportamiento social y/o institucional. El componente educacional o de aprendizaje para la planeación y manejo adaptativo de recursos es central en el logro de las metas. En esta fase se establecen las necesidades de cambio o se mantienen los esquemas exitosos lo cual determina la priorización de aspectos presupuestales a nivel de cuenca y sub-cuenca.

### UN CASO DE ANÁLISIS: LA CUENCA ALTA DEL RÍO SAN PEDRO

La cuenca alta del río San Pedro (CARSP) comprende un área de drenaje estrecha ubicada 300 kilómetros al norte de la fuente del río, la ciudad de Cananea en el estado de Sonora. El curso del río San Pedro sigue una dirección sur-norte desde su origen hasta la porción sureste del estado de Arizona donde se une con el río Gila en Winkelman, Arizona, afluente este último del río Colorado (Figura 1). Esta área se caracteriza por la predominancia de ecosistemas desérticos, biológicamente entre los más diversos del planeta, pero debido a su elevación sobre el nivel del mar las condiciones de temperatura no son tan extremas como las de sus alrededores (Arias, 2000).

La cuenca que hasta hace muy poco tiempo se asentaba casi enteramente en un área rural, actualmente experimenta el fenómeno de dispersión urbana básicamente en el área que conforman la ciudad de Sierra Vista, la más poblada en el condado de Cochise, Arizona, y algunas localidades de su entorno<sup>5</sup>. A

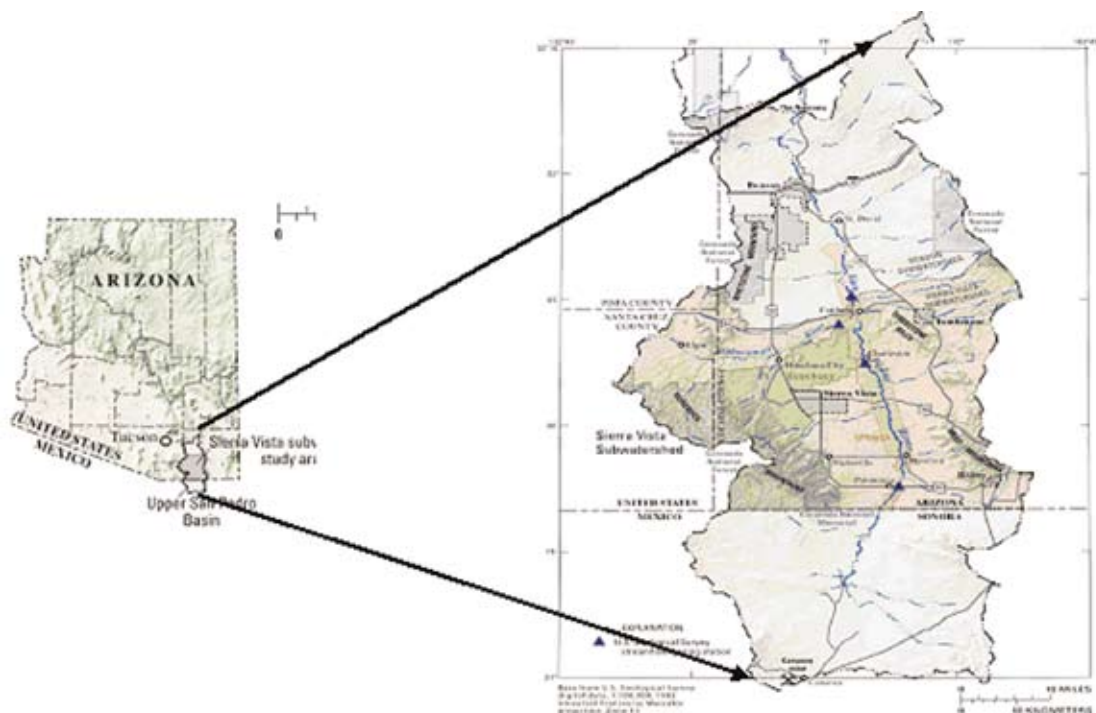


Figura 1. Localización de la cuenca alta del río San Pedro

<sup>5</sup> El Departamento de Comercio de Arizona (DEC por sus siglas en inglés) define una población de 75000 habitantes en 2008 para el área comprendida por Sierra Vista, Huachuca City, Tombstone, Whetstone y áreas no incorporadas del condado. La proyección para el año 2028 de la ciudad de Sierra Vista solamente, es de 100000 habitantes. En la contraparte sonorense, la ciudad de Cananea es el centro urbano de importancia con 31067 habitantes en 2005, equivalentes a 96.6% de la población municipal ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)).

causa de las presiones del crecimiento urbano, el río ha llamado la atención de actores binacionales por las controversias sociales e institucionales que ahí surgen y que han tenido repercusión en el manejo del agua en esta cuenca transfronteriza (Varady et al., 2000).

Arias (2000) ofrece una descripción de los problemas centrales en torno al manejo del recurso hídrico en la CARSP. Este autor encuentra que existe una amenaza de deterioro de los flujos superficiales al tiempo que en la porción estadounidense ha sido protegida para conservar zonas ribereñas del río. Además, muestra que mientras que los flujos en el río fluctúan de manera natural de acuerdo a variaciones climáticas entre estaciones y años, la causa principal de preocupación es el consumo humano de aguas subterráneas en el siguiente orden: para agricultura, urbano-municipal, industrial y doméstico los cuales, han abatido el nivel freático y con ello deteriorado el flujo base en la corriente superficial (Varady et al., 2000).

Arias (2000) indica que para el caso de la hidrología superficial la cuenca alta se dividió en la sub-cuenca Sierra Vista y la sub-cuenca Benson. En esta cuenca existen tres estaciones de aforo y es solo en una de ellas, Charleston, donde el flujo es perenne. En lo que a aguas subterráneas se refiere, existen dos fuentes principales, el acuífero regional y el acuífero de la zona plana de inundación y ambos están interconectados aunque el segundo por su mayor flujo y transmisividad hidráulica se utiliza para irrigación en ambos lados de la frontera.

El marco analítico planteado en secciones anteriores permite identificar que el contexto se ve alterado por la existencia de divergencias en la visión e interpretación que los actores y usuarios en ambos lados de la frontera tienen respecto al aspecto central, los derechos de agua. Estos derechos han sido históricamente dominados por grupos indígenas nativos de la zona, particularmente en la porción estadounidense de la CARSP. Otro factor adicional es el rápido incremento poblacional que ha tenido el área urbana de Sierra Vista en el condado de Cochise, lo que ha exacerbado los ánimos de las tribus en cuya área de influencia se generan el 40 por ciento de los empleos, provocando a la vez el surgimiento de voces ambientalistas que argumentan que dicho crecimiento está agotando aceleradamente el acuífero regional. Es decir, existe un choque entre enfoques y grupos desarrollistas (tecnocéntricos) y de anti-crecimiento (ecocéntricos) lo cual se manifiesta claramente cuando los primeros aluden a la amenaza sobre sus derechos de agua y desarrollo en el

marco de zonas de protección propuestas (Varady et al., 2000).

El punto crítico de este debate está en que la restauración del flujo superficial, afectado por la sobreexplotación del acuífero, es complejo porque implica el traslape de enfoques intermedios de sustentabilidad fuerte (SS) y débil (WS) para la porción norteamericana de la cuenca. Esta aseveración se fundamenta al observar la tendencia de grupos conservacionistas por discutir y defender derechos de propiedad que eviten impactos antropogénicos, así como la necesidad e insistencia de sectores productivos que también demandan derechos de propiedad, aunque estos últimos con la finalidad de promover el desarrollo económico en la región.

En lo que respecta a la porción mexicana de la CARSP, el aspecto de restauración del flujo es similarmente complicado, pero las fuerzas en juego son diferentes (Varady et al., 2000). Los derechos de propiedad no son análogos en ambos lados de la frontera, y por otra parte existen mínimos si no es que nulos esfuerzos y movilizaciones ambientalistas. Lo que predomina con gran fuerza son los intereses industriales con la operación de la hoy deteriorada operación minera de cobre de Cananea, comunidades de ejidatarios y una diversidad de autoridades de diferentes órdenes que argumentan tener preponderancia en derechos de propiedad para el manejo del río con fines productivistas y de desarrollo económico<sup>6</sup>. A esto hay que agregar la problemática urbana de los servicios de agua que afecta a la ciudad de Cananea por efecto de la ineficiencia con que estos son operados por parte del gobierno de Sonora<sup>7</sup>. Lo anterior denota la presencia predominante de un enfoque de sustentabilidad muy débil (VWS).

### **Participación de actores locales y oportunidades de cooperación binacional**

La complejidad y diversidad de visiones para enfrentar los conflictos en la CARSP ha requerido del desarrollo de análisis con enfoques multidisciplinares a efectos de promover la necesaria colaboración binacional en el manejo del agua en la CARSP. Browning-Aiken et al. (2004) explican que en dicha cuenca existe una gran necesidad de participación por parte de científicos sociales y naturales, de instancias académicas y gubernamentales así como de organizaciones no gubernamentales de tal manera que se puedan alcanzar compromisos a nivel local y binacional que favorezcan un desarrollo sustentable. Para lograr este objetivo central, dichos autores sugieren la colaboración para el manejo binacional del agua basada en conceptos de manejo adaptativo.

<sup>6</sup> El Registro Público de Derechos de Agua de CONAGUA reportaba en 2005 la concesión de 49 pozos de agua a la compañía minera de Cananea, con autorización para extraer 14,1 Mm<sup>3</sup> anuales de agua para uso industrial. De estos, 46 aportan 7,1 Mm<sup>3</sup> del agua del acuífero del Río San Pedro. El total de extracciones de la minera representa poco más de 96% de total de agua subterránea concesionada para el área de Cananea (Pineda et al., 2008).

<sup>7</sup> Dentro de las problemáticas que afectan el servicio sobresalen el bajo tratamiento de aguas residuales, y de cobertura, así como la ineficiencia con que opera la red misma. (Pineda et al., 2008)

Es posible afirmar que en la práctica existen las condiciones y procesos en marcha a cada lado de la frontera para satisfacer los enfoques citados. En este sentido, es importante mencionar por un lado que México y Estados Unidos cuentan con una larga historia de conflictos en torno al agua de las cuencas compartidas, pero igualmente de cooperación a nivel regional y local para encontrar soluciones a problemas relacionados con esa conflictividad. Más allá del Tratado de Aguas de 1944, han surgido estructuras institucionales y administrativas que han integrado en sus normas y práctica los insumos de organizaciones y actores locales. Ejemplos de esta tendencia lo dan el acuerdo de la Paz; los programas Frontera XXI (Brown et al., 2003) y Frontera 2012<sup>8</sup> que surgieron del mismo -a través del Grupo de Trabajo Regional Arizona-Sonora- y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF/BECC) y el Banco Norteamericano de Desarrollo (BANDAN/NA-DBAK), que forman parte del entramado institucional indicativo de los esfuerzos de los dos países para alcanzar acuerdos y sustentar la cooperación en torno al agua y el medio ambiente regional en que se encuentra el recurso. Como un efecto de esta inercia, tanto la academia como actores gubernamentales se han sumado al trabajo de generación de información e investigación de las problemáticas de la cuenca.

Por otro lado hay que señalar que la cuenca alta del río San Pedro tiene la ventaja de haber estado en los objetivos de investigación por muchos años de parte de la comunidad académica de Arizona y de Sonora. En la misma dirección, las comunidades a ambos lados de la frontera se han venido integrando y movilizándose formal e informalmente para compartir información y emprender acciones conjuntas orientadas a llamar la atención de sus respectivos gobiernos, si bien con resultados distintos en términos del éxito alcanzado en este sentido (Varady y Browning-Aiken, 2002). La experiencia en la parte de la cuenca perteneciente a Arizona, por ejemplo, permite pensar en la viabilidad de una transición hacia estados de sustentabilidad intermedios pero con objetivos claros de preservación del recurso (ej.: SS y WS) en el mediano plazo, dada la presencia no sólo de organizaciones ambientalistas, sino de la acción gubernamental a diferentes niveles, manifiesta en declaratorias de protección de vida silvestre en diferentes localizaciones<sup>9</sup>.

En el caso de la contraparte mexicana todo parece apuntar hacia la necesidad de un mayor compromi-

so de parte de las instituciones locales (organismos operadores e instituciones estatales del agua), para resolver problemas de calidad de las aguas residuales que requieren de la inversión en infraestructura para tener un mejor tratamiento e igualmente de una mejora en la red municipal de drenaje sanitario, aunque también hace falta el compromiso de agentes económicos (la minera y la industria maquiladora por ejemplo) que operan en la región con gran impacto en la calidad del agua de la cuenca.<sup>10</sup> Un foro importante para la canalización de estos esfuerzos debe ser sin duda el Consejo de Cuenca del Alto Noroeste, dependiente de la gerencia administrativa del Noroeste de CONAGUA, y el que cuenta con una Comisión de Cuenca del Río San Pedro. Este trabajo, se debe puntualizar, no garantiza al menos en el corto plazo el cambio ideal del enfoque de sustentabilidad muy débil (VWS) identificado en la porción mexicana de la cuenca a uno de sustentabilidad débil o sustentabilidad fuerte (WS o SS), en tanto que los marcos normativos existentes para la gestión binacional y local del agua no se adapten a las necesidades actuales de la región<sup>11</sup>. Igualmente es notoria la ausencia de grupos y redes sociales activas que incidan con mayor fuerza en la generación de una perspectiva orientada hacia un esquema de manejo sustentable del agua.

En buena medida se trata de un cambio en los estilos de gestión, en donde el manejo del agua se convierte en la gestión de la cuenca, incluyendo a los distintos actores e intereses que allí gravitan. Se trata de una cuestión compleja, sobre todo en condiciones de una cultura de gestión poco permeable a la participación efectiva de la comunidad y con un marcado acento centralista y burocrático, pero parece ser la mejor opción hacia la conciliación de intereses que haga posible un manejo orientado a la sustentabilidad del recurso (Mendoza et al., 2004).

## CONCLUSIONES

En este trabajo hemos examinado las características físicas, institucionales y de manejo del agua de la cuenca transfronteriza del alto río San Pedro, con el objeto de identificar el enfoque de sustentabilidad predominante en la misma. La aplicación del marco teórico-conceptual de *sustentabilidad* de Turner (1993) y su aplicación práctica a través del *manejo adaptativo de recursos*, permite establecer en qué medida las políticas imperantes así como las estra-

<sup>8</sup> [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<sup>9</sup> En este sentido Verduzco (2001) identifica al menos ocho organizaciones no gubernamentales con una clara agenda ambiental binacional en la frontera entre Sonora y Arizona, entre las que se encuentran Enlace Ecológico, A.C. y el Border Ecology Project, que han desarrollado trabajo conjunto sobre integración de proyectos ambientales en la región.

<sup>10</sup> Por ejemplo la industria minera de Cananea es una de las que vierten mayor cantidad de contaminantes a la cuenca y obligadamente debiera ser presionada para que cumpla con las normas ambientales y sanitarias establecidas.

<sup>11</sup> Los marcos programáticos de CONAGUA han establecido diferentes normatividades para la preservación de las fuentes superficiales y subterráneas en la región, entre las que están el establecimiento de volúmenes determinados por sector usuario, controles en las descargas y aplicación de sanciones a los infractores. (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2002).



tegiás de los grupos usuarios de los recursos hídricos en dicha cuenca aseguran la sustentabilidad de los mismos.

Atendiendo a los parámetros de los marcos teóricos introducidos para este análisis, se observa que en el caso de la CARSP, es posible distinguir que los enfoques de gestión del agua y su orientación a la sustentabilidad difieren a uno y otro lado de la frontera. Mientras al norte de la línea fronteriza existe una predominancia de sustentabilidad intermedia que oscila entre fuerte (SS) y débil (WS), en la porción mexicana la situación se caracteriza por mostrar matices de sustentabilidad muy débil (VWS).

A partir de lo anterior, se establece que los conflictos, aunque críticos y diversos, pueden ser abordados y en su caso resueltos mediante la aplicación y convergencia de diversos enfoques que promueven la sustentabilidad, la equidad social y el desarrollo institucional tales como la acción colectiva de actores binacionales, el manejo adaptativo de recursos naturales y, consecuentemente, el manejo integrado de recursos hídricos. En todos ellos, la participación pública y la acción de actores locales es fundamental en el planteamiento de cambios institucionales que reconozcan la cada vez más notoria interdependencia compleja entre ambos países (Chávez, 2005).

La interdependencia compleja que se observa en el caso de la cuenca transfronteriza del Río San Pedro en su curso alto, necesariamente requiere introducir el concepto de manejo integrado de cuencas con objeto de incrementar las posibilidades de un manejo adecuado y adaptativo del agua. Este concepto a la vez se deriva de otro más amplio denominado manejo integrado de recursos hídricos. Normativamente, este concepto es útil, aunque en la práctica de su implementación surgen los problemas ya que incluye actividades de planificación y manejo entre una diversidad de actores sociales, organizaciones y regiones que, como en el caso que aquí se analiza, trascienden las fronteras estatales y nacionales

Finalmente, se establece aquí que entre las tareas pendientes e impostergables para lograr una acción colectiva eficaz es estrictamente necesaria la identificación y posterior apertura a la participación activa de actores sociales diversos. En ello, el rol de la comunidad científica resulta fundamental como catalizador, mediador y proveedor de información técnica, socioeconómica y política necesaria para la planificación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, H. 2000, Physical and Hydrological characteristics of the San Pedro River Basin. *Natural Resources Journal*, Vol. 40 (spring): pp. 200-221.

Blatter, J., H. Ingram y P. M. Doughman. 2002. Emerging Approaches to Comprehend Changing Global Contexts, p. 3-29. En, J. Blatter and H. Ingram (eds.).

Reflections on Water. New Approaches to Transboundary Conflicts and Cooperation.

Biswas, A. K. 2008, Management of Transboundary Waters: An Overview, p. 1-20. In O. Varis, C. Tortajada y A.K. Biswas (eds.). Management of Transboundary Rivers and Lakes. Berlin: Springer.

Bormann, B. T. et al. 1999. Adaptive management, p. 515-535. In N. C. Johnson *et al.* (editors), Ecological Stewardship: A common reference for ecosystem management. Amsterdam: Elsevier.

Brown, C., J. L. Castro, N. Lowery y R. Wright. 2003. Comparative Analysis of Transborder Water Management Strategies: Case Studies on the U.S.-Mexican Border. En The U.S.-Mexican border environment: Binational Water Management Planning. SCERP Monograph Series, no. 8. San Diego, Ca.: San Diego State University Press, pp. 279-362.

Browning-Aiken, A., H. Richter, D. Goodrich, B. Strain, and R. Varady. 2004. Upper San Pedro Basin: Fostering Collaborative Binational Watershed Management." *Water Resources Development*, Vol. 20, No. 3, pp. 353-367.

Bustamante R. J. 1999. El tratado de distribución de las aguas internacionales. En La Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. Cd. Juárez, Chih., México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, capítulo 18.

Comisión Nacional del Agua. 2002. Programa Hidráulico Regional 2002-2006, Región II Noroeste.

Castro, J.L., A. A. Cortez y V. Sánchez. 2010. "La frontera México-Estados Unidos: Conflictos, retos y oportunidades para el manejo local y binacional del agua". En Oswald, U. (ed.). Retos de la investigación del agua en México. México, D.F.: CRIM-Universidad Nacional Autónoma de México-CONACYT. (en prensa).

Chávez, M. 2005. Dinámicas de interdependencia y seguridad: población, desarrollo y agua en la política pública de la frontera Estados Unidos-México, p.63-98. En Cortez L.A.A., Whiteford S. y I Chávez M. (eds.). Seguridad, agua y desarrollo: el futuro de la frontera México-Estados Unidos. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C. México.

Cortez L.A.A., S. Whiteford y M. Chávez M. 2005. Seguridad, agua y desarrollo. El futuro de la frontera México-Estados Unidos. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B. C. México.

Cortez L.A.A. 2010. Reflexiones teórico-metodológicas sobre la cultura de sustentabilidad en el manejo de aguas transfronterizas del bajo río Colorado. *Estudios Culturales* 11 (VI): 25-55. CIC-Museo UABC, Mexicali, B. C. México.

Dzurik, A. A. 2003. Water Resources Planning. 3<sup>rd</sup>. Edition. Rowman & Littlefield Publishers, Inc. Lanham, MA.

- Elhance, A. P. 1997. Conflict and co-operation over water in the Aral Sea basin. *Studies in Conflict and Terrorism*. Volume 20, Issue 2: 207 – 218.
- Elhance, A. P. 2000. Hydropolitics: Grounds for Despair, Reasons for Hope". *International Negotiation*, 5: 201-222.
- Giordano, M., Giordano, M. and A. Wolf. 2002. The geography of water conflict and cooperation: internal pressures and international manifestations. *The Geographical Journal*, Vol. 168, No. 4: 293-312.
- Gunderson, L.H., C.S. Holling y S.S. Light (eds.). 1995. Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions. New York: Columbia University Press.
- Haftendorn, H. 2000. Water and international conflict. *Third World Quarterly*, Vol. 21, No. 1: 51-68.
- Heathcote, I.W. 1998. Integrated Watershed Management. Principles and Practice. New York: John Wiley & Sons.
- Herrera T., C. 2008. Water of the Americas. Report of the North American Sub-region. Mimeo. Interamerican Development Bank (Noviembre), Washington, D.C.
- Holling, C. S. (editor). 1978. Adaptive environmental assessment and management. New York: John Wiley and Sons.
- Howarth, R.B. y R.B. Norgaard. 1992. Economics of sustainability or sustainability of economics: Different paradigms. *Ecological Economics* 4: 93-116.
- Lee, K. N. 1993., *Compass and gyroscope: integrating science and politics for the environment*. Washington: Island Press.
- Mendoza, V. M., Villanueva E. E. y Maderey L. E. 2004. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el Cambio Climático Global, p.215-226. En Martínez, J. y A.Fernández B. (eds.). Cambio Climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Ohmae, K. 1993. The Rise of the Region State. *Foreign Affairs*, Vol. 72:78-87.
- Perman, R., Ma Y., J.McGilvray, and M.Common. 2003. Natural Resources and Environmental Economics. Essex: Pearson Addison Wesley. 249-51.
- Pineda, N., A.Browning-Aiken y M. Wilder. 2008. Equilibrio de bajo nivel y manejo urbano del agua en Cananea, Sonora. *Frontera Norte*, Enero-Junio, Vol. 19, No. 37: 143-172. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B.C., México.
- Postel, S.L., and A.T.Wolf. 2001. "Dehydrating Conflict". *Foreign Affairs*, 2, Septiembre/octubre, pp. 60-67.
- Sullivan, C. A. 2010. Challenges of river basin management, p. 3-4. In J.Misyak, H. J. Henrikson, C.Sullivan, J. Bromley and C.Pahl-Wostl (eds). The Adaptive Water Resource Management handbook. Heartscan. Londres:.
- Swyngedouw, E., B. Page, and M. Kaïka. 2002. Sustainability and Policy Innovation in a Multi-Level Context: Crosscutting Issues in the Water Sector. P. 3-29. In P. Getimis, Heinelt H., G. Kafkalas, R. Smith, E. Swyngedouw (Eds.). Participatory Governance in Multi-Level Context: Concepts and Experience. Leske & Budrich: Opladen.
- Turner, R. K. 1992. Expectations on weak and strong sustainability. CSERFE Working Paper, GEC: 92-26. University of East Anglia, Norwich and University College, London.
- Turner, R. K. 1993. Sustainability principles and practice, p. 3-36. In Turner R.K. (ed.).
- Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice, Belhaven Press, London.
- Turton, A. 2002. Hydropolitics: The concept and its limitations, p. 13-19. In Turton, A. and R. Henwood (eds.). Hydropolitics in the Developing World. A Southern African Perspective, African Water Issues Research Unit (AWIRU). Pretoria, Southernafrica.
- Uitto, J.I. and A.M. Duda. 2002. Management of Transboundary Water Resources: Lessons from International Cooperation for Conflict Prevention. *The Geographical Journal*, Vol. 168, Issue 4: 365-378.
- Varady, R., J. Moote, and R. Merideth. 2000. Sociopolitical and Institutional challenges of the Upper San Pedro River. *Natural Resources Journal* vol. 40, Núm. 2: 223-235.
- Verduzco Ch. B. 2001. Ambientalismo y sociedad civil en la frontera México-Estados Unidos. *Región y Sociedad*, Vol. 13, No. 22:3-48. El Colegio de Sonora. Hermosillo, Son. México.
- Walters, C. J. 1986. Adaptive management of renewable resources. McGraw Hill. New York.
- Wolf, A.T. 1998. Conflict and cooperation along international waterways. *Water Policy*, Vol. 1, No. 2: 251-265.