



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS INTERNACIONALES
PARA LA GESTIÓN DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS
TRANSFRONTERIZOS, DOS CASOS DE ESTUDIO EN LA
REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES**

P R E S E N T A

MARÍA DEL PILAR GUZMÁN CASTILLO

DIRECTORA

PROFA. GABRIELA ÁNGELES SERRANO



MÉXICO

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.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	
1.1 Condición global del agua:	
Importancia y disponibilidad natural.....	5
1.2 Distribución desigual del agua y sus desafíos actuales.....	9
1.3 La gobernanza mundial del agua.....	14
1.4 Consideraciones finales al Capítulo I.....	17
2. ESTADO DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN EL MUNDO	
2.1. Definición e importancia de los acuíferos transfronterizos.....	19
2.2. Geografía de los acuíferos transfronterizos.....	22
2.3. Situación, problemática y retos para la gestión de los acuíferos transfronterizos.....	25
2.4. Evolución del Derecho Internacional relacionado con la gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos.....	32
2.5. Consideraciones finales al Capítulo II.....	46
3. ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN LA REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE	
3.1 Geografía y características significativas de los acuíferos transfronterizos en América del Norte.....	50
3.2 Instituciones y acuerdos para el manejo de los acuíferos transfronterizos entre México- EU y Canadá- EU.....	61
3.3 Estudio de caso 1: La gestión compartida del sistema acuífero transfronterizo Bolsón del Hueco- Valle de Juárez (México/ Estados Unidos).....	78

3.4 Estudio de caso 2: La gestión compartida del sistema acuífero transfronterizo Abbotsford-Sumas (Canadá/ Estados Unidos).....	85
3.5 Consideraciones finales al Capítulo III.....	92

CONCLUSIONES.....	96
--------------------------	-----------

ANEXO 1 *Sistemas Acuíferos Transfronterizos por continente*

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

Agradecimientos

Estos agradecimientos los dedico principalmente a *mi familia*, les agradezco todo el apoyo que me han brindado día a día a lo largo de mi vida. A mis padres, Pilar y Felipe. A mis hermanas, Paula, Cynthia y Marlene. A mis sobrinos, Jaen, Gabi, Eduardo, Jeshua y Miguelito, a Gabriel y a Juan.

A *mi mamá*, reconozco que tenerte a mi lado ha significado un gran regalo, gracias por tu paciencia, por tus valiosos consejos y por todo el amor que me has dado.

A *mis hermanas*, gracias por escucharme, por aconsejarme y motivarme a seguir adelante y sobre todo gracias por ser mis buenas amigas, especialmente a ti Pau, gracias por impulsarme, por estar siempre conmigo, a mi lado, brindándome incondicionalmente tu apoyo, gracias por tu cariño y comprensión. Este trabajo te lo dedico.

Con todo cariño para *mis sobrinos* a quienes quiero enormemente y de quienes me siento muy orgullosa.

Mi reconocimiento y gratitud a mi estimada Asesora de Tesis, la profesora Gabriela Ángeles Serrano, por la paciencia que mostró a lo largo de todo este trabajo de investigación, gracias por su orientación y compromiso para la concreción de esta tesis.

Agradezco también a la Maestra Patricia Sosa, quien durante mi estancia en el Instituto de Investigaciones Económicas compartió conmigo sus valiosos consejos y conocimientos.

Agradezco de forma especial los valiosos comentarios recibidos por los sinodales durante la revisión de este trabajo, a los profesores: María del Consuelo Dávila Pérez, Pedro Medina Rodríguez, Juan Palma Vargas y Andrés E. Ávila Akerberg, definitivamente contribuyeron al buen término de este trabajo.

Mi enorme agradecimiento a esta gran casa de estudios que es la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales que me dieron la oportunidad de crecer y desarrollarme profesionalmente, gracias a mis profesores, amigos y compañeros que estuvieron conmigo durante esta importante etapa de mi vida.

Gracias a todos por ayudarme a convertir este gran sueño en una maravillosa realidad.

*A mi hermana Paula,
A mis sobrinos, Jaen, Gabi, Lalo, Jeshua y
en especial a Miguelito*

INTRODUCCIÓN

Los suministros de agua dulce en nuestro planeta se encuentran en una situación de agotamiento y degradación progresiva, la cual está función tanto de la escasez física del recurso focalizada en ciertas regiones, como de la calidad y distribución desigual de las fuentes de abastecimiento, así como de la inapropiada gestión que se ha venido haciendo sobre estos recursos.

Esta situación de agotamiento, degradación y distribución desigual resulta evidente cuando se observa la condición de las aguas superficiales, sin embargo no es tan evidente en el caso del agua subterránea, aunque cada vez el estudio de estos recursos ha venido cobrando mayor importancia, dado que dichas fuentes actualmente abastecen una porción importante de las demandas humanas de agua dulce. En comparación con las fuentes superficiales, los acuíferos proporcionan agua generalmente de buena calidad y usualmente requieren de menores inversiones para su aprovechamiento y explotación; además resultan ser suministros de vital importancia en regiones con climas áridos o semiáridos o en temporadas de sequías¹.

El agua subterránea almacenada en los llamados acuíferos supera en volumen a las aguas superficiales², de aquí que poseen un enorme potencial geoestratégico para las naciones en donde están localizados, sin embargo su manejo resulta ser un asunto complejo, en especial cuando se trata de acuíferos compartidos por uno o más Estados o también conocidos como acuíferos transfronterizos, pues para su aprovechamiento óptimo es necesario que los países que los comparten,

¹Bureau de Recherches Géologiques et Minières, (2010), *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers*, p. 15. www.brgm.fr/brgm/Fichiers/guide_aquiferes_transfrontaliers.pdf (10 junio 2011)

² Del total de agua dulce que existe en el planeta, aproximadamente 30.1% corresponde a los suministros de agua subterránea y solo 0.3% corresponde a los cuerpos de agua superficiales. (GreenFacts, 2006:2)

establezcan vías de cooperación y abran procesos de negociación para alcanzar tal fin³.

Dado que no resulta evidente a simple vista el comportamiento del agua subterránea y la importancia de conocer el mismo para administrarlo adecuadamente, es muy necesario su estudio en las Ciencias Sociales y en particular para la disciplina de las Relaciones Internacionales, pues pese a su importancia geoestratégica, estos recursos han recibido poca atención por parte de la Comunidad Internacional, lo que se ve reflejado en el escaso conocimiento que se tiene de éstos y el limitado marco normativo existente para su regulación internacional⁴.

En este sentido, lo que pretende la presente investigación es conocer los avances en el conocimiento de los acuíferos transfronterizos, documentar la gestión que se lleva a cabo actualmente sobre estos recursos, particularmente en la región norte de América y por otro lado identificar algunos de los principales mecanismos de cooperación que existen para su manejo conjunto a partir de los avances que se han tenido en materia de cooperación para la gestión de los mismos.

Así mismo se pretende definir las acciones internacionales que se han desarrollado en América del Norte para prevenir conflictos en materia de agua subterránea compartida, para lo cual se mencionarán los instrumentos de cooperación y acuerdos regionales suscritos por nuestro país con el vecino del norte para hacer un uso sustentable y eficiente de estos recursos y los acuerdos suscritos entre éste y Canadá y a la luz de todos estos datos, identificar lecciones que permitan mejorar la comprensión sobre estos recursos y el manejo que se hace de las aguas subterráneas compartidas.

³ El deber de cooperar deriva de la idea de unicidad del acuífero transfronterizo y de la comunidad de intereses que existe entre los Estados parte y solamente mediante la cooperación de todos los Estados parte del acuífero se puede lograr el desarrollo sustentable de dicho acuífero y mantener su integridad. (Aguilar e Iza, 2009:26)

⁴ OIEA, (2013), *Agua para el Sahel sediento. Boletín 54*, p. 17.
www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-4/54401211619_es.pdf (5 diciembre 2014)

En el primer capítulo se desarrolla de forma general la situación en la que se encuentran hoy día los recursos hídricos del planeta, las presiones a las que están sometidos y las acciones propuestas en el marco de los diversos foros internacionales para afrontar dichas problemáticas. Se aborda además la discusión sobre lo que se ha llamado la “Crisis mundial del agua”; para lo cual se presentan diferentes perspectivas para abordar este tema, es decir desde el punto de vista físico/ geográfico, económico, de servicios o institucional. En la última parte del capítulo se hace un balance sobre los diferentes encuentros internacionales donde la temática de los recursos hídricos haya sido abordada y cuáles han sido sus alcances.

El capítulo II aborda de forma específica lo relativo a los recursos de agua subterránea, sobre todo de aquellos que por su ubicación natural son compartidos por dos o más Estados, es decir son recursos transfronterizos. En la primera sección se hace mención sobre la evidente importancia que poseen estas fuentes de abastecimiento, sin embargo como se verá en el desarrollo del capítulo, pese a su importancia, estos recursos no habían sido objeto de estudios de alcance global hasta hace pocas décadas, en los que diversos organismos internacionales, instituciones y centros de investigación han colaborado al desarrollo de nuevos conocimientos sobre esta materia.

En la sección dos y tres de este mismo capítulo se aborda la geografía de los sistemas acuíferos transfronterizos en el mundo y se mencionan las principales problemáticas que presentan con relación a sus diferentes dinámicas. La última sección aborda el desarrollo institucional y el marco normativo internacional existente a la fecha para el manejo de estos recursos. Como parte del estudio de las cuestiones jurídicas, reglas y normatividad aplicable a los acuíferos transfronterizos se revisaron los documentos, acuerdos e instrumentos legales internacionales relacionados con el reconocimiento y manejo de los sistemas acuíferos transfronterizos.

El capítulo III se ocupa del estudio de la situación particular en la que se encuentran los acuíferos transfronterizos en América del Norte. En la primera

sección se aborda la ubicación y características de estos recursos, en la sección dos se expone el régimen regulatorio existente para su manejo; en esta parte se abordan los acuerdos y el marco institucional con el que se cuenta a la fecha para la gestión de los acuíferos compartidos entre México y los Estados Unidos y entre éste y Canadá.

La última sección del capítulo tiene como objetivo presentar dos casos de estudio, para lo cual se escogió al sistema acuífero Bolsón del Hueco- Valle de Juárez compartido entre México y los Estados Unidos y el sistema acuífero Abbotsford Sumas, compartido entre Canadá y los Estados Unidos. Ambos casos representan ejemplos de acuíferos definidos como prioritarios en la región, debido a la alta demanda que presentan, lo que los hace estar sometidos a grandes presiones. Para el desarrollo de este apartado se llevó a cabo una revisión de diferentes documentos para establecer las características físicas e hidrogeológicas de los acuíferos, su delimitación geográfica, las presiones y problemáticas que padecen. En esta revisión también se contempla la consideración del nivel de cooperación binacional que existe actualmente para el manejo de estos acuíferos y los compromisos asumidos por los países que los comparten para su efectiva gestión.

Al final y como resultado de la revisión documental realizada para el desarrollo de la presente investigación se integran una serie de reflexiones y conclusiones respecto a los factores que inciden en la cooperación para el manejo de acuíferos fronterizos y los desafíos que se enfrentan.

CAPITULO I

SITUACIÓN MUNDIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

1.1 CONDICIÓN GLOBAL DEL AGUA: IMPORTANCIA Y DISPONIBILIDAD NATURAL

Durante siglos la humanidad consideró que el agua era un recurso natural renovable e ilimitado, gracias a que mediante el ciclo hídrico se reabastecían ríos, lagos y acuíferos subterráneos⁵. Hoy ese equilibrio natural se ha visto alterado, debido al cambio en las dinámicas hidrológicas, es decir: al consumo excesivo que exigen los actuales modelos socioeconómicos, al acelerado crecimiento demográfico⁶, así como al cambio climático⁷ y a la contaminación⁸.

El agua en la Tierra se encuentra naturalmente en varias formas y lugares: en la atmósfera, en la superficie, bajo tierra y en los océanos. Aparentemente en el planeta existe una gran abundancia de este recurso, ya que aproximadamente 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua, sin embargo 97% de ésta es salada, lo que la hace parcialmente inadecuada para el uso y consumo humano; éstos volúmenes se encuentran contenidos en los océanos. El agua dulce representa solo el 3% del agua de la Tierra y se encuentra en su mayoría congelada en glaciares, bancos de hielo y nieves perpetuas ubicados principalmente en la región antártica y en Groenlandia, (el porcentaje aproximado es de 68.7% del volumen total del agua dulce). El resto (30.1 %) se presenta

⁵ El agua está en constante circulación, cambiando de un estado a otro, pero su cantidad en el planeta permanece constante. El agua que llueve se almacena o evapora en los arroyos, ríos, lagos, lagunas y zonas costeras, a este proceso se le denomina “*ciclo hídrico*”, el cual consiste en tres fases principalmente: precipitación, evaporación y flujo, tanto superficial como subterráneo. (Carabias et al., 2005:5).

⁶ En 1950 la población mundial ascendía a 2529 millones de personas, mientras que para 2010 había aumentado a 6909 millones y se estima que para el 2050 la población será de 9150 millones, lo que significa entre otras cosas que habrá una mayor presión sobre los recursos hídricos. (CONAGUA, 2011:114).

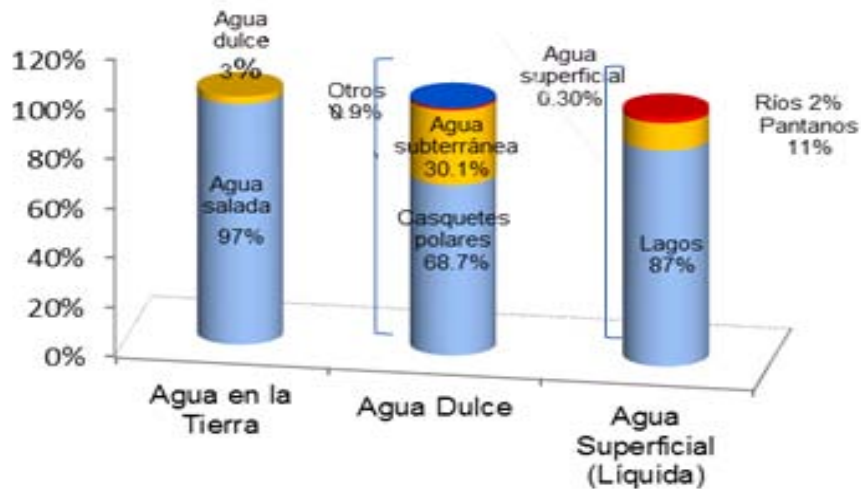
⁷ Las diversas estimaciones coinciden en prever hacia finales del siglo XXI incrementos de la temperatura a nivel mundial de 2 a 4 grados centígrados. Entre los escenarios generados por el **Panel Intergubernamental del Cambio Climático** se espera que dicho aumento impacte de forma significativa el ciclo hídrico, generando mayor variabilidad en patrones tradicionales de precipitación, humedad del suelo y escurrimiento. (CONAGUA, 2011:118).

⁸ Los principales contaminantes son: La materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, los fertilizantes y pesticidas procedentes de las tierras agrícolas, la lluvia ácida provocada por la contaminación del aire y los metales pesados liberados por las actividades mineras e industriales. (Consultado en: www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf).

principalmente en forma de agua subterránea y solo una pequeña fracción se encuentra en la superficie (0.3%), localizada en lagos, lagunas, ríos y humedales⁹.

El siguiente esquema permite ilustrar esta distribución porcentual de los recursos hídricos en el mundo:

Esquema I. 1 DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS



FUENTE: United States Geological Survey. Earth's water distribution.

Otra de las situaciones con respecto a los recursos hídricos es que a nivel mundial éstos se encuentran repartidos de forma muy desigual y generalmente esta distribución no coincide con las necesidades de la población ni con la forma en que ésta se encuentra distribuida en el mundo, por lo que en muchas regiones la disponibilidad natural del agua es crítica y los servicios no son suficientes para atender las demandas. Esta situación conlleva a que algunos países tengan agua naturalmente disponible en abundancia, mientras que otros carecen gravemente del recurso¹⁰.

⁹Carabias, J. et.al., (2005), Agua, medio ambiente y sociedad: Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México, Ed. UNAM/ COLMEX/ Fundación Gonzalo Río Arronte, México, p. 15.

¹⁰ Comisión Nacional del Agua, (2011), *Estadísticas del agua en México*, Capítulo 8 "Agua en el mundo", p.115. www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Capitulo_8.pdf (12 mayo 2012)

Entre los países que cuentan con una mayor riqueza en recursos hídricos se encuentran: Groenlandia, con una disponibilidad aproximada de más de 10 millones de metros cúbicos por habitante al año, le sigue la Guyana Francesa, (609 061 m³ anuales per cápita), Islandia (539 683 m³ anuales per cápita), Surinam (236 896 m³ anuales per cápita), Congo (230 152 m³ anuales per cápita). Por lo que respecta a países del continente americano, Canadá cuenta con una disponibilidad de 87 255 metros cúbicos anuales por habitante, le sigue Perú, Bolivia y Belice con 66 318 m³, 64 215 m³ y 61 628 m³ por habitante al año respectivamente. Brasil cuenta con una disponibilidad aproximada de 42 886 m³ y Estados Unidos de 9 847 m³. En México, la disponibilidad natural de agua estimada es de 4 263 metros cúbicos por habitante al año¹¹.

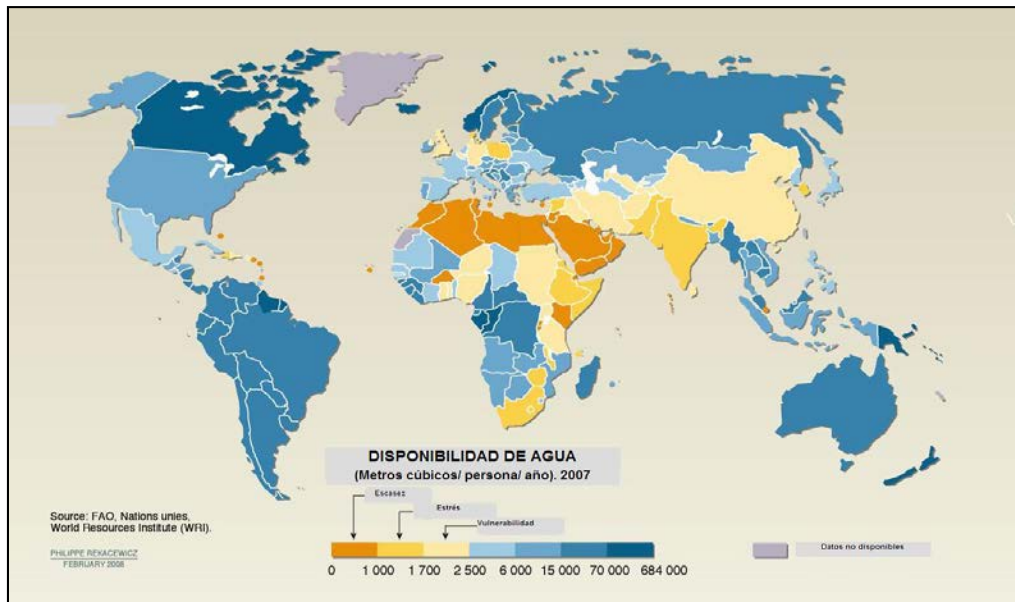
En contraste, los países considerados “pobres” en recursos de agua dulce son: Kuwait, los Emiratos Árabes Unidos con 58 metros cúbicos por persona al año, las Bahamas con 66 m³, Qatar, Libia, Malawi, Haití, Arabia Saudita con 118m³ y Singapur con una disponibilidad de 149 m³ anuales por habitante¹².

En el siguiente mapa se muestra con mayor claridad la disponibilidad de recursos hídricos con la que cuentan los países, desde aquellos que gozan de una disponibilidad que supera los 600 000 m³ por habitante al año a otros en donde ésta cae por debajo de los 1000 m³ anuales per cápita

¹¹Información extraída de la base de datos de la FAO *Information System on Water and Agriculture, AQUASTAT* de 2008. Consultado en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>. (6 octubre 2010).

¹² Debido a esta situación de baja disponibilidad natural, estos países suelen recurrir a otros procedimientos para cubrir su déficit; por ejemplo la importación de agua, la desalación de agua marina y estrictas políticas para el uso de sus recursos hídricos. En la actualidad, a nivel global los países importan productos agrícolas de países con alta productividad de agua, con lo cual se ahorran el uso de sus propios recursos; a esta estrategia se le conoce como “Agua virtual”. Esta información fue extraída del sitio web *La huella hídrica* de la UNESCO- IHE para la educación relativa al agua. www.huellahidrica.org (10 mayo 2013)

Mapa I. 1 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL MUNDO



FUENTE: FAO/ ONU/ WRI

Como se observa en el mapa I. 1, los países más afectados por problemas de disponibilidad natural de agua o deficiencia en el suministro del recurso se encuentran en el continente africano y en Asia, en estas zonas las poblaciones pueden pasar de una situación de vulnerabilidad de agua a un estado de completa escasez. Cabe decir que de acuerdo a las mediciones elaboradas por los hidrólogos una situación de vulnerabilidad hídrica se da cuando una región posee un suministro anual de agua per cápita menor a los 2500 m³, la situación de estrés se experimenta al contar con suministros por debajo de los 1700 m³ al año por persona y finalmente la condición de escasez existe cuando la disponibilidad de agua cae por debajo de los 1000 m³¹³.

En el siguiente apartado se consideran los principales desafíos que presentan actualmente los recursos de agua dulce a nivel mundial y los retos que debe enfrentar la Comunidad Internacional para responder a las diferentes problemáticas que surgen en torno a estos recursos.

¹³ Habitualmente los hidrólogos miden la escasez de agua a través de la relación *agua/ población* y en función de esta fórmula se clasifica: la situación de vulnerabilidad, estrés o escasez. (www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml) (11 enero 2014)

1.2 DISTRIBUCIÓN DESIGUAL DEL AGUA Y SUS DESAFÍOS ACTUALES

En la Síntesis del VI Foro Mundial del Agua celebrado en 2012, expertos indicaban que entre las principales causas que han ido condicionando los recursos de agua se encontraban las siguientes; por un lado la contaminación de fuentes tradicionales de agua y el acceso reducido de éstas debido a sequías, crecimiento poblacional, conflictos armados, predominio de la agricultura comercial y de actividades industriales, además de los efectos del cambio climático. Así mismo se mencionaba la insuficiente infraestructura, particularmente en zonas urbanas marginadas y en zonas rurales, así como la deficiencia en la capacidad técnica y de financiamiento para su mantenimiento¹⁴.

A la fecha este problema afecta ya a todos los continentes; de hecho, cerca de 1200 millones de personas, es decir una quinta parte de la población mundial actual, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que otros 500 millones se aproximan a esta situación, y se prevé que para el 2025, 1800 millones de personas vivirán en países y regiones con escasez absoluta de agua (es decir, contarán con suministros de agua potable por debajo de los 500 m³ anuales por persona) y dos terceras partes más de la población mundial podrían hacerlo en condiciones de estrés hídrico¹⁵.

Aunado al problema de escasez por la condición de disponibilidad natural, aun existen desafíos para hacer accesibles los suministros de agua potable y de saneamiento, por lo que aún hay millones de personas que no tienen acceso al agua potable y carecen de saneamiento básico. Para el 2008, si bien el 87% de la población mundial y el 84% de la población en países en vías de desarrollo ya

¹⁴ El constante crecimiento de la población, la urbanización y el desarrollo socioeconómico han incrementado 35 veces el consumo mundial del agua en los últimos 300 años; entre 1900 y 1995 el consumo se incrementó 6 veces, más que el doble del índice del crecimiento de la población, más de la mitad de ese incremento ha sido a partir de 1950. (Ríos y Camacho, 2013:1)

¹⁵ Entre las diferentes definiciones que existen sobre el término *Estrés hídrico* está la elaborada por Falkenmark y Widstrand, quienes formularon un índice para medir los diferentes grados de estrés hídricos que podrían existir; de ahí que si una población cuenta con más de 1700 m³ por habitante al año no tendría dificultades de disponibilidad, entre 1700m³ y 1000 m³ al año por habitante sufriría de periodos de escasez. Si este valor es menor de 1000 m³ se tendrá escasez de agua y la falta de este recurso se convertiría en un factor limitante del desarrollo de las actividades humanas. Si se llega a un valor menor de 555 m³ por habitante al año se tendrá una condición de escasez absoluta. (Brown, 2011:1)

tenían acceso a fuentes de abastecimiento de agua potable, alrededor de 884 millones de personas en el mundo seguían sin disfrutar de ese beneficio. En tanto que el 61% de la población mundial y el 52% de la población en vías de desarrollo tenían acceso a servicios de saneamiento, sin embargo aproximadamente 2,600 millones de personas no disponían aún de ese servicio¹⁶.

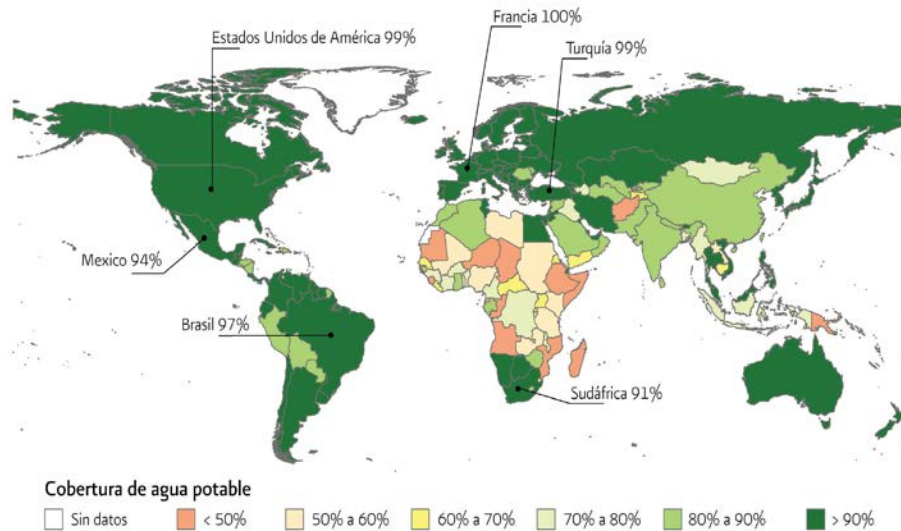
Esta situación ha dado como resultado la pérdida de miles de vidas debido a enfermedades transmisibles por agua contaminada. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades transmitidas por agua contaminada afectan a más de 2000 millones de personas en el mundo, además de que aproximadamente por año mueren más de 1.5 millones de niños por la misma razón¹⁷. Este panorama tiende a empeorar debido a que el crecimiento urbano está alcanzando proporciones imprevistas, lo que dificulta la tarea de entubar y distribuir agua potable y sistemas de colecta y transferencia de agua residual¹⁸. En los mapas I. 2 y I. 3 se observa el nivel de cobertura que se ha alcanzado en el presente para hacer accesibles los servicios de agua potable y saneamiento en el mundo.

¹⁶Comisión Nacional del Agua, *Op.cit.*, p. 123.

¹⁷La niñez es uno de los grupos más vulnerables por el consumo de agua contaminada, el saneamiento inadecuado y los malos hábitos de higiene. Esta situación ocurre con mayor frecuencia en países en vías de desarrollo, lo que representa una carga significativa para los escasos recursos disponibles para salud pública. (CONAGUA, 2011:126)

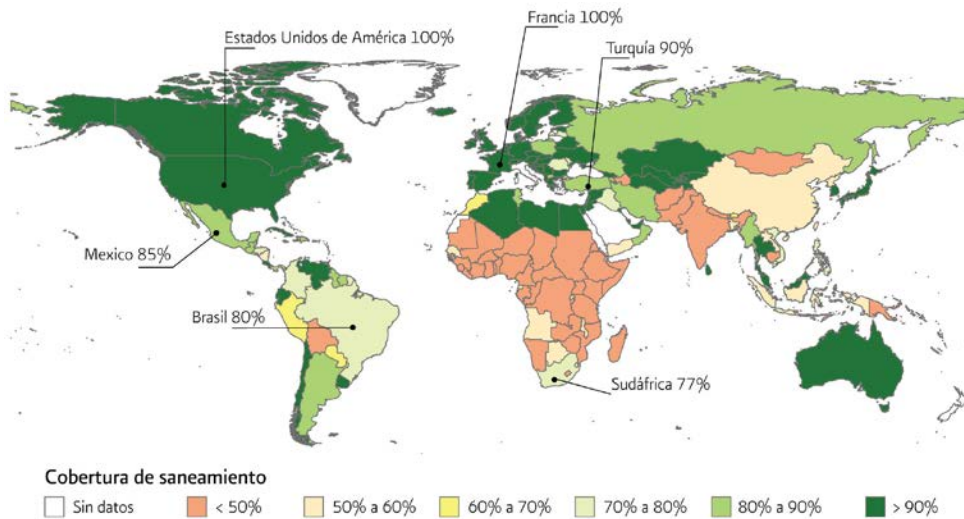
¹⁸De la Vega, J., (2004), *La crisis del agua*. <http://www.gestiopolis.com/canales3/ger/crisagua.htm> (17 marzo 2011).

Mapa I. 2 COBERTURA DE AGUA POTABLE EN EL MUNDO, 2008



FUENTE: CONAGUA, Subdirección General de Programación, 2010.

Mapa I.3 COBERTURA DE SANEAMIENTO EN EL MUNDO, 2008



FUENTE: CONAGUA, Subdirección General de Programación, 2010

Bajo estas condiciones, la disponibilidad de agua potable y de saneamiento básico apropiado seguirán siendo algunos de los problemas que enfrente la Comunidad Internacional y que serán más críticos en el futuro, en la medida en que se

mantenga o aumente el consumo y se incrementen los niveles de contaminación de cuerpos de agua superficiales y/o subterráneos¹⁹.

Cabe mencionar que lo que se ha dado en llamar la *Crisis Mundial del Agua*, puede ser entendida y abordada de diferentes formas, la escasez vista desde una perspectiva geográfica o física y la escasez debida a la incapacidad de los gobiernos para proveer los medios tecnológicos, institucionales y de capacidad para tener una adecuada distribución y acceso al agua para todos los usos y actividades económicas, lo que llevaría a una escasez de servicios, más que de agua, esta situación se define como escasez económica. Este tipo de escasez nada tiene que ver con una carencia física del recurso, sino con la imposibilidad de los gobiernos a hacer frente a las enormes inversiones que se necesitan, tanto para mejorar la calidad de las aguas de las que disponen, como para incrementar su disponibilidad y hacerla accesible a su población²⁰.

De ahí que tengamos una escasez física del recurso en sitios extremadamente áridos como el desierto de Sonora, el norte de África o la mayoría de los países de la región del Medio Oriente. Una situación diferente se observa en sitios como Bangladesh o el norte de la India, los cuales gozan de climas más húmedos, con altas precipitaciones pluviales, pero tienen serios problemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en sus ciudades, debido a que carecen de la infraestructura necesaria y las capacidades económicas e institucionales para brindar dichos servicios²¹.

Otro aspecto de la escasez, sería la escasez institucional, la cual se presenta cuando al existir los recursos y la infraestructura suficiente para brindar agua, la

¹⁹En el informe "Agua limpia para un mundo sano", publicado en 2010 con motivo de la celebración del día mundial del agua se estimaba que por día 2 millones de toneladas de aguas residuales son drenadas hacia las aguas del mundo. Este problema es más grave en países en desarrollo en los que aproximadamente 90% de los desechos sin procesar y 70% de los desechos industriales sin tratar se vierten en aguas superficiales. (Consultado en: www.worldwaterday2010.info)

²⁰ Cruz, W., (2011), *El Derecho Internacional del agua. Desarrollos actuales*, INE, México, pp. 2-3. www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/cruz.html (19 febrero 2011).

²¹En regiones húmedas la gestión del agua se centra sobre todo en el control de inundaciones, mientras que en zonas áridas se enfoca en problemas derivados de la escasez del recurso y su utilización eficiente.

gente carece del servicio debido a que son los últimos de la cadena, es decir hay otros usos y usuarios que tienen la prioridad sobre estos recursos.

Entonces la llamada crisis mundial del agua no se reduce sólo al deterioro del recurso y al sufrimiento y muerte de las personas que no tienen acceso al agua o tienen poca y de mala calidad, sino que consiste en una grave tensión y conflictividad política en diferentes órdenes; el local, nacional e internacional, ya que el agua como cualquier otro recurso natural estratégico posee un enorme potencial para provocar conflictos, debido a la necesidad que de ella tenemos para la subsistencia, por lo que se podría decir que la falta de agua no solo condiciona el desarrollo de las naciones, sino que también podría convertirse en un problema de seguridad nacional para éstos²².

Sin embargo, a pesar de este potencial hacia la competencia y la conflictividad, hasta ahora las disputas suscitadas por el acceso a recursos hídricos han estado circunscritas a regiones fronterizas, sin llegar a convertirse en una situación de enfrentamiento armado; ejemplo de estas situaciones sería el caso de lo que ocurre en la frontera norte de México con los Estados Unidos por las aguas del río Bravo y el Colorado, o entre Irak y Turquía por el cauce de los ríos Tigris y Éufrates, también está el caso de la India y sus vecinos por el control de las aguas del río Ganges²³.

Así que aunque la competencia por los recursos hídricos es evidente y su tendencia a la conflictividad también, la experiencia muestra que en muchas situaciones lejos de haber conflictos, la necesidad de compartir el agua genera procesos de cooperación entre las partes que la poseen²⁴. En este sentido, las

²² Guerra Rey, G., (2011), *El agua, otra amenaza de este siglo*. <http://ecoperiodismo.com/collaborator/2/514/el-agua-otra-amenaza-de-este-siglo/> (29 enero, 2011).

²³ Ídem

²⁴ Una revisión histórica muestra que los conflictos en torno al agua son excepción y la cooperación la norma. La idea de la conflictividad está basada en principios de la Teoría de Suma Cero, en la que el agua que un país explote será la misma que otro dejará de explotar e inversamente. Sin embargo en la realidad no es el caso, las cuencas o los acuíferos compartidos pueden ser gestionados en beneficio de las partes que los poseen. Incluso esta relación de interdependencia entre países que comparten el mismo recurso, permite que cada país economice recursos al evitar duplicar esfuerzos e inversión en infraestructura. (Consultado en: www.un.org/spanish/waterforlifedecade/transboundary_water.shtml) (12 marzo 2013)

negociaciones sobre el uso y gestión de los recursos hídricos se han vuelto más frecuentes a medida que aumenta la demanda del preciado elemento. Esta tendencia a la cooperación se evidencia con el desarrollo de la normatividad relacionada en materia de agua compartida y los acuerdos internacionales establecidos para su manejo, sobre todo en lo referente a las aguas superficiales. En el siguiente apartado se ampliará sobre este tema de la normatividad y la concertación de tratados internacionales para el manejo conjunto de los recursos de agua compartidos y en general de las acciones emprendidas en la escena internacional para hacer frente a los diferentes desafíos que han ido surgiendo con respecto al uso y protección de los recursos hídricos en el mundo.

1.3 LA GOBERNANZA MUNDIAL DEL AGUA

Ante el actual panorama del estado de los recursos hídricos se ha abierto un amplio debate, desde el ámbito internacional al local sobre la calidad y cantidad de este recurso, así como de las estrategias a implementar para aprovecharlo de forma óptima y sostenible y satisfacer de esa forma las elevadas demandas de una población en crecimiento, de una industria en desarrollo y del sector agrícola, el cual ha ido incrementando el número de hectáreas destinadas a los cultivos de regadío, en aras de responder a las crecientes demandas alimentarias²⁵.

Para responder a esta problemática, desde la segunda mitad del siglo pasado se organizaron diversas conferencias internacionales y foros mundiales, los cuales abordaron desde distintos ángulos la situación de los recursos hídricos en el mundo. Entre estas conferencias podríamos citar la celebrada en Mar del Plata, Argentina en 1977, la cual marcó el comienzo de una serie de actividades globales en torno al agua, este encuentro fue conocido como “La Conferencia del Agua de las Naciones Unidas”.

²⁵ A este respecto, el sector agrícola es al que se le adjudica el uso del mayor volumen de la extracción de agua dulce en el mundo, aproximadamente un 70%. La mayor parte de este volumen se utiliza para el riego, posibilitando así cerca del 40% de la producción alimentaria mundial. Con base en los últimos informes de la FAO, durante los pasados 30 años la superficie de tierras irrigadas aumentó de menos de 200 millones de hectáreas a más de 270 millones. En el mismo periodo, las extracciones de agua dulce en el mundo crecieron a más de 3500 km³. (Consultado en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr20.pdf>) (12 mayo 2013)

En esa Conferencia se establecieron las bases para el manejo del agua a nivel mundial e incluyó más de 290 recomendaciones. También dio origen a la “Década Internacional de Suministro de Agua y Saneamiento 1980- 1990”, que ayudó a mejorar la cobertura de los servicios de agua potable y de saneamiento en Latinoamérica y el Caribe²⁶.

La última década del siglo XX presenció un mayor esfuerzo internacional dirigido al mejor manejo del agua, en su mayoría relacionado con el suministro de agua y saneamiento, el desarrollo de capacidades, la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y las relaciones entre el agua y el medio ambiente, así como el establecimiento de los “Principios de Dublín”²⁷. En esta etapa tuvieron lugar también “La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente” en Dublín, Irlanda y “La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo” en Río de Janeiro, Brasil, ambos encuentros celebrados en 1992²⁸.

La “Conferencia del Milenio de las Naciones Unidas”, celebrada en el año 2000 dio lugar a la definición de 18 Metas, entre las cuales estaba la de reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso a agua potable segura y a un saneamiento adecuado para el año 2015. Estos mismos Objetivos fueron remarcados en “La Cumbre sobre Desarrollo Sostenible” celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica en 2002.

El siglo XX también presenció el desarrollo de los Foros Mundiales del Agua, estos encuentros son convocados cada tres años por el Consejo Mundial del Agua y ahí participan jefes de Estado y de gobierno, empresas, ONG's, entre otros. En estos Foros se reúnen expertos en temas hídricos que buscan dar solución a los

²⁶Del Castillo, L., (2009), *Los Foros del agua. De Mar del Plata a Estambul, 1977-2009*, pp. 43- 45. http://www.aida-waterlaw.org/PDF/Foros_del_Agua_libro.pdf (18 octubre 2013)

²⁷Dentro de los puntos conocidos como los “Principios de Dublín” se encuentran los siguientes: 1) El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente, el cual debe ser manejado de forma íntegra, 2) El desarrollo y el manejo del agua deberán basarse en un enfoque participativo, incluyendo a los usuarios, planeadores y personas encargadas de la realización de la toma de decisiones en los diferentes niveles, 3) Las mujeres desempeñan un papel central en el suministro, manejo y cuidado del agua, 4) El agua tiene un valor económico y debería reconocerse como un bien económico, teniendo en cuenta los criterios de disponibilidad y equidad. (Consultado en: http://webworld.unesco.org/water/wwap/facts_figures/valorar_agua.shtml) (20 febrero 2013)

²⁸Del Castillo, L., *Op.cit.*, pp. 60- 63.

problemas globales relacionados con el agua. El primero de estos encuentros fue celebrado en 1997 en Marruecos, el siguiente en La Haya, el tercero en Kioto, el cuarto se celebró en la Ciudad de México en 2006, el quinto foro tuvo lugar en Estambul, Turquía y el último se celebró en Francia en la ciudad de Marsella en 2012²⁹.

En este punto cabe mencionar que la mayoría de estos encuentros internacionales, se orientaron principalmente a las discusiones del estado de las fuentes de agua dulce superficiales, dejando de lado a los recursos de agua subterránea, por lo que a la fecha el estudio de éstos recursos y sobre todo el conocimiento que se tiene de los mismos, así como la existencia de reglas claras para su uso, gestión y protección se encuentran más rezagas que el desarrollo que se tiene respecto a los recursos de agua superficiales.

Por ello en el capítulo siguiente se abordarán tanto esta distinción; entre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como las acciones que se han emprendido en el plano internacional para reconocer la importancia estratégica que guardan los recursos de agua subterránea, la necesidad que se tiene de ampliar en el conocimiento de éstos sobre su funcionamiento y la importancia de elaborar y aplicar reglas de observancia internacional para gestionarlos de forma eficiente y sustentable, sobre todo de aquellas fuentes de agua subterránea compartidas por dos o más Estados, como son los Sistemas Acuíferos Transfronterizos (SAT).

²⁹ El Consejo Mundial del Agua (World Water Council) es un organismo teóricamente independiente, ya que aunque este organismo asegura que su financiamiento es independiente y de donaciones altruistas, también recibe fondos de empresas multinacionales como Evian, Suez, Vivendi, además del Banco Mundial y de otras instituciones bancarias. Debido a esta situación algunos expertos en agua cuestionan la legalidad e imparcialidad de los Foros, considerándolos un espacio ilegítimo y antidemocrático de toma de decisiones, en donde se establecen contratos de comercialización y/ o convenios de privatización, por este motivo han propuesto el “Foro Alternativo Mundial del Agua”, que se celebra de forma paralela a los Foros Mundiales del Agua. (Consultado en: <http://www.fame2012.org/es/>) (3 julio 2013)

1.4 CONSIDERACIONES FINALES AL CAPÍTULO I

A lo largo de este capítulo se planteó de forma general, la situación en la que se encuentran actualmente los recursos hídricos del planeta, las presiones a las que están sometidos y las acciones propuestas en el marco de los diversos foros internacionales para afrontar dichas presiones.

Con respecto a la situación del agua en el mundo, los recientes informes reiteran la importancia de este recurso para el sostenimiento de la vida, el equilibrio de ecosistemas y para el cumplimiento de metas de desarrollo, pero reconocen además que su mala gestión, su uso excesivo, los problemas de contaminación, el crecimiento poblacional y el cambio climático suponen amenazas que alteran drásticamente los flujos y reservas de agua y reducen su calidad.

En cuanto a la discusión sobre lo que se ha llamado la “Crisis mundial del agua” se encontró que esta crisis está en función de la visión de “escasez” que se percibe sobre estos recursos a nivel local, regional y mundial. Sin embargo esta visión de escasez puede ser abordado desde distintas perspectivas, sea desde el punto de vista geográfico o físico, donde debido a la ubicación natural que tienen los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos, hay poblaciones que no disponen de suministros para satisfacer sus necesidades o son insuficientes o de mala calidad, como es el caso de países que se encuentran en regiones áridas o desérticas, como el norte de África, la región de Medio Oriente o el norte de México.

Se explicó que otro aspecto de la escasez se observa cuando los gobiernos son incapaces de proveer los servicios de agua para todos los usos y actividades de su población, lo que lleva a una escasez de servicios, más que de agua en sí misma, esta situación se observa en países que gozan de climas más húmedos, con altos niveles de precipitaciones pluviales, pero tienen serios problemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en sus ciudades, debido a que carecen de la infraestructura necesaria y las capacidades económicas e

institucionales para brindar dichos servicios, como es el caso de zonas urbanas marginadas o zonas rurales.

Dentro de esta discusión se notó que esta “Crisis mundial del agua” no sólo se reduce al deterioro del recurso y al sufrimiento y muerte de personas que no tienen acceso a ésta o es limitada y de mala calidad, sino que además consiste en una grave tensión y conflictividad política en diferentes órdenes; desde el local al internacional. A este respecto, se encontró que aunque los recursos hídricos poseen un alto potencial de competencia y conflictividad que a la larga podría generar enfrentamientos armados, la experiencia demuestra que en muchas situaciones, la necesidad de compartir el agua genera procesos de cooperación entre las partes que lo poseen, aunque no están exentos de tensión.

Esta tendencia a la cooperación queda en evidencia al observar la disposición que muestran los países de dialogar y encontrar soluciones conjuntas a sus problemas de competencias, esta misma disposición ha generado la celebración de diversas Conferencias y Foros internacionales en los que las diferentes temáticas con respecto a los recursos hídricos han sido desarrollados de forma específica. Sin embargo como se explicó, la mayoría de estas Conferencias se han centrado en los recursos de aguas superficiales, dejando de lado la discusión de las problemáticas que encierran los recursos de agua subterránea, por lo que en el capítulo siguiente se abordará de forma específica la situación en la que se encuentran los recursos de agua subterránea, especialmente de aquellos recursos que son compartidos o transfronterizos.

CAPÍTULO II

ESTADO DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN EL MUNDO

2.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS

Existen dos grandes categorías de recursos hídricos, la primera corresponde a las aguas superficiales; como presas, ríos, lagos, pantanos y todo tipo de almacenamiento superficial visible de agua; la segunda categoría lo constituyen las aguas subterráneas, contenidas en los llamados *sistemas acuíferos*³⁰. Estos sistemas subterráneos o hidrogeológicos pueden estar localizados a diferentes profundidades y generalmente contienen agua (sea ésta renovable o no renovable) de mejor calidad que la que se encuentra en la superficie, porque está más protegida del impacto de las actividades humanas³¹.

Las aguas contenidas en estos sistemas acuíferos presentan la característica de estar íntimamente ligadas al subsuelo por donde circulan y en general al ecosistema en el que se encuentran, por esta razón los expertos en agua indican que la gestión que se haga de estos recursos debería incluir el cuidado tanto de los recursos de agua superficiales como los subterráneos y en general el cuidado del medio natural en el que se ubican estas fuentes de agua.

Los flujos de agua subterránea constituyen una fuente importante de agua dulce disponible en todo el planeta, ya que satisfacen una buena parte de la demanda

³⁰ Un Sistema Acuífero es un cuerpo de roca permeable, capaz de almacenar grandes volúmenes de agua subterránea generalmente de muy buena calidad para el consumo humano. En condiciones naturales, los acuíferos están en perfecto equilibrio hidrológico con respecto al medio ambiente presente en la superficie, sin embargo son sistemas que poseen una extrema fragilidad, particularmente ante la contaminación y una vez que éstos se agotan o contaminan, su recuperación puede demorar siglos. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2010:13)

³¹Las aguas subterráneas se encuentran almacenadas en acuíferos ubicados a diferentes niveles de profundidad; desde acuíferos bajos, no confinados, ubicados a solo algunos metros de profundidad, hasta sistemas confinados que están a varios kilómetros por debajo de la superficie. (Miletto y Kirchheim, 2004:1)

en agua dulce de la población mundial e incluso en algunas regiones representan la única fuente de abastecimiento susceptible de ser aprovechada³².

En todas las escalas, estas fuentes de agua subterránea representan un recurso importante y estratégico, esta importancia radica en las ventajas que ofrecen, pues son recursos menos vulnerables a la contaminación y normalmente no requieren tratamiento para su uso, además de que son explotadas con una menor inversión, ya que generalmente no requieren de sistemas de distribución complejos o extensos, ni grandes presas para su almacenamiento, debido a que en el caso de estos recursos se puede realizar la perforación cerca del lugar donde se necesita, lo cual permite una mejor repartición de las actividades humanas en el espacio³³. Su disponibilidad también es menos afectada por variaciones climáticas, así que resultan muy útiles especialmente en periodos de sequía o en países con clima árido o semiárido³⁴.

Como cualquier otro recurso natural, los acuíferos ignoran las fronteras, sean éstas geográficas o administrativas, por lo que algunas veces estos reservorios de agua se desarrollan por debajo de varios Estados, lo que los convierte en sistemas acuíferos transfronterizos³⁵. Estos sistemas transfronterizos no son diferentes a cualquier otro sistema acuífero, simplemente se encuentran por debajo del territorio de varios Estados, de ahí que existan cuatro tipos diferentes de sistemas acuíferos internacionales o transfronterizos: 1) Acuífero confinado dividido por una frontera internacional, 2) Acuífero que se encuentra completamente dentro de un Estado y está vinculado hidrológicamente a un río internacional, 3) Acuífero que se encuentra completamente dentro de un Estado y está vinculado hidrológicamente

³²En Arabia Saudita y Libia las aguas subterráneas representan la principal fuente de abastecimiento de agua potable (casi 100%), en Yemen, Paquistán y Chad representan entre el 75% y 100%, en la India, Argelia y Níger aproximadamente 60% (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2010:14).

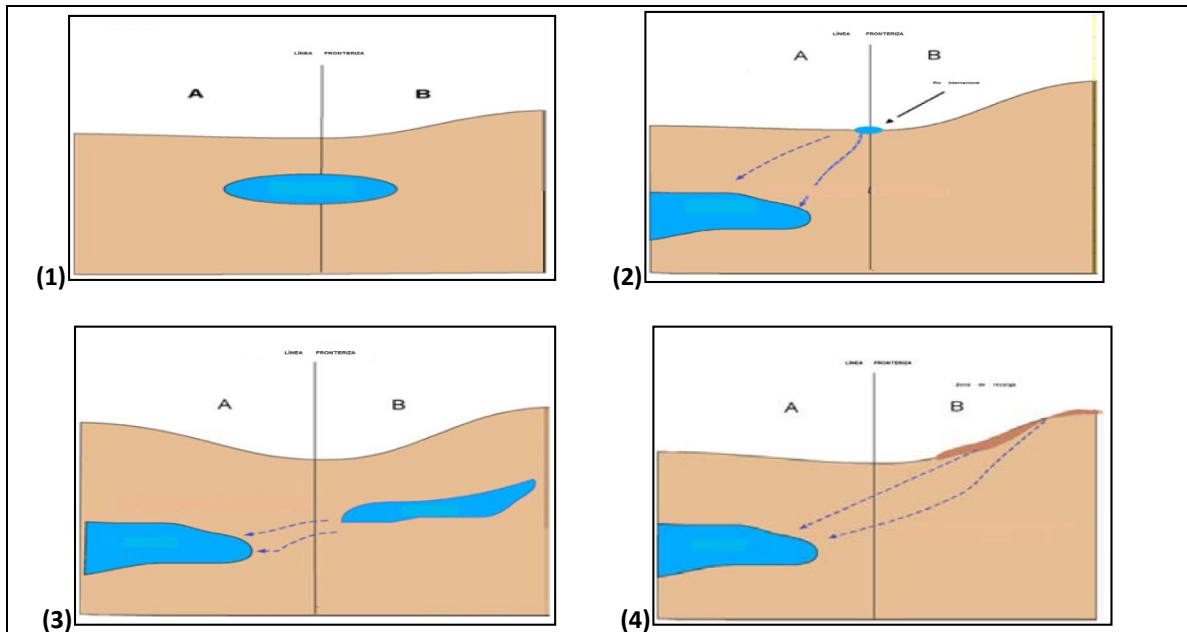
³³ Ocurre una situación diferente en el caso de las aguas superficiales, pues éstas tradicionalmente obligan a concentrar las actividades en las proximidades de ríos y lagos.

³⁴ En países áridos o semiáridos, donde los cuerpos de agua superficiales son raros o incluso están totalmente ausentes los recursos de agua subterránea constituyen la única fuente de abastecimiento, este es el caso de la mayoría de los países de la región del Medio Oriente, el Maghreb, y África subsahariana. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2010:15)

³⁵ Por **Acuífero Transfronterizo** se entiende como aquel reservorio de agua subterránea en cuya delimitación se encuentran comprendidos los límites geográficos– administrativos de dos o más países. (Miletto y Kirchheim, 2004:1)

a un acuífero de un país vecino y 4) Acuífero que se encuentra completamente en el territorio de un Estado, pero que su área de recarga se encuentra en otro país³⁶. El cuadro II.1 ejemplifica estos cuatro casos citados.

Cuadro II. 1 TIPOS DE ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS



FUENTE: Imágenes obtenidas de: Matsumoto, K., (2002), *Transboundary groundwater and international law: past practices and current implication*, p. 5.

Como se observa en el cuadro II.1 las características que poseen los acuíferos transfronterizos hacen que su gestión represente todo un desafío para las naciones que los comparten, ya que requieren de un alto grado de cooperación para su gestión eficiente. Sin embargo como veremos en los próximos apartados, los sistemas acuíferos, en particular los transfronterizos, son recursos muy poco conocidos y por lo tanto en la mayoría de los casos aún no existen instrumentos de gestión específicos para ellos y en los casos en los que sí, su aplicación efectiva es difícil por la falta de datos. Este desconocimiento se refleja también en

³⁶Matsumoto, K., (2002), *Transboundary groundwater and international law: past practices and current implication*, p. 5. www.transboundarywaters.orst.edu/publication/abst_docs/Matsumoto.pdf (1 junio 2011)

el régimen jurídico existente a nivel internacional para protegerlos, pues a la fecha no existe un aparato normativo concreto que regule el uso y explotación de los sistemas acuíferos transfronterizos, en estos casos cada país aplica la reglamentación que mejor le conviene³⁷.

El apartado siguiente abordará la situación geográfica de los sistemas acuíferos transfronterizos reconocidos a la fecha y la condición en la que se encuentran actualmente en el mundo.

2.2 GEOGRAFÍA DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS

Los acuíferos se pueden encontrar casi en cualquier parte del mundo, sea que se trate de zonas húmedas, áridas o semiáridas; por ejemplo algunas de las reservas de agua subterránea más grandes del mundo, están ubicadas en las profundidades del desierto del Sahara, sin embargo, estos reservorios de agua no son renovables, ya que se formaron hace miles de años, cuando el clima en esa región era más húmedo.

La posibilidad de elaborar un inventario de los acuíferos transfronterizos a nivel mundial, no fue una tarea sencilla, los primeros esfuerzos para la cuantificación, seguimiento y control de los acuíferos transfronterizos se dieron en el año 2000, con la puesta en marcha del proyecto llamado: *Gestión Internacional de Recursos Acuíferos Compartidos* (International Shared Aquifer Resource Management- ISARM)³⁸. Esta iniciativa no solo ha estado inventariando y evaluando los sistemas acuíferos transfronterizos del mundo, también ha revisado los marcos jurídicos e institucionales que rigen en cada país donde se localizan estos

³⁷Bureau de Recherches Géologiques et Minières, *Op.cit.*, p. 25.

³⁸ ISARM es un programa mundial que el Consejo Intergubernamental del Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO avaló en junio de 2000, en cooperación con otras organizaciones internacionales. Este programa opera a través de un Comité de Coordinación Conjunta compuesto por expertos de la UNESCO- PHI, la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entre otras. Entre los objetivos que persigue esta iniciativa está el mejorar la comprensión y el intercambio de información en temas científicos, socioeconómicos, legales, institucionales y ambientales relacionados con el manejo de los acuíferos transfronterizos. (Consultado en: *Transboundary Aquifers Management and ISARM Programme*, www.isarm.org) (19 julio 2013)

sistemas y la situación socioeconómica y climática presente en las zonas en donde se localizan.

Con base en reportes oficiales de la UNESCO, hasta el año 2008 se tenían registrados 273 acuíferos transfronterizos en el mundo, de éstos 155 se localizaban en el continente Europeo (65 en Europa Oriental y 90 en Europa Occidental), 38 en África, 12 en Asia y 68 a lo largo del continente Americano³⁹. Sin embargo para el año 2012, estas cifras se modificaron debido a la existencia de nuevos datos que permitieron la localización de otros sistemas acuíferos, de ahí que para ese año ya se tenían registrados 172 sistemas más alrededor del mundo, lo que da un total de 445 acuíferos transfronterizos a la fecha⁴⁰.

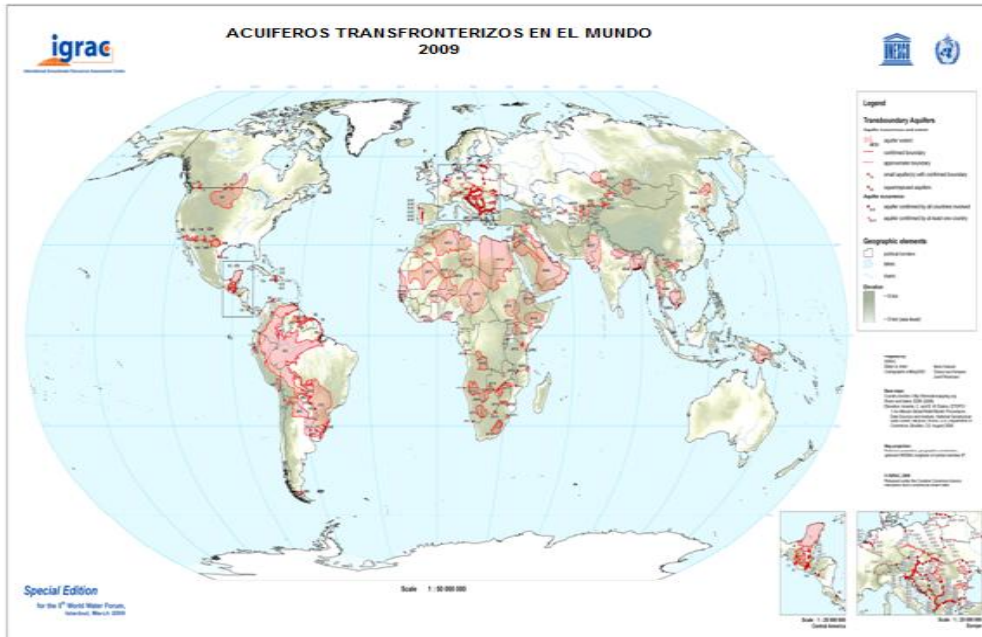
Paralelo al inventario realizado, también se ha elaborado un mapa mundial, el cual ya contempla dichas modificaciones. Este Mapa fue publicado por el Programa Mundial de Evaluación y Cartografía Hidrológica de la UNESCO (WHYMAP) y se dio a conocer en el marco del 6° Foro Mundial del Agua. En él se contempla la localización de los sistemas acuíferos transfronterizos conocidos a la fecha, su colindancia o relación con ríos y arroyos presentes en la región de cada acuífero, además ofrece datos sobre la densidad de las poblaciones concentradas en sus inmediaciones, niveles de recarga y calidad de las aguas contenidas⁴¹.

³⁹ Para consultar a detalle los mapas de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos por continente ver el ANEXO I.

⁴⁰ ISARM, (2012), *Transboundary Aquifers of the world 2012*. www.isarm.org/publications/419 (10 julio 2014)

⁴¹ La actualización de la información sobre los Acuíferos Transfronterizos en el mundo fue presentada en el marco del 6° Foro Internacional del Agua (Marsella, Francia, 2012).

Mapa II. 1 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN EL MUNDO



FUENTE: Mapa presentado durante el V Foro Mundial del Agua. Estambul, 2009.

Aunque los avances en el conocimiento de los sistemas acuíferos transfronterizos son notables, su estudio se encuentra aún en una etapa preliminar, por lo que es de esperar que en los próximos años haya más modificaciones en los inventarios que se conocen a la fecha, en cuanto al número de estos sistemas identificados, así como de una ampliación en la información que se tiene de los sistemas ya conocidos; es decir, ubicación, límites, volumen, identificación de zonas de recarga o la condición en la que se encuentran.

En el siguiente apartado se abordará la condición actual en la que se encuentran los acuíferos transfronterizos reconocidos a nivel mundial, así como las principales problemáticas que presentan y las acciones que se han llevado a cabo para hacerles frente.

2.3 SITUACIÓN, PROBLEMÁTICA y RETOS PARA LA GESTIÓN DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS

2. 3. 1 Principales problemas relacionados con los acuíferos transfronterizos en el mundo.

Históricamente se ha dedicado un mayor esfuerzo al estudio y comprensión de las aguas superficiales, para lo cual se han desarrollado diferentes herramientas administrativas, legales y políticas para el entendimiento relacionado con este tipo de aguas, dichas herramientas han contemplado acciones de gestión y protección, sin embargo no se han concretado resultados similares respecto a las aguas subterráneas y mucho menos a aquellas que son compartidas por dos o más Estados, estos recursos, a diferencia de las aguas superficiales presentan un bajo nivel de conocimiento, debido a la poca información que existe sobre éstos⁴².

Esta situación ha dado como resultado una serie de problemas; como el uso intensivo y desordenado de los sistemas acuíferos, ligado directamente al crecimiento de la población y a la expansión económica⁴³. En este caso, la tasa de explotación resulta ser superior a la capacidad natural de renovación que poseen estos sistemas, por lo que se generan una serie de efectos indeseables como: la disminución del nivel de agua del acuífero, el incremento de los costos de extracción, la pérdida de ecosistemas acuáticos, hundimientos y fracturas de terrenos, captación de agua profunda de baja calidad y en zonas costeras, la intrusión de agua de mar⁴⁴.

⁴² Instituto Nacional de Tecnología Industrial, (2006), *Aguas subterráneas y acuíferos transfronterizos de las Américas*, p. 2. www.inti.gov.ar/sabercomo/sc42/inti4.php (15 octubre 2010)

⁴³ Este problema es más grave en algunas regiones como el norte de África o la Península Arábiga, donde los acuíferos existentes se formaron hace millones de años, cuando el clima era más húmedo. Hoy éstos sistemas han dejado de ser alimentados de forma natural, debido a los bajos niveles de precipitación que se registran en la zona, por lo que su capacidad de recarga es muy baja y lenta, así que si estos acuíferos son sobreexplotados, el daño resultante sería irreversible. (Petitjean, 2009a) (www.partagedeseaux.info/article153.htm)

⁴⁴ Ángeles, G., (2006), "Responsabilidad en sociedades divididas. Reflexiones sobre los recursos de agua compartidos entre México y Estados Unidos", *Norteamérica Revista Académica*, CISAN- UNAM, vol. 1, no. 2, p. 289.

Además de la sobreexplotación, la contaminación es otro de los problemas que padecen los acuíferos. Esta situación se puede originar muchas veces desde la superficie, por ejemplo en la agricultura o la industria, al hacer uso de productos químicos o pesticidas, los basureros a cielo abierto y en el subsuelo contribuyen también a la contaminación de estas aguas. Por otro lado, los acuíferos costeros pueden contaminarse por la intrusión de agua salina. Las fosas sépticas son las fuentes de aguas residuales que más contribuyen a la contaminación de los sistemas acuíferos⁴⁵.

A pesar de la situación antes descrita, se considera que las aguas subterráneas son más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, resulta más costosa y difícil de eliminar, sucede así porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación más lento del que presentan los cursos de agua superficiales. En muchas ocasiones esta situación se agrava debido al reconocimiento tardío de que se está deteriorando el acuífero, ya que como el agua subterránea no es visible, el problema puede tardar en hacerse evidente⁴⁶.

La falta de información que existe sobre éstas aguas representa otro de los problemas, pues algunas veces datos que son vitales para su manejo están fragmentados o no se encuentran disponibles⁴⁷. Esta falta de información ha llegado a afectar la forma en que los políticos y la sociedad en su conjunto, perciben a este valioso recurso invisible, limitando la comprensión de su importancia. Esto generalmente se ha traducido en políticas fragmentadas y en la ausencia de estrategias de gestión integrada de los recursos hídricos subterráneos a largo plazo⁴⁸.

El factor económico representa otra de las dificultades presentes, pues algunas veces hacen falta recursos financieros indispensables para el desarrollo de

⁴⁵Bureau de Recherches Géologiques et Minières, *Op.cit.*, p. 16

⁴⁶Carabias, *Op.cit.*, p. 67.

⁴⁷ Por estar en el subsuelo es muy difícil conocer las características de los acuíferos, así como trazar adecuadamente sus límites, volumen y capacidad de renovación. (Ángeles, 2006:289)

⁴⁸Ángeles, *Op.cit.*, p. 290.

estudios científicos y la puesta en marcha del aparato normativo e institucional resultante de este proceso⁴⁹.

En lo que respecta específicamente a la condición en la que se encuentran los acuíferos transfronterizos, su característica de recursos compartidos hace que su gestión represente todo un desafío para las naciones, ya que su explotación eficiente exige la existencia de acuerdos de gestión conjunta que busquen prevenir la contaminación y la sobreexplotación. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las prioridades económicas, sociales, políticas o migratorias en las zonas fronterizas, hacen que las cuestiones del medio ambiente reciban muy poca atención y en particular las referentes a las fuentes de agua subterránea compartidas pasan a ocupar un sitio casi de invisibilidad⁵⁰.

Si bien cada Estado a nivel local define de forma soberana el uso que hace de sus recursos naturales, incluidos los que se encuentran en el subsuelo, cuando se trata de recursos compartidos por dos o más países es necesario abrir procesos de cooperación internacional, donde se celebren acuerdos para establecer principios sobre uso y explotación equitativa y gestión compartida y es justamente esta situación la que ha sido descuidada por las leyes internacionales y en general por la Comunidad Internacional, pues por naturaleza los Estados tienden a considerar las aguas situadas en su territorio o bajo su territorio, como un recurso nacional sobre el cual desean ejercer una soberanía absoluta, por lo que rechazan la condición transfronteriza de estos recursos, aprovechándose de las incertidumbres, ambigüedades e imprecisiones que existen en el conocimiento de los acuíferos transfronterizos⁵¹.

Debido a esta situación, algunos especialistas consideran que el principio de soberanía en materia de aguas, sean éstas superficiales o subterráneas, no posee un carácter absoluto, ya que como el agua es por naturaleza un elemento móvil y variable, un país no puede administrar sus aguas subterráneas transfronterizas sin

⁴⁹Ídem

⁵⁰Maganda, C., (2008), *¿Agua dividida, agua compartida? Acuíferos transfronterizos en Sudamérica, una aproximación*, p. 174. www.sala.clacso.org.ar/ (12 mayo 2012)

⁵¹Bureau de Recherches Géologiques et Minières, *Op.cit.*, p. 33.

afectar o ser afectado por la gestión que realizan sobre el mismo recurso sus vecinos, así que su acceso y utilización compartida, equitativa y durable es una necesidad, de lo contrario daría paso a situaciones de crisis, tensiones y conflictos⁵².

Un caso emblemático que refleja la situación antes descrita es lo que sucede entre Israel y Palestina, claro ejemplo de una gestión conflictiva y discriminatoria. De toda la población mundial, el pueblo palestino es una de las poblaciones que dispone de menos recursos de agua por persona, solo cuentan con 320 m³ anuales para satisfacer todas sus necesidades. Una de las razones de esta condición es la gestión que ejerce el gobierno israelí sobre los recursos de agua subterránea compartida; según fuentes palestinas, este pueblo solo consume una quinta parte de su propia agua⁵³; mientras los colonos israelís pueden perforar sus pozos hasta 800 metros de profundidad, los palestinos no pueden descender más de 120 metros, por lo que el nivel de salinidad de las aguas que consumen es más alto. El sistema de tarifas por consumo de agua también afecta de forma diferente a palestinos y judíos, pues se ha estimado que un palestino paga su agua entre dos y cinco veces más cara que un israelí⁵⁴.

A pesar de todos los problemas que rodean a estos recursos, los avances científicos y el desarrollo tecnológico alcanzado a la fecha han ido permitiendo un mejor conocimiento y manejo de los sistemas de agua subterránea, facilitando con ello la identificación y el desarrollo de estrategias de explotación sostenible. Así que, aunque resulten ser muchos los problemas, es necesario notar todas las acciones que se han llevado a cabo por parte de la comunidad internacional para reconocer en primera instancia su valor e importancia, así como la necesidad de explotarlas de forma más eficiente y sostenible.

⁵² Ídem

⁵³ Petitjean, O., (2009), *La question des aquifères souterraines transfrontaliers*.
www.partagedeseaux.info/article153.htm (12 mayo 2013)

⁵⁴ Consultado en: *Bassins Transfrontaliers*.
www.worldwatercouncil.org/fileadmin/WWC/Library/WWActions/WWA_CHAP-3.pdf, (14 Julio 2011)

2.3.2. Gestión de los acuíferos transfronterizos a nivel mundial y retos actuales

A pesar del escaso conocimiento que se tenía sobre los sistemas acuíferos transfronterizos y de su dificultad para estudiarlos, en años recientes estos recursos han recibido una mayor atención por parte de la comunidad internacional. Entre los esfuerzos llevados a cabo para corregir esta limitación en el conocimiento y el débil marco normativo existente para su manejo, en 1999 la UNESCO inició el *Programa Mundial de Evaluación y Cartografía Hidrogeológica* (WHYMAP), con la participación de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CCMW), la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas (AICH), la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el Instituto Federal Alemán de Geociencias y Recursos Naturales (BGR). Esta iniciativa se estableció con miras a mejorar el conocimiento y la gestión de los recursos de la tierra, en los cuales quedaban incluidos los recursos hídricos subterráneos⁵⁵.

Otro avance importante se dio en el año 2000 al iniciarse formalmente la recopilación de datos, que daría contenido posteriormente al inventario mundial de los sistemas acuíferos transfronterizos. Estos trabajos se dieron en el marco del programa ISARM (*International Shared Aquifer Resource Management Project*) cuyo objetivo es el de mejorar la comprensión de las cuestiones científicas, institucionales, jurídicas, socioeconómicas y ambientales relacionadas con la gestión de los sistemas acuíferos transfronterizos. Los estudios elaborados bajo este programa incluyen la localización de los acuíferos transfronterizos, estimación del volumen y sus características hidrogeológicas, índice de recarga, nivel de demanda y entre otros elementos. Así mismo, como parte del proyecto, se hicieron estudios por regiones de los aspectos geográficos, socioeconómicos y sobre las disposiciones jurídicas de cada país, referentes a la gestión de estos recursos⁵⁶.

⁵⁵ Desde que se estableció el programa WHYMAP, éste ha venido desarrollando una base de datos de los recursos hídricos subterráneos, evaluando las características de los principales sistemas acuíferos y sus caudales. (Consultado en: www.aguayriego.com/2012/02/onu) (14 febrero 2013)

⁵⁶ Estos programas regionales son: ISARM- Américas (programa implementado conjuntamente entre la UNESCO- PHI y la OEA), ISARM- África, ISARM- Sudeste de Europa (ISARM- SEE), ISARM- Asia (implementado

Otra iniciativa relacionada con estos recursos fue la creación del Centro Internacional de Evaluación de Recursos de Agua Subterránea (IGRAC). Este centro fue establecido con el apoyo del gobierno alemán y forma parte de varios centros de información dedicados a la evaluación del agua subterránea mundial. Entre los objetivos del Centro está el de garantizar el almacenamiento y el intercambio de datos sobre los acuíferos transfronterizos, además está encargado del trabajo digital ambiental del programa ISARM y de su sitio web⁵⁷.

La ONU por su parte, a través de su Comisión de Derecho Internacional ha contribuido al desarrollo de un marco regulatorio internacional referente al manejo de estos recursos, para lo cual ha designado un Comité Especial, encargado de revisar las leyes internacionales existentes en materia de recursos naturales transfronterizos, donde el tema de los acuíferos transfronterizos se aborda de forma particular⁵⁸.

En este mismo sentido, cabe agregar que la cooperación entre los países que comparten los acuíferos transfronterizos, ha sido un mecanismo esencial para alcanzar un manejo sustentable de estos recursos, evitando así daños ambientales, sociales y/ o económicos. Como ejemplo de este avance en la aplicación de mecanismo de gestión conjunta se puede citar el acuerdo celebrado en 1998 entre Chad, Egipto, la República Árabe de Libia y Sudán, en el cual participan también el Centro para el Medio Ambiente y Desarrollo de la región Árabe y Europa (CEDARE), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD) y el Banco Islámico de Desarrollo (IDB). Este acuerdo se estableció con el objetivo de implementar un programa regional para el desarrollo del Sistema Acuífero de piedra arenisca del Nubia, un sistema de aguas subterráneas transfronterizas

por la UNESCO- PHI y el Servicio Geológico de China) e ISARM- Europa (coordinado por la UNESCO- PHI en cooperación con la UNECE). (Consultado en: www.hydrology.nl/images/docs/ihp/ILC_transboundary_aquifers_182431E.pdf) (14 febrero 2013)

⁵⁷Puri, S., A., Aureli, (2005), "Transboundary Aquifers: A global program to assess, evaluate and develop policy", *GROUNDWATER*, vol. 43, no. 5, p. 665. (Consultado en: www.iah.org/isarm/downloads) (15 mayo 2011).

⁵⁸ Los detalles de estos instrumentos jurídicos concebidos para el mejor manejo de los sistemas acuíferos transfronterizos se abordarán ampliamente en el siguiente apartado.

localizado al noreste de África, el cual comprende aproximadamente 2.2 millones de km²⁵⁹.

Desde aquel año estos cuatro países establecieron una autoridad conjunta para el manejo del acuífero y se comprometieron a establecer un acuerdo para el intercambio de información y el monitoreo regular del sistema. Esta iniciativa representó el primer esfuerzo a nivel mundial de gestión conjunta de un acuífero compartido⁶⁰.

Por otra parte, también en el continente africano, Malí, Níger y Nigeria mantuvieron pláticas para el establecimiento de un proyecto de explotación conjunta del Sistema Acuífero de Iullemeden. Estos tres países ya han llegado a un acuerdo de principio sobre la creación de un mecanismo consultivo para su gestión. En América también se ha desarrollado una iniciativa para el manejo coordinado del Sistema Acuífero Guaraní, el cual alberga una de las reservas mundiales más grandes de agua dulce, con una superficie de 1,2 millones de km² y una capacidad estimada de almacenamiento de 40.000 km³. Esta iniciativa, aún si es uno de los casos más avanzados de colaboración multinacional en materia de acuíferos transfronterizos, es de índole preventiva y se concentra básicamente en la expansión y consolidación del actual conocimiento del sistema, así como el desarrollo y ejecución de un marco de gestión conjunta⁶¹.

En este punto cabe decir que aún si en el presente quedan muchos aspectos pendientes para lograr un manejo sustentable compartido de los recursos acuíferos transfronterizos, todo lo anterior constituye una base sólida que va permitir cada vez más tener una mejor comprensión de la naturaleza de estas fuentes de agua y con ello implementar estrategias adecuadas que potencien su uso y explotación. En el próximo apartado se abordará de forma específica los

⁵⁹Abstract of the dissertation of William Todd Jarvis for the degree of Doctor of Philosophy in Geography, (2006), *Transboundary groundwater: Geopolitical consequences, commons sense, and the law of the Hidden Sea*, p. 82.

⁶⁰Ídem

⁶¹Miletto, M. y R. Kirchheim, (2004), "El recurso invisible Acuíferos Transfronterizos: Una oportunidad de cooperación internacional", *Serie sobre elementos de política*, no. 3, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, OEA, p. 1.

avances en el desarrollo del marco jurídico internacional para la gestión de los acuíferos transfronterizos.

2.4 EVOLUCIÓN DEL DERECHO INTERNACIONAL RELACIONADO CON LA GESTIÓN DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS

2. 4.1 Contexto general

A lo largo de los años el Derecho Internacional ha desarrollado una normativa y jurisprudencia en torno a la gestión y protección de los recursos naturales, sin embargo el tratamiento que se ha brindado a los recursos del subsuelo, en especial al agua subterránea es considerado por algunos especialistas como exiguo y limitado, ello debido a que tradicionalmente estos recursos eran regulados exclusivamente por las normas y leyes emanadas de los derechos nacionales de cada país⁶².

Por consecuencia las posibilidades de contar con un marco jurídico internacional para la reglamentación de los recursos naturales del subsuelo (entiéndase gas, petróleo o agua), cuando éstos eran compartidos por dos o más Estados, se veía condicionado por las sensibilidades nacionales, especialmente cuando este marco trataba de determinar cuestiones relativas a la propiedad de dichos recursos o a su administración. Por ello no es de extrañar que una de las características básicas de la reglamentación jurídica de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos enfatice sobre la preservación propia del recurso y no en la propiedad o administración de los mismos⁶³.

Otro aspecto que ha influido en el lento desarrollo de la normatividad jurídica internacional para el manejo de las aguas subterráneas ha sido el escaso

⁶²UNESCO/ PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), Marco legal e institucional en la gestión de los sistemas acuíferos transfronterizos en las Américas, Montevideo- Washington, p.4.

⁶³ Debido a la naturaleza oculta de los recursos de agua subterránea, el manejo de los acuíferos, sobre todo de aquellos transfronterizos puede resultar conflictivo, al menos políticamente, ya que los Estados generalmente son reticentes a reconocer que deben compartir sus recursos de agua cuando estos son compartidos por más Estados, esto sucede con el agua y con otros recursos considerados estratégicos. (UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, 2008:4).

conocimiento que se tenía de estos recursos, conocimiento caracterizado por algunos expertos como fragmentado e incompleto⁶⁴. Sin embargo a pesar de esta situación, la Comunidad Internacional ha ido reconociendo la relevancia de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos y ha ido promoviendo gradualmente instrumentos jurídicos, que aún si se vinculan con los cuerpos de agua superficiales, algunas partes abordan específicamente la regulación de los recursos de agua subterránea compartida.

En el apartado siguiente se mencionarán los principales esfuerzos llevados a cabo en el ámbito internacional para regular e instrumentar normas o principios de observancia general, relativos a la reglamentación de la gestión compartida de los acuíferos transfronterizos.

2.4.2 Acuerdos e instrumentos legales internacionales para la gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos

La llamada evolución del derecho internacional del medio ambiente, iniciada en la década de los setenta, no aportó mucho al desarrollo de la reglamentación o normatividad de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos. Los planes y acuerdos multinacionales existentes en aquellos años para aguas compartidas, se centraban generalmente en los recursos de agua superficiales y sobre todo en aspectos como la navegación⁶⁵, generación de energía y problemas de contaminación o conservación de los recursos, pero en ninguno de estos acuerdos se contempló de forma específica a los recursos de aguas subterráneas compartidas, por lo que cada Estado realizaba sus gestiones ambientales en esta

⁶⁴ Comisión para la Cooperación Ambiental para América del Norte (CCA), (2002), Documento de discusión en el Taller de expertos en agua dulce de América del Norte: Agua subterránea: Un recurso de América del Norte, Canadá, p. 13.

⁶⁵ A partir del siglo XX comenzó a plantearse la cuestión de determinar la importancia que debía asignarse a los usos distintos de la navegación, así como su regulación jurídica, ya que durante un largo tiempo la navegación conservó su primacía sobre los demás usos, con excepción de algunos casos particulares tales como el del Indo y el Nilo, que históricamente fueron utilizados para riego. (Querol, 2003:13)

materia de manera privada, unilateral e independiente del control coordinado con otros países.

Como ejemplo, en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, no se hizo ninguna mención sobre los recursos de agua subterránea o sobre su gestión conjunta en caso de ser éstos recursos compartidos; en esta Conferencia se reconoció el principio de que un Estado poseía el derecho soberano sobre los recursos naturales existentes en su territorio, incluidos los del subsuelo, pero se aclaraba que dichos Estados también tenían la obligación de asegurar que las actividades que realizaran en su territorio no causarían ningún perjuicio al medio ambiente de otros⁶⁶.

Este principio de la obligación de no causar un perjuicio al medio ambiente de otros se ha mantenido vigente en las reglamentaciones existentes sobre el uso, gestión y preservación de los recursos naturales a nivel internacional e incluso se ha reforzado en aspectos como la necesidad de celebrar consultas antes de iniciar cualquier actividad que pueda causar un perjuicio transfronterizo y la indemnización debida a quienes sufran dicho daño⁶⁷.

En cuanto al estudio y análisis de las aguas subterráneas transfronterizas es muy reciente, el desarrollo de la legislación en esta materia ha sido lento y paulatino, partiendo del reconocimiento de la importancia de estos recursos, lo cual fue

⁶⁶ Una de las teorías que justifica esta postura de los Estados, es la *Teoría de la soberanía territorial absoluta* o también conocida como la *Doctrina Harmon*. Esta teoría debe su nombre al Procurador General de los Estados Unidos quien la expidió en 1895 con motivo de una disputa entre su gobierno y el gobierno mexicano sobre la utilización de las aguas del río Bravo. En esta teoría se postula que cada Estado podía actuar indiscriminadamente dentro de sus límites, apoyándose en que uno de los principios fundamentales del Derecho Internacional era la soberanía absoluta de cada nación dentro de su propio territorio. Cabe mencionar que la doctrina Harmon ha sido rechazada tanto por la doctrina como por la jurisprudencia internacional, siendo solo un reflejo de la política aislacionista de los Estados Unidos en esa época. (Querol, 2003:13)

⁶⁷ En la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en 1992 se confirmaba la vigencia de este principio y como se mencionó, se reforzaba en aspectos tales como la celebración de consultas previas antes de realizar cualquier actividad que pudieran causar un perjuicio transfronterizo y la indemnización a quienes lo llegaran a sufrir. En el mismo sentido, el capítulo 18 de la Agenda 21, también adoptada en el marco de la Conferencia de la que surgió la Declaración de 1992, colocaba en manos de los Estados la iniciativa de determinar las características de los recursos con los que contara y de promover los programas necesarios para su preservación. (Consultado en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>)

promoviendo el desarrollo y la implementación de instrumentos jurídicos orientados específicamente hacia su regulación.

Este desarrollo empezó desde una ligera inclusión del término de aguas subterráneas en Convenciones Internacionales hasta la redacción de principios específicos para su uso y gestión sostenible. En este sentido, a continuación se describirán las principales iniciativas e instrumentos jurídicos en el marco internacional encaminados a proveer las reglas y principios para regular la gestión de los recursos de agua subterránea compartida.

Consideraciones contenidas en las Reglas de Helsinki, Reglas de Seúl y Reglas de Berlín

En 1966 la Asociación Internacional de Derecho (ILA por sus siglas en inglés), redactó un documento llamado las *Reglas de Helsinki*⁶⁹ en el cual se exponen ciertos lineamientos de normatividad internacional en materia de reparto de aguas de ríos binacionales. Si bien este instrumento establecía principios para el reparto de las aguas de ríos compartidos, el cual debía hacerse con base en las necesidades socioeconómicas y políticas presentes y futuras de la región binacional, también incluía parcialmente a las fuentes de agua subterránea, pero solo aquellas que formaran parte de la Cuenca Internacional⁷⁰.

A pesar de esta mención sesgada de las aguas subterráneas, las reglas emanadas de este instrumento son consideradas como los primeros intentos por establecer una reglamentación internacional específica para el uso y manejo de los acuíferos transfronterizos⁷¹.

⁶⁹Consultado en:

<http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyctofrontera/Helsinki%20Rules%201966.pdf>

⁷⁰Salas, J., (2005), El agua y las relaciones entre México y los Estados Unidos: Tratado binacional de 1906 y las Reglas de Helsinki, p. 6. www2.uaci.mx/IIT/CULCYT/septiembre-octubre2005/04articulo.pdf (5 mayo 2011)

⁷¹ En 1966 apareció la primera versión de las *Reglas de Helsinki*. En este documento se definía como administración conjunta aquella que se debía hacer de las aguas de una Cuenca Hidrográfica, la cual incluía tanto las aguas superficiales como las subterráneas. (Salas, 2005:6-7)

Este documento cuenta con 37 artículos en los cuales se incluye un término nuevo, el de *Administración Conjunta de recursos compartidos*, además se reconocía que los Estados ribereños tenían el derecho de participar en la administración de las aguas de la Cuenca Hidrográfica Internacional de manera razonable, equitativa y sustentable. Entre los principios contemplados en las Reglas Helsinki se encuentran el de la utilización equitativa de las aguas de la Cuenca Internacional, contempla medidas de prevención de contaminación, y establece además procedimientos para la prevención de conflictos entre las partes que lo comparten⁷².

Con los años, debido a que estas reglas no se dirigían directa y completamente a los flujos de agua subterránea, en 1986 la ILA desarrolló las *Reglas de Seúl*⁷³, las cuales complementaban los principios establecidos en las reglas de Helsinki, pero esta vez sí hacían referencia específica a las aguas subterráneas internacionales, incluso de aquellas que no estaban conectadas en manera alguna con las aguas de la superficie. Estas reglas establecían principios de prevención de la contaminación de las aguas internacionales del subsuelo, el intercambio de información relevante en materia de acuíferos y el manejo integral de estos recursos⁷⁴.

Posteriormente en el año 2004 este mismo organismo adoptó las *Reglas de Berlín*⁷⁵ dirigidas a los Recursos Hidráulicos. En este documento, además de

⁷² En el artículo 2 de las Reglas de Helsinki se define el término de **Cuenca Hidrográfica Internacional** como la zona geográfica que se extiende por el territorio de dos o más Estados y demarcada por la línea divisoria de un sistema hidrográfico de aguas superficiales y freáticas (subterráneas), que fluyen hacia una salida común. Sin embargo el empleo de este término tuvo mala repercusión entre los Estados, ya que aparentemente los Estados temían que la utilización de este término resultaría en la regulación no solo del uso del agua y sus ecosistemas, sino también de la tierra que quedara encerrada entre las aguas de la cuenca. Por tal motivo, el término Cuenca Hidrográfica Internacional fue descartado en la *Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación*, celebrada en 1997. (Consultado en: <http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/septiembre-octubre2005/04articulo.PDF>)

⁷³ Consultado en:

<http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectorfrontera/Reglas%20de%20Se%C3%BAI%20sobre%20aguas%20del%20subsuelo%20internacionales%201986.pdf>

⁷⁴ UNESCO/ PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), *Op.cit.*, p. 5.

⁷⁵ Consultado en: <http://cuidarelagua.wordpress.com/2010/08/30/reglas-de-berlin-sobre-recursos-hidraulicos/>

actualizar las Reglas de Helsinki, incluía un capítulo específico para el tratamiento de los acuíferos, en el que se hacían operativos los principios enunciados en las Reglas de Seúl⁷⁶.

En las Reglas de Berlín se indicaba el camino que las naciones debían de seguir para regular los recursos hidráulicos dentro de sus fronteras y aquellos que comparten con países vecinos, también incluía normas sobre la conducta de los países sobre dichos recursos en tiempo de guerra, en donde no tenían permitido tomar acciones que resultaran en una escasez del vital líquido para los civiles. El objetivo principal de este instrumento radicaba en garantizar el derecho que tenemos todos los individuos a un suministro equitativo de agua que nos permita vivir, incluso en tiempo de guerra.

Proyecto de Tratado de Aguas Subterráneas Transfronterizas/ Tratado de Bellagio

Otra iniciativa internacional, fue el Proyecto de Tratado de Aguas Subterráneas Transfronterizas, también conocido como Tratado de Bellagio⁷⁷, el cual fue un proyecto presentado en una sesión especial del 6º Congreso de la Asociación Internacional de Recursos Hídricos en Ottawa en 1988. Este documento que cuenta con 20 artículos tenía como objetivo el de regular específicamente las aguas subterráneas transfronterizas y ofrecía para ello mecanismos para que los acuíferos internacionales fueran administrados por mutuo acuerdo en lugar de seguir siendo objeto de extracciones unilaterales.

Este proyecto de tratado hacía referencia a la contaminación, el agotamiento de los recursos, la sequía y las transferencias transfronterizas, así como a cuestiones de extracción y recarga. El fin fundamental de este instrumento era lograr una

⁷⁶ UNESCO/ PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), *Op.cit.*, p. 5

⁷⁷ Este proyecto se denominó "Bellagio" por haber sido elaborado en su forma final en el Rockefeller Conference Center de Bellagio, Italia. (Consultado en: http://uttoncenter.unm.edu/pdfs/Bellagio_Draft_Treaty_S.pdf)

utilización óptima conjunta y evitar o resolver las controversias acerca de las aguas subterráneas compartidas.

Sin embargo a pesar de la relevancia del contenido de este proyecto, éste nunca fue adoptado, por lo que se quedó como una iniciativa de expertos sin ningún valor jurídico, aunque sus principios han servido de guía y referencia para las discusiones que se llevan a cabo en el marco internacional sobre esta materia.

Convención para la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y los lagos Internacionales

La Convención para la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y los lagos internacionales⁷⁸ fue adoptada por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) en 1992. Este Convenio también conocido como *Convenio del Agua o Convenio de Helsinki* fue establecido para promover la cooperación tanto en aguas superficiales transfronterizas como en las subterráneas, reforzando las medidas locales, nacionales e internacionales llevadas a cabo para su protección y gestión sostenible⁷⁹.

En sus orígenes este instrumento se inició como un Convenio circunscrito a la región europea, por lo que todos los países de la Unión Europea formaron parte de este instrumento además de Suiza, Albania y Rusia. Sin embargo en 2003 esta situación cambió ya que los estados miembro incorporaron una modificación al acuerdo original, con el fin de hacer posible que cualquier otro Estado miembro de las Naciones Unidas pudiera acceder a este instrumento. Esta apertura del Convenio fue propuesta con el objetivo de promover la cooperación transfronteriza a escala mundial y compartir la experiencia de este convenio y beneficiarse de la

⁷⁸ Consultado en: www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/brochure/Convention_S_A4.pdf

⁷⁹ ONU, (2013), *Marcos legales y Acuerdos institucionales para la cooperación. Promoviendo la cooperación en agua. Nota Informativa*, p. 2. www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_cooperation_2013/pdf (23 abril 2013)

experiencia en otras regiones del mundo⁸⁰. Esta modificación entró en vigor en febrero de 2013 convirtiendo entonces al Convenio del Agua en un instrumento global⁸¹.

Los tres pilares del Convenio del Agua son: 1) La obligación de uso equitativo y razonable de las aguas transfronterizas, 2) La obligación de prevenir, controlar y reducir significativamente los impactos transfronterizos y 3) La obligación de cooperar a través de acuerdos específicos y organizaciones conjuntas. Además este Convenio posee una autoridad suprema que es *La Reunión de las Partes*, la cual mejora la cooperación a través del desarrollo de protocolos, documentos, guías, proyectos y actividades sobre el terreno⁸².

Convención de Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación

En el ámbito intergubernamental un instrumento importante para el desarrollo del derecho internacional de los acuíferos transfronterizos fue la redacción de la *Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación*⁸³, este documento fue elaborado por la Comisión de Derecho Internacional de la ONU en 1997.

En este documento se incluye el término *Curso de Agua* y se define como el sistema de aguas superficiales y subterráneas que en virtud de su relación física,

⁸⁰ Para el 2010 treinta ocho países del mundo y los 28 miembros de la Unión Europea ya eran parte del Convenio, sin embargo México no es parte de dicho acuerdo. (Centro de Estudios Internacionales “Gilberto Bosques”, 2013:14)

⁸¹ ONU, (2013), Marcos legales y Acuerdos institucionales para la cooperación. Promoviendo la cooperación en agua. Nota Informativa, Op.cit., p. 2.

⁸² Idem

⁸³ Consultado en:

www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectorfrontera/CONVENCION%201997.pdf

constituyen un conjunto unitario, el cual tendría un carácter internacional cuando alguna de sus partes se encuentre en países diferentes⁸⁴.

En esta Convención se reconocieron tres de los principios básicos del Derecho Internacional Ambiental para guiar la conducta de las naciones en relación con las aguas compartidas: 1) Uso equitativo y razonable de los recursos compartidos, 2) La obligación de prevenir cualquier daño significativo a los Estados vecinos y 3) La obligación de cooperar. También incluía un mecanismo de notificación previa y de consulta sobre medidas que se previeran tomar⁸⁵.

A pesar de la relevancia del contenido de esta Convención, este instrumento no ha entrado en vigor debido a que no ha recibido el número de ratificaciones requeridas, ya que solo hay 29 naciones que han firmado para formar parte de este instrumento, pero hacen falta 6 más para su entrada en vigor.

Otro paso importante en el desarrollo de la normatividad internacional en materia de acuíferos compartidos se dio en 2008 en el seno de la Asamblea General de Naciones Unidas, al aprobarse por consenso una resolución específica sobre el *Derecho de los Acuíferos Transfronterizos*, este documento marca un avance concreto en la reglamentación del uso y manejo de las aguas subterráneas compartidas. En el siguiente apartado se abordarán los detalles de esta resolución, conocida como A/RES/63/124.

⁸⁴ En el artículo 2 de esta Convención aparece la definición del término *Curso de Agua* y en su comentario se especifica que la referencia a las aguas subterráneas es en el sentido de que son un componente que forma parte del sistema hidrológico; entre estos componentes se incluían: los ríos, lagos, glaciares, acuíferos, reservorios y canales y mientras estos componentes estén interrelacionados unos con otros forman parte de un mismo curso de agua. (Consultado en: www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectorfrontera/CONVENCION%201997.pdf)

⁸⁵ ONU, (2013), Marcos legales y Acuerdos institucionales para la cooperación. Promoviendo la cooperación en agua. Nota Informativa, Op.cit., p. 1.

2.4.3 Proyecto de Ley de Acuíferos Transfronterizos promovida en el marco de las Naciones Unidas

El año 2008 marcó un avance importante en el desarrollo del derecho Internacional de los acuíferos compartidos, al aprobarse la resolución A/RES/63/124 sobre el *Derecho de los Acuíferos Transfronterizos*⁸⁶. Esta resolución es importante ya que hasta ese momento no existía ningún instrumento en el derecho internacional que proporcionara una serie completa de recomendaciones específicas para la gestión sostenible y pacífica de los acuíferos transfronterizos⁸⁷.

En este proyecto se descarta el uso del concepto de “aguas subterráneas” y opta por utilizar el término de “acuífero”; entendiendo por tal “toda formación geológica permeable portadora de agua, sustentada en una capa menos permeable y el agua contenida en la zona menos saturada de la formación”. (Art. 2 inciso a). En este proyecto el término “acuífero” abarca la formación geológica que generalmente se compone de rocas, grava y arena y el agua contenida en ellas, independientemente de que tenga o no una salida superficial a través de un curso de agua internacional⁸⁸.

Este documento cuenta con 19 artículos divididos en cuatro apartados; la primera parte contempla la introducción del documento y consta de dos artículos que definen el ámbito de aplicación del documento y los términos empleados, en este sentido se especifica que este proyecto aplicaría a todos los acuíferos transfronterizos, tanto si están conectados hidráulicamente con cursos de agua internacionales como si no lo están, obviamente no es aplicable a los acuíferos exclusivamente nacionales.

⁸⁶ Consultado en: www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/63/124

⁸⁷ Los preparativos de este documento iniciaron en 2002 con los trabajos realizados por la Comisión de Derecho Internacional de la ONU, con asistencia de expertos del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, el borrador que prepararon llevaba por título “Convención Internacional sobre Acuíferos Transfronterizos”.

⁸⁸Beaugé, M. F., (2010), “La necesidad de cooperación e integración en la protección de los acuíferos transfronterizos”, *Cuadernos de Política Exterior Argentina*, no. 102, Centro de Estudios en Relaciones Internacionales de Rosario, pp. 24- 25.
<http://www.cerir.com.ar/admin/cerir/archivos/cuadernos/0000119/cupea%20102%20con%20mapas.pdf>

La segunda parte consta de 7 artículos y se titula “principios generales”. A continuación se presentan estos principios y un resumen explicativo de los mismos:

- Soberanía de los Estados del acuífero

Sobre este término se expresa que cada Estado del acuífero tiene soberanía sobre la parte del acuífero que está dentro de su territorio y la ejercerán mediante la adecuada regulación legal interna aplicando los tratados y otros arreglos que dicho Estado convenga con otros Estados interesados.

- Utilización equitativa y razonable

Contempla que los sistemas acuíferos deberán de utilizarse de una manera compatible con la distribución equitativa y razonable de los beneficios obtenidos entre los Estados del acuífero, tratando de elevar al máximo los beneficios a largo plazo. Además sobre este punto se recomienda la elaboración de un plan global de aprovechamiento por parte de los Estados que los comparten, teniendo en cuenta las necesidades presentes y futuras, así como las fuentes alternativas de agua.

En su artículo 5 se reconoce que para lograr una utilización equitativa y razonable de los acuíferos es necesario contemplar una serie de factores, como el estudio de la población que depende del acuífero, las necesidades económicas y sociales presentes y futuras de los Estados que los comparten, las características naturales del sistema acuífero y su utilización potencial y los efectos reales o potenciales que su utilización produzca en otros Estados.

- Obligación de no causar un daño sensible

Este instrumento prevé que al utilizar un acuífero, los Estados adoptarán todas las medidas apropiadas para prevenir que se cause un daño sensible a otros Estados que lo comparten o a otros Estados en cuyo territorio se halle situada una zona de recarga o descarga. Pero cuando suceda que a pesar de las precauciones tomadas se cause un daño a otros Estados, el Estado cuyas actividades causaron

tal daño deberá adoptar en consulta con el Estado afectado todas las medidas de respuesta apropiadas para eliminar o mitigar dicho agravio.

- Obligación general a cooperar

Se prevé que este proceso deberá llevarse sobre la igualdad soberana, la integridad territorial, el desarrollo sostenible, el aprovechamiento mutuo y la buena fe a fin de lograr una utilización equitativa y razonable y una protección adecuada de los acuíferos.

- Obligación de intercambiar datos e información

A este respecto se prevé en el artículo 8 que cuando la naturaleza y la extensión de un acuífero no se conozcan suficientemente, los Estados que lo comparten harán todo lo posible para reunir y producir datos e información más completos, lo harán de manera individual o conjunta y en los casos pertinentes con organizaciones internacionales. En el caso de que un Estado solicite datos a otros y que no estén fácilmente disponibles, el Estado al que se le solicitan hará todo lo posible por atender esas peticiones, sin embargo éste podrá condicionar su cumplimiento a que el Estado solicitante pague los costos razonables de la recopilación y cuando proceda, el procesamiento de esos datos o información.

- Celebración de acuerdos y arreglos específicos

El artículo 9 hace referencia a la necesidad de establecer acuerdos y arreglos bilaterales o regionales para alcanzar la gestión sostenible, estos arreglos podrán concertarse respecto a todo un acuífero o a alguna de sus partes o a algún proyecto, programa o utilización en particular.

La frase final de ese artículo concluye que dichos acuerdos o arreglos no pueden afectar negativamente la utilización del agua del acuífero por parte de otro u otros Estados del acuífero sin que medie el consentimiento de éstos.

En el apartado III que consta de seis artículos, se expresan otros principios y normas sobre prevención, protección, preservación y gestión de los acuíferos y

sistemas acuíferos transfronterizos, así como de los ecosistemas que estén situados alrededor de éstos, también se mencionan las medidas que deberán ser adoptadas para preservar las zonas de recarga y descarga que son parte de los sistemas acuíferos, ya que desde una perspectiva hidrogeológica sería imposible preservar y gestionar un acuífero sino se mantiene y protege debidamente la integridad de estas zonas⁸⁹.

En función de los principios citados anteriormente, se puede observar que en la ley se recomienda a los Estados la implementación de medidas para prevenir, reducir y controlar los problemas de contaminación y de ser posible, todo esto bajo un criterio precautorio. De la misma forma se recomienda la vigilancia constante de los acuíferos por parte de los Estados que los comparten, esto lo harán de forma individual o conjunta o en colaboración con organismos internacionales. En caso de que la vigilancia no se realice de forma conjunta, los Estados que sobreyacen el acuífero deberán intercambiar entre ellos información sobre los cambios que se observen como resultado de su utilización, para lo cual deberán de convenir y armonizar los criterios y métodos de vigilancia.

En cuanto al punto de las actividades proyectadas para el uso y gestión de los sistemas acuíferos, los Estados que deseen implementarlas deberán evaluar los posibles efectos que dichas actividades podrían tener en otros Estados, por lo que antes de que un Estado ejecute o permita ejecutar dichas actividades, éste deberá notificar todas las etapas del proyecto y los posibles efectos negativos que su aplicación podría tener.

Sobre este punto se dispone que cuando los Estados no puedan ponerse de acuerdo en cuanto a los posibles efectos de las actividades proyectadas, el Estado

⁸⁹Los expertos en aguas subterráneas explican la importancia de las medidas que se deben adoptar para proteger y preservar las zonas de recarga y descarga a fin de garantizar el buen funcionamiento de un acuífero, para lo cual los Estados deben identificar primero dichas zonas y en segundo lugar adoptar dentro de éstas, medidas especiales para reducir al mínimo los impactos perjudiciales que puedan afectarlas. La protección de la zona de recarga podría incluir restricciones a las actividades industriales y agrícolas capaces de contaminar el agua que se infiltra hacia el acuífero. En las zonas de descarga podría ser necesario restringir las construcciones y otras actividades que afecten el uso del suelo o el entorno en el que se encuentran. (Beaugé, 2010:30)

que notifica y el Estado notificado deberán celebrar consultas o negociaciones con el objeto de llegar a una solución equitativa de la situación, para tal efecto podrán recurrir a organismos independientes para realizar una evaluación imparcial de los efectos de dichas actividades.

El último apartado lleva por título “disposiciones diversas”, contiene 4 artículos que versan respectivamente sobre cooperación científica, técnica, educativa y/ o jurídica con Estados en desarrollo, emergencias que afecten a acuíferos transfronterizos, protección de los acuíferos en tiempo de conflicto armado y protección de datos relativos a la defensa y seguridad nacionales. Sobre este último punto, el artículo 19 establece una excepción a la obligación de intercambiar datos e información sobre los acuíferos transfronterizos y se refiere a la protección de datos e información cuya confidencialidad sea “vital” para la defensa o seguridad nacional de un país, pero el Estado requerido deberá cooperar de buena fe con otros Estados para proporcionar la información que sea posible, según las circunstancias.

En términos generales esta resolución significa un paso concreto para compartir pacíficamente los recursos acuíferos transfronterizos, ya que constituye el primer intento en el ámbito internacional de sistematización de principios y reglas generales sobre una materia que no había tenido hasta ahora un mayor desarrollo, así que con el tiempo se espera que este documento pueda servir de base para la concreción de un instrumento legalmente vinculante sobre estos recursos, es decir se espera la posibilidad de que llegue a convertirse en una Convención Internacional o una Declaración de principios o incluso un Tratado internacional con mayor poder vinculante donde no solo queden expresados principios o declaraciones, sino donde queden asentados compromisos que los Estados firmantes asuman.

2.5 CONSIDERACIONES FINALES AL CAPÍTULO II

En este capítulo se abordó de forma específica lo relativo a los recursos de agua subterránea, sobre todo de aquellos recursos que por su naturaleza son compartidos por dos o más Estados, lo que los convierte en Sistemas Acuíferos Transfronterizos. Se hizo mención sobre su evidente importancia, ya que alojan un volumen mayor de agua dulce del que se encuentra en la superficie. Esta situación, sumada a la condición en la que se encuentran los recursos de agua superficiales y a que cada vez más las aguas subterráneas satisfacen una buena parte de la demanda de agua dulce en nuestro planeta, ha ido haciendo que los mismos cobren mayor importancia para su estudio y comprensión.

Se pudo observar que no obstante la evidente importancia que poseen, estos sistemas no habían sido objeto de estudios globales, sin embargo en los últimos años esta situación cambió, sobre todo en materia de acuíferos transfronterizos; ya que investigaciones recientes elaboradas por diversos organismos internacionales, entre los que figura la UNESCO, han promovido su estudio, lo que inicialmente ya ha derivado en la conformación de un inventario de los mismos, detallando su ubicación, dimensión, nivel de recarga y descarga, calidad del agua contenida, factores de riesgo, etc.

Sumado a esto, se ha avanzado también en la elaboración de un marco que provee recomendaciones específicas para lograr una gestión racional y sostenible de estos sistemas, a este respecto se ha concluido que una gestión eficiente de estos recursos, tendría que partir del reconocimiento de que éstos forman parte de un sistema que está íntimamente ligado al subsuelo por donde circulan, interconectado también con las aguas superficiales y en general con el entorno en el que se encuentran, por lo que la gestión que se haga de estos recursos deberá incluir el cuidado tanto de los recursos de agua superficiales como los subterráneos y el medio natural en el que se localizan.

Así mismo se reconoce que una gestión eficiente de un acuífero transfronterizo partiría de la necesidad de establecer una gestión conjunta por parte de todos los

Estados que lo comparten, ello con el fin de prevenir su degradación y sobreexplotación. Sin embargo, como se expuso en este capítulo, en la mayoría de los casos, las prioridades económicas, sociales, geopolíticas o migratorias en las zonas fronterizas, hacen que las cuestiones del medio ambiente reciban muy poca atención y en particular las referentes a las fuentes de agua subterránea compartidas pasan a ocupar un sitio casi de invisibilidad.

Entre los mecanismos de gestión conjunta que se expusieron como ejemplos de este proceso podemos citar el caso del acuífero del Nubia en el cual los cuatro países africanos que lo comparten ya han establecido una autoridad conjunta para gestionarlo y se han comprometido en el intercambio frecuente de información y el monitoreo regular del sistema. En el Sistema Acuífero de Iullemeden, también se ha llegado a un acuerdo de principio, sobre la creación de un mecanismo consultivo para su gestión.

El Sistema Acuífero Guaraní representa uno de los casos más avanzados de colaboración multinacional en materia de acuíferos transfronterizos del continente americano, se maneja como un mecanismo de índole preventiva y se concentra básicamente en la expansión y consolidación del conocimiento del sistema, pero también en la ejecución de un marco de gestión conjunta. Cabe mencionar, sin embargo que esta situación de cooperación se establece en un marco de abundancia del recurso, por lo que podría no ser el caso en aquellos sistemas que se encuentran en regiones áridas y semiáridas.

Otro aspecto analizado en este capítulo fue el referente a la normatividad jurídica existente para el adecuado manejo de estos recursos, pues si bien a la fecha se carece de un cuerpo legal que regule el uso de estas aguas, se reconoce la aplicación de ciertos principios que forman parte del Derecho Internacional Ambiental; entre los que figuran el principio de la utilización equitativa y razonable, la obligación de no causar un perjuicio al medio ambiente de otros, la necesidad de celebrar consultas antes de iniciar cualquier actividad que pueda causar un daño transfronterizo y la indemnización debida a quienes sufran dicha afectación y por último la obligación de cooperar a través de acuerdos específicos y

organizaciones conjuntas, esto basándose sobre la igualdad soberana, la integridad territorial, el desarrollo sostenible, el aprovechamiento mutuo y la buena fe.

Como parte del estudio de las cuestiones jurídicas, reglas y normatividad aplicable a estos recursos, se puntualizó en todos aquellos acuerdos e instrumentos legales internacionales relacionados con la gestión de los acuíferos transfronterizos o sistemas acuíferos transfronterizos, aún sí éstos, sólo hicieran una breve mención sobre estos recursos.

Entre los instrumentos mencionados están: las Reglas de Helsinki, Reglas de Seúl y Reglas de Berlín, el Tratado de Bellagio, la Convención para la Protección y Utilización de los cursos de agua y los lagos internacionales o Convenio del Agua. Otra aportación relevante para este desarrollo normativo se dio a partir de la celebración de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación y finalmente el instrumento más acabado sobre esta materia, el Proyecto de Ley de Acuíferos Transfronterizos, el cual ha marcado un avance concreto en la reglamentación del uso y manejo de las aguas subterráneas compartidas y provee de una serie completa de recomendaciones específicas para la gestión sostenible y pacífica de estos recursos.

De todo lo expuesto a lo largo de este capítulo, resulta evidente la enorme importancia que poseen estos recursos y la necesidad de encontrar mecanismos para protegerlos, preservarlos y garantizar su gestión eficiente a partir de la aplicación de instrumentos de derecho internacional adecuados. De lo contrario una mala gestión de éstos podría llegar a constituirse en un elemento de competencia y conflictividad, en la medida en que las naciones no alcancen un entendimiento sobre su mejor uso y aprovechamiento. Por ello llegar a un buen acuerdo de manejo conjunto de los recursos hídricos subterráneos transfronterizos en la región norte de América podría ser un elemento importante que garantice un mayor y mejor desarrollo en nuestra región.

Por esta razón el próximo capítulo se enfoca específicamente a revisar la situación en la que se encuentran los acuíferos compartidos en la región de América del Norte, los retos que enfrentan los tres países que componen la región para el manejo compartido de estos recursos y las acciones que han llevado a cabo para tal fin. Además se presentarán como casos de estudio la situación particular del acuífero Bolsón del Hueco- Valle de Juárez compartido entre México y los Estados Unidos y el Sistema Acuífero Abbotsford- Sumas compartido entre Estados Unidos y Canadá.

CAPÍTULO III

ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN LA REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE

3.1 GEOGRAFÍA Y CARACTERÍSTICAS SIGNIFICATIVAS DE LOS ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN AMÉRICA DEL NORTE

3.1.1 Situación Actual de los acuíferos transfronterizos en América del Norte

La región norte de América posee un volumen importante de recursos de agua dulce, tanto de fuentes superficiales, como subterráneas, pero la distribución de estos recursos es muy variable; Canadá por ejemplo posee alrededor del 9% del agua dulce accesible del planeta, localizada en su mayoría en el subsuelo (el volumen de estos recursos se ha calculado 37 veces más grande que el del agua contenida en los lagos y ríos de ese país), en México la situación es diferente, el agua dulce solo abunda en algunas zonas del país, sobre todo en la parte sur, donde por cierto la densidad de la población es baja⁹⁰.

En lo que respecta particularmente a las fuentes de agua subterráneas, el continente americano posee un enorme potencial, debido al extenso volumen de sus recursos, calculados en aproximadamente 5670 km³ anuales. La importancia de estos recursos está dada por su volumen, pero sobre todo por la dependencia que se tiene de éstos, ya que para algunas regiones representan la única fuente de suministro accesible. También resultan ser un recurso vital para mantener las expectativas de crecimiento de los sectores agrícola e industrial de la economía regional y desempeñan un papel esencial en la conservación de ríos, corrientes, lagos y humedales⁹¹.

La dependencia que se tiene sobre este recurso varía de modo considerable de país en país; en Canadá, por ejemplo solo 20% de los residentes de Quebec dependen de las aguas subterráneas, pero 60% de quienes viven en Nueva Brunswick y casi 100% de quienes habitan la Isla del Príncipe Eduardo satisfacen

⁹⁰ Comisión para la Cooperación Ambiental para América del Norte (CCA), (2002), Taller de expertos en agua dulce en América del Norte, "Agua subterránea: Un recurso de América del Norte", Canadá, p. 2.

⁹¹ Ídem

con ellas sus necesidades de agua potable. Por otra parte en Estados Unidos, en algunas partes del Estado de Florida, la zona que circunda San Antonio Texas y en la región de Albuquerque Nuevo México, el agua subterránea es la única fuente disponible de agua potable⁹².

Sin embargo, a pesar de esta evidente importancia, estos recursos se ven amenazados por la sobreexplotación, pues en muchos lugares se usa el agua contenida en estos sistemas con mayor rapidez que con la que la naturaleza la puede reemplazar. La contaminación es otro factor que afecta a la mayoría de los acuíferos transfronterizos de la región; como se observa en el sistema Abbotsford-Sumas, localizado en la frontera entre Canadá y los Estados Unidos, en este sistema los niveles de nitrato sobrepasan en más de cuatro veces la norma de agua potable de ambos países, así mismo presenta altas concentraciones de plaguicidas y fertilizantes provenientes de la intensa actividad agrícola e industrial asentada en la región⁹³.

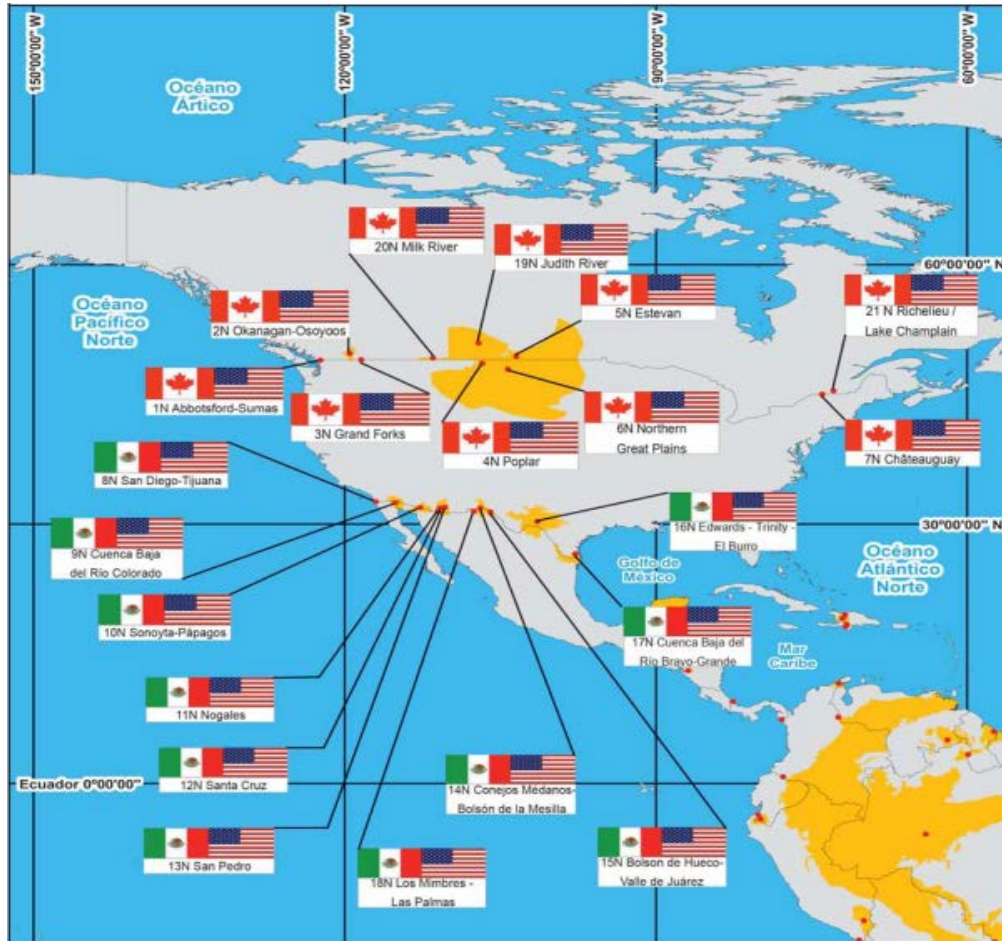
A partir de las actualizaciones del inventario elaborado por el programa ISARM-Américas, hasta el 2012 se tenían identificados 21 sistemas acuíferos transfronterizos en la región de América del Norte, de los cuales 10 se encuentran distribuidos a lo largo de la frontera de Estados Unidos y Canadá y los once restantes entre México y Estados Unidos. La ubicación y distribución geográfica de estos sistemas se observa en el siguiente mapa⁹⁴.

⁹² Comisión para la Cooperación Ambiental para América del Norte, *Op.cit.*, p. 4.

⁹³ UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, (2010), *Aspectos Socioeconómicos, Ambientales y Climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas*, p. 138. [www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3(spa).pdf)

⁹⁴ El programa ISARM- Américas es una iniciativa presentada por el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO en el Taller sobre Acuíferos Transfronterizos que tuvo lugar en Argentina en 2002. Su objetivo principal es promover el conocimiento de los recursos hídricos subterráneos transfronterizos y la colaboración entre los países que los comparten para lograr un consenso y llegar a establecer una gestión eficiente y sustentable de los mismos. Dentro de este programa se realizan de forma anual talleres de coordinación, de los cuales se han desprendido trabajos que han llevado a la publicación de tres monografías: la primera lleva por título “Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas: Evaluación preliminar” en 2006, la segunda se publicó en 2008 bajo el título “Marco legal e institucional en la gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas” y el tercero “Aspectos Socioeconómicos, Ambientales y Climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas” en 2010. Existe además el borrador de un cuarto libro que aún está en proceso de discusión y que tentativamente llevaría por título

Mapa III. 1 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN ÁMERICA DEL NORTE



FUENTE: Imagen tomada del libro “Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas”, UNESCO/ OEA- ISARM Américas, 2010.

Canadá- Estados Unidos		Estados Unidos- México	
1. Abbotsford- Sumas	6. Northern Great Plains	8. San Diego- Tijuana	14. Conejos Médanos- Bolsón de la Mesilla
2. Okanagan- Osoyoos	7. Châteauguay	9. Cuenca baja del río Colorado	15. Bolsón del Hueco- Valle de Juárez
3. Grand Forks	19. Judith River	10. Sonoyta- Pápagos	16. Edwards- Trinity- el Burro
4. Poplar	20. MilkRiver	11. Nogales	17. Cuenca baja del río Bravo- Grande
5. Estevan	21. Richelieu/ Lake Champlain	12. Santa Cruz	18. Los Mimbres- Las Palmas
		13. San Pedro	

“Hacia una estrategia de la gestión integrada de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas”. (Organización de Estados Americanos, 2010: 1-2)

Como se observa en el mapa III.1, todos estos acuíferos sobrepasan las fronteras de los tres países, por esta razón se reconocen como sistemas transfronterizos. Por su localización se observa también que la mayoría de estos acuíferos se encuentran cerca de centros urbanos o zonas con gran actividad agrícola e industrial. Además presentan la característica de estar conectados, sea a un río internacional o a un acuífero vecino, como es el caso de los acuíferos transfronterizos San Pedro o Santa Cruz, compartidos entre México y Estados Unidos o los sistemas Northern Great Plains y Estevan conectados hidrogeológicamente a los grandes Lagos entre Canadá y Estados Unidos. En la siguiente sección se abordarán los elementos que caracterizan a estos sistemas como: ubicación, características hidrogeológicas y el nivel de cooperación existente para su manejo conjunto.

3.1.2 Características significativas de los sistemas acuíferos transfronterizos en Norteamérica

En esta sección se destacan las principales características de los 21 acuíferos transfronterizos que se localizan en la región norte de América, así como su valor e importancia; se incluyen datos sobre su extensión, estimación de volumen, demanda de agua a la que están sujetos y en algunos casos se incorpora información sobre los usos destinados de estos recursos y el nivel de cooperación binacional que existe para su manejo conjunto. Los siguientes cuadros recogen la información obtenida a la fecha sobre los elementos que caracterizan a estos 21 sistemas acuíferos transfronterizos⁹⁵.

⁹⁵ Información extraída del libro: (2010), *“Aspectos Socioeconómicos, Ambientales y Climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas”*, UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas. [www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3(spa).pdf)

Características de los Sistemas Acuíferos Compartidos entre CANADA- ESTADOS UNIDOS

NOMBRE	UBICACIÓN		EXTENSIÓN			VOL.	ESPESOR	RECARGA	CONDICIÓN CLIMÁTICA	POBLACIÓN		USOS (%)			CALIDAD	CARACTERÍSTICAS	INSTITUCIONES PARA EL MANEJO CONJUNTO
	CAN.	EU	CAN.	EU	TOTAL					CAN.	EU	DOM.	AGRIC.	IND.			
Abbotsford - Sumas	Columbia Británica	Washington	100 km ²	160 km ²	260 km ²	3.7 km ³	Profundidad 0-100 m	650- 1000 mm/a (+CAN)	N/D	160, 000	30, 000	30 (EUA)/ 10 (CAN)	70 (EU)/ 78 (CAN) (Agricult. Intensa)	10 (CAN)	Presencia de Nitratos por fertilizantes.	Acuífero no confinado. Sobreexplotación local (CAN)	Se estableció un equipo de cooperación internacional para el intercambio regular de información.
Okanagan-Osoyoos	Columbia Británica	Washington	N/D	N/D	25 km ²	N/D	100-500 m	> CAN	Semi-árido	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Sistema acuífero multicapa. Demanda moderada. Flujo hacia el sur.	N/D	
Grand Forks	Columbia Británica	Washington	Mayor proporción	N/D	34 km ²	1.7 km ³	50-100 m	30-120 mm/a (+CAN)	Semi-árido	12,000	N/D	10 (CAN)/ N/D (EU)	90 (CAN)/ N/D (EU)	-	Presencia de Nitratos por fertilizantes	Acuífero aluvial. Flujo de este a sur. Demanda alta.	No hay ninguna institución de gestión conjunta.
Poplar	Saskatchewan	Montana	N/D	N/D	10, 000 km ²	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Mayor uso CAN/ EUA	N/D	N/D	N/D	Poca información. Única fuente de abastecimiento.	Comité Bilateral para el monitoreo regular del Sistema.
Estevan	Saskatchewan	Dakota del Norte	N/D	N/D	280 km ² (4km ancho/ 70 km. Largo) APROX.	N/D	80 m	N/D	N/D	N/D	N/D	>CAN	N/D	N/D	N/D	Acuífero formado por canales de valles enterrados dentro de rocas poco permeable. Poca información.	N/D
Northern Great Plains	Saskatchewan y Manitoba	Montana, Wyoming, Dakota del norte y Dakota del sur	125,000 km ²	375,000 km ²	500,000 km ²	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Salinidad	Acuífero confinado. Flujo de EU a CAN. Sistema importante a todos los niveles.	N/D
Châteauguay	Montreal	Nueva York	1425 km ²	1056 km ²	2481 km ²	1250 km ³ (CAN) / 375 km ³ (EU)	0-500 m. (CAN)/ 0-100 m. (EU)	80 mm/a (CAN)	N/D	100,000	25,000	40 (CAN)/ >(EU)	50 (CAN)/ N/D (EU)	10 (CAN) / N/D (EU)	Media, presencia de fertilizantes y compuestos químicos orgánicos.	Acuífero compuesto de rocas sedimentarias fracturadas.	Desde el 2003 se llevan a cabo reuniones continuas y estudios conjuntos.
Judith River	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Milk River	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Richelieu-Lake Champlain	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

FUENTES: Programa UNESCO/ OEA- ISARM Américas, (2010), Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas, pp. 68-97; Conseil des Académies Canadiennes, (2009), Évaluation de la gestion durable des eaux souterraines au Canada, pp. 165-169.

*N/D: No hay datos disponibles

Características de los Sistemas Acuíferos compartidos entre ESTADOS UNIDOS- MÉXICO

NOMBRE	UBICACIÓN		EXTENSIÓN			VOL.	ESPESOR	RECARGA	CONDICIÓN CLIMÁTICA	DEMANDA	POBLACIÓN		USOS (%)				CARACTERÍSTICAS	CALIDAD	INSTITUCIONES PARA EL MANEJO CONJUNTO
	MEX.	EU	MEX.	EU	TOTAL						MEX.	EU	DOM.	AGRI.	IND.	URB.			
San Diego-Tijuana	Baja California	California	N/D	N/D	550 km ²	N/D	300 m Profundidad ad 5- 20 m	16 hm ³ /a (inducida)	Árido a semiárido, con tendencia a sequías precipitación Media/ a 250 mm	Alta en Tijuana y San Diego Mayor extracción en Mex. 17 hm ³ /a- 6 hm ³ /a EUA	2,800,000 (2005)	400,000	0	> Uso (EU)/ 47.1 (MEX)	23.5 (MEX)	>Uso (EU)/ 29.4 (MEX)	Acuífero formado por materiales aluviales y conglomerados	Apta para todos los usos, pero se registran infiltraciones de aguas residuales e intrusión de agua marina.	No existe interacción binacional para el manejo conjunto del acuífero.
Cuenca Baja del Río Colorado	Baja California - Sonora	California - Arizona	N/D	N/D	N/D	N/D	Espesor de cientos de metros. Profundidad ad 2- 50 m	Recarga natural escasa. Baja precipitación, poca infiltración por revestimiento del Canal Todo Americano. (En este SAT se práctica la recarga inducida por riego con valor de 620 hm ³ /a)	Árido extremo, precipitación media/ anual menor a 200 mm	Alta. Mayor extracción en México 826 hm ³ /a	895,106	N/D	0.5	88	0	11.5	Acuífero constituido por clásico no consolidado depositado en el delta del río. Hay una competencia creciente por el recurso.	Salinidad por lavado de suelo agrícola e infiltración de agua residual.	No hay colaboración binacional para el manejo del acuífero.
Sonoytas-Pápagos	Sonora	Arizona	N/D	N/D	N/D	94.16 hm ³ /a	Espesor de varias decenas de metros a 200 m. Profundidad ad de 10- 120 m.	41.4 hm ³ /a Originada por infiltración del río Sonoytas	Seco, zona desértica, precipitación media anual 130 mm	Alta. Mayor extracción en México.	42,597	N/D	N/D	>Uso	N/D	N/D	Acuífero formado por materiales aluviales.	Calidad variable, salinidad por la aridez de la zona y la comunicación hidráulica con el mar.	No existe interacción binacional.
Nogales	Sonora	Arizona	120 km ²	640 km ²	6520 km ²	N/D	Medio, profundidad ad 30 m- 150 m.	Reducida por la aridez 5.2 hm ³ /a	Árido/ Semi-árido, lluvia escasa, precipitación media anual menor a 300 mm/a.	Alta. Volumen de extracción 8 hm ³ /a	156,964	21,000	N/D	>Uso	>Uso	>Uso (sobre todo en Ciudades de Nogales)	Acuífero constituido por materiales aluviales y rocas fisuradas. El flujo es de México a EU.	Aceptable. Problemas parciales de contaminación industrial (sobre todo en México)	Existe un acuerdo para realizar estudios conjuntos.
Santa Cruz	Sonora	Arizona	N/D	N/D	Reducida	N/D	Reducido, profundidad ad variable de 4- 10 m.	Baja por la aridez de la zona, 33 hm ³ /a (del lado mexicano)	Seco, precipitación menor a 300 mm/a	Muy Alta. En EU hay un campo de pozos que lleva agua a Cd. Nogales y en MEX. Se exporta del Valle de Sta. Cruz a su Cd de Nogales.	2500	980,000	0.2 (MEX)	>Uso (EU)/ 47.5 (MEX)	N/D	> 51.8 (MEX)	Acuífero constituido por materiales aluviales, conglomerados y roca volcánica fisurada. Transmisividad media. El flujo es de México a EU.	Aceptable y sin contaminación	Se realizan reuniones frecuentes pero no se ha estudiado de forma conjunta el SAT. No hay un Programa formal Bilateral de acciones. En EU existe un programa de desarrollo estatal: Santa Cruz Active Management Area (AMA) y Tucson AMA.

NOMBRE	UBICACIÓN		EXTENSIÓN			VOL.	ESPESOR	RECARGA	CONDICIÓN CLIMÁTICA	DEMANDA	POBLACIÓN		USOS (%)				CARACTERÍSTICAS	CALIDAD	INSTITUCIONES PARA EL MANEJO CONJUNTO
	MEX.	EU	MEX.	EU	TOTAL						MEX.	EU	DOM.	AGRI.	IND.	URB.			
San Pedro	Sonora	Arizona	N/D	N/D	N/D	N/D	Reducido profundidad de 10-90 m	Baja, 41 hm ³ /a	Árido, precipitación media anual menor a 300 mm.	Alta sobretodo en EU. Extracción de 22.3 hm ³ /a	Baja, 6,195	128,000	6.3 (MEX) / Similar en EU	22.9 (MEX) / Similar en EU	47 (MEX) / Similar en EU	23.8 (MEX) / Similar en EU	Acuífero constituido por materiales aluviales y conglomerados. Transmisividad de media a baja en México. Flujo de Mex. a EU.	Aceptable con registros de intrusión de aguas residuales no tratadas (sobretodo en México)	Desde el 2002 se creó la Asociación Binacional de San Pedro que realiza reuniones frecuentes para la discusión y el intercambio de información.
Conejos Médanos-Bolsón de la Mesilla	Chihuahua	Texas	6200 km ²	3800 km ²	10000 km ²	Gran capacidad de almacenamiento	De cientos de metros a más de 1000 m, profundidad de 8-130 m	Baja por aridez de la zona	Árido, zona desértica con precipitaciones menores a 100 mm	Alta sobretodo en EU. No hay fuentes complementarias de abasto.	712	N/D	12.5 (MEX)	68.8 (MEX)	0 (MEX)	18.7 (MEX)	Forma parte de las cuencas cerradas de Texas y México, está constituido de materiales aluviales y depósitos de bolsón, es de tipo libre y permeabilidad media a baja	En MÉX. la salinidad del agua es alta para consumo humano.	No hay colaboración binacional para el manejo del SAT, pero si se ha dado el intercambio regular de información.
Bolsón del Hueco-Valle de Juárez	Chihuahua	Texas	1,600 km ²	6,400 km ²	8,000 km ²	Gran capacidad de almacenamiento	Espesor de 800 m con una profundidad de unos metros a 150 m	Baja por lluvia escasa	Clima semi árido Precipitación menor a los 200 mm/a	Alta a Muy Alta	1,235,279	700,000	1.6 (MEX) /	54.2 (MEX) / 0-20 en tiempos de sequía (EU)	1.6 (MEX) / 90/70 en tiempos de sequía (EU)	42.6 (MEX) / 5-10 en tiempo de sequía (EU)	Acuífero constituido en su parte superior por materiales clásticos aluviales y depósitos de bolsón y en su parte inferior por rocas sedimentarias kársticas e ígneas extrusivas.	Media, incremento de salinidad e intrusión de aguas residuales no tratadas	No hay un programa binacional de manejo conjunto, pero hay un buen nivel de comunicación e intercambio de información.
Edwards Trinity- El Burro	Coahuila	Texas	22,000 km ²	N/D	N/D	N/D	N/D	Baja por lluvias escasas	Árido, sequías comunes, precipitación media anual menor a 400 mm	Alta sobretodo en EU, 72 hm ³ /a EU, 10 hm ³ /a MEX.	110,614	49,000 (solo 4 condados fronterizos registrados)	13 (MEX)	87 (MEX) / 75 agroindustria l en (EU)	25 (Minero-ganadero-municipal-energía a EU)	Acuífero constituido por rocas calizas de alta permeabilidad. El agua es mayormente no confinada y confinada en las zonas profundas.	Variable depende de la zona y la profundidad del acuífero, puede ser dulce, salobre o salada en las partes más profundas.	No hay colaboración binacional para el manejo del SAT	

NOMBRE	UBICACIÓN		EXTENSIÓN			VOL.	ESPESOR	RECARGA	CONDICIÓN CLIMÁTICA	DEMANDA	POBLACIÓN		USOS (%)				CARACTERÍSTICAS	CALIDAD	INSTITUCIONES PARA EL MANEJO CONJUNTO
	MEX.	EU	MEX.	EU	TOTAL														
Cuenca Baja del Río Bravo/ Grande	Coahuila-Tamaulipas	Texas	17,500 km ²	N/D	N/D	N/D	Espesor de decenas a cientos de metros. Profundidad en MEX de algunos metros a 50 m.	En MEX se estima en 198 hm ³ /a. Recarga relacionada al caudal del Río.	Árido- semi-árido, precipitación media anual de 450- 600 mm.	Alta	1,373,531	1,200,000	1.7 (MEX)	72 (MEX)	14.7 (MEX)	11.6 (MEX)	Está formado por acuíferos alojados en los depósitos fluviales del río Bravo y sus afluentes. Está constituido de materiales sedimentarios consolidados y no consolidados, rocas ígneas y metamórficas.	Aceptable en la faja fluvial, salinidad en el resto del SAT	No existe un acuerdo para el manejo conjunto del sistema, pero mediante la CILA se ha elaborado un Acta en la cual se disponen consultas recíprocas respecto a nuevos proyectos de desarrollo.
Los Mimbres- Las Palmas	Chihuahua	Nuevo México	3,766 km ²	11,422 km ²	15,188 km ²	Gran capacidad de almacenamiento	Espesor de 0- 1130 m. profundidad en MEX de 10- 100 m y en EU de 0- 1128 m.	N/D	Árido extremo, lluvias escasas, precipitación media menor a 273 mm/a	Alta a ambos lados de la frontera. Única fuente de abastecimiento.	10,000	27,000	2 (MEX) / 3 (EU)	96 (MEX) / 77 (EU)	0.7 (MEX) / 17 (EU)	1.3 (MEX) / 3 (EU)	Sistema con ocurrencia en una cuneca hidrogeológica de drenaje cerrada. Posee una parte confinada.	Aceptable para consumo humano	No hay colaboración binacional para el manejo del SAT

FUENTES: Programa UNESCO/ OEA- ISARM Américas, (2010), Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas, pp. 98- 173; Callegary, J., et al., (2012), Evaluación binacional de los Acuíferos Santa Cruz y San Pedro. Informe sobre la colaboración Sonora- Arizona acerca del "Programa para la evaluación de acuíferos transfronterizos", pp. 1- 23; Megdal, S., et al., (2010), Evaluación institucional de los acuíferos transfronterizos Santa Cruz y San Pedro en la frontera México- Estados Unidos, pp. 1-6.

N/D: No hay datos disponibles

De la información contenida en estas tablas se desprende lo siguiente:

Sistemas acuíferos transfronterizos localizados entre Estados Unidos/ Canadá

- No existe el mismo nivel de información en todos los sistemas acuíferos compartidos entre estos países.
- De los 10 acuíferos reconocidos y compartidos entre ambos países, solo tres cuentan con un mayor número de datos sobre su ubicación, extensión, volumen, niveles de recarga, demanda, usos y calidad de sus aguas. Estos sistemas son: Abbotsford- Sumas, Grand Forks y Châteauguay.
- De los sistemas Okanagan- Osoyoos, Poplar, Estevan y Northern Great Plains solo se les ha identificado por nombre, ubicación y en algunas casos extensión aproximada.
- Los sistemas Judith River, Milk River y Richelieu/ Lake Champlain fueron incluidos en el último de los libros publicados por el programa ISARM- América: *“Aspectos Socioeconómicos, Ambientales y Climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas”*, sin embargo solo se identifica a estos tres acuíferos pero no se ofrece ningún otro dato que los caracterice.
- Se observa que los acuíferos transfronterizos que poseen un mayor número de datos y de los cuales se tiene un mejor conocimiento, son aquellos que tienen una alta demanda o de los que se tiene una mayor dependencia de sus aguas.
- En la mayoría de los casos no hay un buen nivel de intercambio de información y por consecuencia no se han establecido formalmente grupos de trabajo o instituciones de gestión conjunta. Los tres casos en los que sí se ha iniciado este proceso para la formación de equipos de cooperación bilateral para el intercambio regular de información son: Abbotsford- Sumas, Poplar y Châteauguay.

- Generalmente las aguas contenidas en estos sistemas son destinadas para la satisfacción de las necesidades domésticas de la población y para abastecer las demandas del sector agrícola.
- La calidad del agua contenida en estos sistemas es variable, existen datos sobre la alteración de la calidad debido a la presencia de nitratos por el uso de fertilizantes y niveles elevados de salinidad en algunos acuíferos.

Con base en estas observaciones al parecer la forma de gestionar de manera conjunta los sistemas acuíferos compartidos entre Canadá y Estados Unidos se caracteriza por 1) Un bajo nivel de cooperación para el monitoreo y seguimiento de la dinámica de los sistemas, 2) Un bajo nivel de conocimiento con relación a aquellos sistemas que no se encuentran sometidos a una presión por su uso intensivo o por el contrario, un escaso interés de las agencias de los Estados por poner la información a disposición 3) Un mayor problema en términos del deterioro de la calidad del agua que induce la escasez más que un problema de escasez por baja disponibilidad.

Sistemas acuíferos transfronterizos localizados entre México/ Estados Unidos

- Al igual que en los sistemas compartidos entre Estados Unidos y Canadá, el conocimiento que se tiene de los sistemas acuíferos transfronterizos entre México y los Estados Unidos es diferenciado, es decir no se cuenta con el mismo nivel de información para todos los sistemas.
- En la mayoría de los casos se reconoce su ubicación pero no se tiene conocimiento exacto de su extensión ni del volumen del agua contenida en éstos.
- Los niveles de recarga de la mayoría de estos sistemas son bajos debido a la condición climática de la zona en la que se localizan, que es árida o semiárida, por lo que las precipitaciones registradas son escasas.

- La mayoría de estos acuíferos se encuentran sometidos a una gran presión por la alta demanda que se tiene de los mismos, ya que en ocasiones representan la única fuente de abastecimiento disponible.
- Existe una coincidencia entre el nivel de conocimiento de un sistema y su importancia en la región, ya que se observa que los sistemas acuíferos que poseen un mayor número de datos son aquellos que tienen una cercanía con centros urbanos y de desarrollo económico o asentamientos importantes de población, por lo que éstos constituyen una fuente importante de abastecimiento.
- Los usos a los que se destina generalmente la extracción de las aguas contenidas en estos sistemas son para satisfacer las altas demandas del sector agrícola e industrial y las necesidades domésticas de la población.
- La calidad del agua en estos acuíferos es variable y generalmente aceptable para consumo humano, sin embargo existen datos que confirman la elevación del nivel de salinidad del agua y la intrusión de aguas residuales a los sistemas acuíferos, además de la presencia de contaminantes industriales.
- El grado de cooperación para el establecimiento de grupos de trabajo conjunto es aún bajo ya que en la mayoría de los casos no existe una interacción binacional para el manejo coordinado de los acuíferos. Los casos en los que sí se tiene registro de algún tipo de acuerdo o acercamiento entre las autoridades de ambos gobiernos son: El sistema acuífero de Nogales, Santa Cruz y San Pedro. En el caso del sistema acuífero de la Cuenca baja del Río Bravo no existe un acuerdo formal pero si se ha dado un intercambio regular de información. La misma situación se observa en el sistema Conejos Médanos- Bolsón de la Mesilla y el sistema Bolsón del Hueco- Valle de Juárez.

Con base en estas observaciones al parecer la forma de gestionar de manera conjunta los sistemas acuíferos compartidos entre Estados Unidos y México se caracteriza por 1) Un bajo nivel de conocimiento sobre estos recursos resultado de la poca interacción que existe entre ambos para la discusión del tema de los

acuíferos transfronterizos, 2) Bajo nivel de compromiso para el intercambio regular de información sobre la dinámica de estos recursos, 3) Alta presión por el uso intensivo de las aguas de los acuíferos transfronterizos, sumado a los bajos niveles de recarga, como consecuencia de las condiciones propias de la zona, ya que en su mayoría se localizan en una región árida 4) Problemas en términos del deterioro de la calidad del agua.

3. 2 INSTITUCIONES Y ACUERDOS PARA EL MANEJO DE LOS ACUIFEROS TRANSFRONTERIZOS ENTRE MÉXICO- EU Y CANADÁ- EU

Al tratar de gestionar adecuadamente los recursos de agua subterránea compartida en la región, han surgido diversos problemas, una de estas dificultades ha sido la carencia de un marco legal e institucional conjunto que brinde reglas o principios para el establecimiento de mecanismos de manejo apropiados para una explotación sustentable de estas aguas.

El manejo del agua subterránea compartida en América del Norte se basa en la aplicación de las legislaciones vigentes de los tres países en materia de agua; tanto en Estados Unidos como en Canadá la gestión del agua en cuencas y acuíferos es un asunto de carácter estatal o provincial y es en este nivel donde se toman las decisiones de uso, gestión y protección de los recursos hídricos⁹⁶.

En el caso particular de los Estados localizados al norte de Estados Unidos, éstos aplican un sistema de *aprovechamiento o permisos por precedencia*, en los cuales se especifican el ritmo de extracción, la ubicación de los pozos y el objetivo de la extracción, otros Estados recurren a una *doctrina de uso razonable*, donde los dueños de tierras tienen el derecho de explotar las aguas del subsuelo, sin comprometerlas por una explotación insustentable. Un tercer enfoque usado en este país es el que se presenta sobre todo en los Estados del sur, como Texas, donde no hay una regulación estatutaria de bombeo de aguas subterráneas y los

⁹⁶Taller de expertos en agua dulce de América del Norte, *Op.cit.*, p. 11

dueños de las tierras tienen el *derecho de capturar* el agua que fluye bajo sus tierras sin restricciones⁹⁷.

En México la autoridad en el manejo del agua es el gobierno federal y la ejerce a través de la Comisión Nacional del Agua, la cual entre otras funciones se encarga de otorgar las concesiones para utilizar el agua de los ríos, lagos y acuíferos, así como los permisos para las descargas a los ríos y lagos⁹⁸.

A pesar de la carencia del marco legal e institucional conjunto para el manejo específico de las aguas subterráneas compartidas, se ha progresado en la comprensión y el manejo de estos recursos. A nivel regional la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), ha contribuido al desarrollo del conocimiento sobre acuíferos transfronterizos, en aras de promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental.

Por su parte la Organización de Estados Americanos (OEA), a través de diferentes proyectos y programas de capacitación, ha brindado apoyo a la región para asegurar que las aguas subterráneas sean una pieza central de las estrategias sobre manejo integrado de recursos hídricos, lo cual incluye la identificación de mejores prácticas que vinculen el manejo de las aguas superficiales con el de las aguas subterráneas⁹⁹. En este sentido, la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de este organismo, ha desempeñado un papel fundamental en la promoción de la cooperación entre los países miembro, los donantes, las instituciones financieras internacionales y la comunidad científica, así como en la ejecución de proyectos orientados a la aplicación de principios y esquemas de Manejo Integrado de Recursos Hídricos en la región¹⁰⁰.

Los siguientes apartados detallan de forma particular la gestión binacional que se lleva a cabo entre México y los EU y entre este país y Canadá en materia de recursos de agua subterránea compartida. Así mismo se hará referencia al nivel

⁹⁷ Herrera, C., (2009), *Quinto Foro Mundial del Agua: Documento de la región norteamericana*, p. 12. http://archivos.ana.gov.br/wfa/na/WWF_Documento_de_la_region_norteamericana.pdf, (05 mayo 2011)

⁹⁸ www.conagua.gob.mx

⁹⁹ Miletto y Kirchheim, *Op.cit.*, pp. 1- 2.

¹⁰⁰ídem

de cooperación binacional existente para el manejo de estos recursos y en ciertos casos se abordarán los instrumentos legales concretos para su manejo conjunto y los alcances que poseen, así como el desarrollo institucional existente para el manejo específico de los acuíferos transfronterizos.

3. 2. 1 Instituciones y acuerdos para la gestión de los acuíferos transfronterizos entre México y los Estados Unidos

La frontera entre México y los Estados Unidos es una de las más largas del mundo, tiene una longitud de 3152 Km y un ancho de aproximadamente 100 Km. En esta zona se encuentran localizadas tres cuencas transfronterizas: la del río Bravo, el Colorado y el río Tijuana y se han ubicado en esta misma región 11 sistemas transfronterizos de agua subterránea¹⁰¹.

En esta zona el agua es el recurso más escaso, frágil y apreciado, sucede así por las condiciones naturales tan particulares de la zona (clima árido con baja precipitación) y por la forma en como ha impactado la evolución de las ciudades fronterizas; es decir su falta de planeación urbana, el desempeño de los servicios públicos que proveen, así como el crecimiento económico (una industrialización extensiva basada en la industria maquiladora) y de la población, lo cual en conjunto ha dado pie tanto a la escasez del recurso, como a su mala calidad y contaminación¹⁰².

Históricamente la relación entre ambos países en materia de agua ha pasado por varias etapas, los primeros esfuerzos por establecer acuerdos en el manejo conjunto de los recursos hídricos compartidos se ubican en los primeros años del siglo XIX. En esos años se dio prevalencia a los recursos hídricos transfronterizos superficiales y sobre todo al uso que se debía hacer de ellos, su distribución y asignación; sin embargo, no se consideró la conexión entre las aguas superficiales

¹⁰¹ Consultado en: <http://www.infofrontera.org> (16 febrero 2011).

¹⁰² La contaminación de las aguas y de los mantos freáticos en la región fronteriza es resultado del crecimiento exponencial de las zonas industriales, los escurrimientos de pesticidas y productos químicos de la agricultura y los residuos generados por la expansión de la población fronteriza. (Alfie, M., 2005:2-3).

y las del subsuelo, ni tampoco se abordaban cuestiones relativas a la calidad de las aguas.

Entre estos primeros acuerdos se encuentran los siguientes:

- *Convenio para evitar las dificultades ocasionadas por los cambios efectuados en los lechos del río Bravo y el río Colorado*

Este acuerdo se estableció en 1889 y dio paso a la creación del primer mecanismo bilateral para ocuparse de los problemas del agua fronteriza, llamado *Comisión Internacional de Límites*, actualmente este organismo es conocido como la *Comisión Internacional de Límites y Aguas*, (CILA)¹⁰³.

- *Convención sobre la Equitativa Repartición de las aguas del río Bravo con fines de irrigación (CERA)*

En 1906 se firma esta Convención, convirtiéndose en el primer tratado de distribución de agua entre los dos países, en el cual se fijaron las primeras asignaciones de agua. En este acuerdo se estipulaba la entrega a México de aguas del río Bravo por los Estados Unidos de 74 millones de metros cúbicos, para uso en la zona de Ciudad Juárez, Chihuahua. Además se acordaba la construcción de presas, que permitieran el almacenamiento y distribución de las aguas con mayor certeza, sobre todo en temporadas de sequía¹⁰⁴.

¹⁰³ La Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), está formada por dos secciones nacionales y cada una encabezada por un solo comisionado con rango de embajador en su respectivo servicio diplomático. La CILA es responsable de seis funciones principalmente: 1) control sobre los tramos limítrofes y la línea divisoria, 2) construcción y operación de las obras de aprovechamiento localizadas en la frontera, 3) asignación de las aguas de acuerdo con las especificaciones del Tratado de 1944, 4) interpretación, investigación y solución de las controversias entre las partes, 5) garantía de la aplicación de las reglas y procedimientos dentro de su jurisdicción y 6) construcción y mantenimiento de obras conjuntas de drenaje, alcantarillado y saneamiento, así como solución de las diferencias relacionadas con la calidad de las aguas transfronterizas. (CILA: <http://www.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/historia>)

¹⁰⁴ FAO, (2011), *México, asuntos internacionales relativos al agua*. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/MEX-Intlss_esp.stm (11 junio 2014)

Como su nombre lo indica este instrumento se abocaba al manejo y distribución de las aguas del río Bravo, sin hacer mención a las aguas del subsuelo.

- *Tratado sobre la utilización de aguas de los ríos Colorado, Tijuana y del río Bravo (1944)*

Este tratado es considerado como el mecanismo más importante para el manejo de los recursos hídricos transfronterizos entre México y los Estados Unidos, evidentemente abocado a los cursos de agua superficiales compartidos por ambos países. Este documento ha estado en vigor desde entonces y es considerado el eje del marco jurídico para la distribución de las aguas transfronterizas. Sin embargo, este instrumento de derecho internacional tampoco se ocupó de la asignación y manejo de los sistemas acuíferos compartidos por los dos países¹⁰⁵.

Bajo los principios de este Tratado, se sustituye la Comisión Internacional de Límites (CIL), creada por la Convención de 1889 y se convierte en Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), otorgándole las funciones del manejo del agua fronteriza¹⁰⁶.

Existen otras instituciones binacionales y legislaciones que están relacionadas con el manejo de los recursos de agua dulce en la frontera, entre éstos están: El “Tratado de la Paz”, el proyecto “Frontera XXI” y los “Acuerdos Paralelos” celebrados en 1995, la “COCEF”, el “BANDAN” del mismo año, el proyecto “Frontera 2012” y el proyecto “Frontera 2020”. A continuación se abordan cada uno de estos instrumentos.

- *Tratado de la Paz*

En la década de los ochenta México y Estados Unidos iniciaron una serie de programas bilaterales y medidas complementarias para enfrentar la crisis

¹⁰⁵ Consultado en: <http://www.sre.gob.mx/cilanorte/images/stories/pdf/1944.pdf>

¹⁰⁶ Teorema, (2006), *Aguas transfronterizas México- Estados Unidos*. www.teorema.com.mx/agua/aguas-transfronterizas-mexico-estados-unidos (12 mayo 2014)

ambiental fronteriza, en este contexto se firma el “Tratado de la Paz” o “Acuerdo Marco de la Paz”, también conocido como “Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza”. Este Convenio suscrito en 1983 como respuesta a la compleja situación ambiental de la frontera común entre ambos países, establece un proceso de consulta bilateral respecto de los problemas ambientales fronterizos, abordando asuntos relacionados con la calidad del aire, manejo de desechos sólidos y peligrosos, planes de contingencia y respuestas ante emergencias, cooperación en la aplicación de la legislación y prevención de la contaminación. Este acuerdo preveía también atender asuntos relacionados con los recursos hídricos, siempre y cuando estos asuntos no afectaran las funciones asignadas a la CILA¹⁰⁷.

El Convenio de La Paz no se ocupa de la gestión de las aguas del subsuelo, sin embargo la preocupación respecto a la calidad de estas aguas ha dado lugar a sugerencias de que el Acuerdo de la Paz se amplíe para incluir dichos temas en sus discusiones¹⁰⁸.

El logro más importante del Tratado de la Paz fue haber sido el primer instrumento para lograr arreglos formales entre los dos países, además en él se establecieron reglas sobre cómo enfrentar problemas ambientales comunes e incorporar la condicionante “*el que contamina paga*” elemento clave en las posteriores negociaciones ambientales bilaterales¹⁰⁹.

- *Comisión de cooperación ecológica fronteriza (COCEF)*

Este organismo fue creado en el año de 1994 en el marco del Tratado de Libre Comercio (TLCAN), en el momento de su creación, su objetivo era abordar la carencia de infraestructura ambiental en la frontera. Entre las funciones que posee

¹⁰⁷ Alfie, M. y O. Flores, (2010), *Las agencias ambientales binacionales de México y Estados Unidos: Balance y perspectivas a 16 años de su creación*, p. 3.
<http://www.journals.unam.mx/index.php/nam/article/download/24148/22681%E2%80%8E> (14 noviembre 2013)

¹⁰⁸ Comisión para la Cooperación Ambiental, (2001), *Derecho y Políticas ambientales en América del Norte. Informe sobre el manejo de las aguas interiores fronterizas y transfronterizas en América del Norte*, Ediciones Yvon Blais, Canadá, p. 93.

¹⁰⁹ Alfie, M. y O. Flores, *Op.cit.*, p. 3

se encuentran: Brindar asesoría técnica para el desarrollo de proyectos de infraestructura medioambiental en la zona fronteriza y certificar tales proyectos para la consideración de cualquier apoyo financiero proveniente principalmente del Banco de Desarrollo de América del Norte, (BANDAN), aunque también pueden recibir el apoyo de otras instituciones financieras públicas o privadas¹¹⁰.

Las acciones de la COCEF se limitan a la zona fronteriza oficial de 100 kilómetros y a tres clases de obras de infraestructura ambiental: suministro y tratamiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales y desechos sólidos municipales¹¹¹.

A manera de balance ciertos especialistas consideran que tanto la COCEF como el BANDAN no han funcionado de manera adecuada ni en la formulación de proyectos ni en el financiamiento de los mismos, ello debido a la falta de continuidad en los proyectos y al escaso flujo de capital para el desarrollo de infraestructura. Estiman que ambas situaciones han mermado la fuerza de estas instituciones¹¹².

- Programa Frontera XXI

Esta iniciativa se adopta en 1996 a partir del Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) de 1992 en respuesta a preocupaciones respecto a posibles efectos ambientales negativos de actividades derivadas del TLCAN. Frontera XXI es un programa regional de desarrollo sustentable compatible con los objetivos globales del Programa 21.¹¹³ El objetivo de Frontera XXI es mejorar la cooperación

¹¹⁰ El Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN o BANDAN), se creó bajo los auspicios del TLCAN para facilitar el financiamiento para el desarrollo, ejecución y operación de proyectos de infraestructura ambiental previamente certificados por la COCEF. El BDAN cuenta con un consejo directivo binacional integrado por 6 personas: tres de México y tres de Estados Unidos que son elegidos por los presidentes de su propio país. La presidencia del consejo se alterna cada año entre representantes de cada uno de los países. El capital con el que cuenta el Banco procede de ambos gobiernos en partes iguales. (CCA, 2001:93-94)

¹¹¹ Comisión para la Cooperación Ambiental, *Op.cit.*, p. 94.

¹¹² Alfie, (2005), *Op.cit.*, p.5.

¹¹³ El Programa 21, junto con la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y la Declaración de principios para el Manejo Sustentable de los Bosques definen un plan de acción a ser asumido de manera mundial, nacional y local por las organizaciones de las Naciones Unidas, los gobiernos y los principales

binacional, intergubernamental y social para la protección ambiental y el desarrollo sustentable en la región fronteriza, bajo un enfoque operativo que pone énfasis en la participación ciudadana y la descentralización de la gestión ambiental por medio del desarrollo de la capacidad de gestión en los Estados y las comunidades locales y la cooperación entre las dependencias federales, estatales y locales¹¹⁴.

A la fecha no se distinguen avances concretos en materia de gestión de los recursos acuíferos transfronterizos derivados de este programa, sin embargo al adoptar los términos del desarrollo sustentable, describe el área fronteriza de una manera más flexible y en términos más ecológicos.

- Frontera 2012

Posterior a la iniciativa Frontera XXI, se estableció el Programa Frontera 2012 en el que participaron la Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Salud de México, la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos, los gobiernos de los 10 Estados fronterizos, los pueblos indígenas de la frontera norte de México, y los jefes de las tribus fronterizas del sur de Estados Unidos. En este programa se destaca la importancia de las alianzas entre los gobiernos de todos los niveles (federal, estatal y local) y los pueblos y las tribus indígenas. Los objetivos que persigue es la reducción de la contaminación del agua, el aire y el suelo, las mejoras en el desempeño ambiental mediante de la aplicación y el cumplimiento de la ley y la promoción de una gestión ambiental responsable¹¹⁵.

- Frontera 2020

Es el Programa Ambiental más reciente implementado en el marco del Convenio de la Paz y da continuidad a las acciones llevadas a cabo en el Programa Frontera

grupos en toda área en que la actividad humana afecte al medio ambiente. (Consultado en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm>)

¹¹⁴ Programa Frontera XXI, (1996), *Antecedentes y conceptos básicos del Programa*. www.geocities.ws/floresgod/tesis01.html (14 mayo 2014)

¹¹⁵ Alfie, M. y O. Flores, (2010), Op.cit, p.3

2012. Frontera 2020 mantiene el enfoque regional y local en la toma de decisiones, mejora la participación de los actores interesados y fortalece la capacidad institucional. Bajo este programa se han propuesto la persecución de cinco metas: 1) Reducir la contaminación del aire, 2) Mejorar el acceso a agua limpia y segura en la zona fronteriza, 3) Promover el manejo integral de materiales, residuos y sitios limpios, 4) Mejorar la preparación conjunta de respuesta ambiental y 5) Fortalecer el cumplimiento de la ley y la promoción de una gestión ambiental responsable. Para alcanzar estas metas se proponen aplicar técnicas de prevención de contaminación, mejorar el manejo de los recursos hídricos, ampliar la información ambiental, desarrollar políticas y normatividad aplicable a las metas, asistencia para la aplicación y cumplimiento de la ley, educación y capacitación ambiental y el desarrollo de infraestructura¹¹⁶.

En este programa se abordan los recursos hídricos de una forma general, sin considerar específicamente la situación particular de los sistemas acuíferos transfronterizos. En los objetivos planteados en la meta II que se refiere al agua, se especifica que ambos gobiernos trabajaran para solucionar la falta de acceso al agua potable en la frontera, plantean mejorar la recolección y tratamiento de aguas residuales, reducir la contaminación de aguas superficiales y acuíferos y plantean el estudio de los efectos del cambio climático que afectan los patrones de precipitación y la ocurrencia de sequías. Sin embargo el tema del estudio y manejo coordinado de los acuíferos transfronterizos no está contemplado¹¹⁷.

En resumen los instrumentos mencionados, además de los trabajos llevados a cabo por la CILA y la Comisión de Cooperación Ambiental han sido las principales estrategias implementadas de manera conjunta para el cuidado y la gestión de sus recursos hídricos fronterizos, sobre todo se han ocupado de las gestiones del agua superficial y muy poco de los recursos subterráneos, sin embargo con los años estos recursos han recibido poco a poco una mayor y mejor atención.

¹¹⁶ SEMARNAT/ EPA, (2013), *Programa ambiental México- Estados Unidos, Frontera 2020*. <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/frontera2020.pdf> (17 junio 2014)

¹¹⁷ Ídem

Uno de los primeros intentos por establecer compromisos conjuntos en materia de agua subterránea entre ambos países, fue la firma de la Minuta 242 en el marco de la CILA en 1973, este documento intentaba resolver la problemática de salinidad del río Colorado. En su inciso 5, esta Acta establecía que mientras se llegaba a la concreción de un convenio general sobre aguas subterráneas en las áreas fronterizas, cada país regularía y limitaría las extracciones de los mantos acuíferos del subsuelo en la frontera entre Arizona y Sonora, se acordó también un límite en el bombeo de las aguas del subsuelo de 197 358 000 m³ por año. Así mismo, a fin de evitar problemas futuros, ambos países se comprometían a establecer consultas recíprocas antes de emprender cualquier acción, sea en aguas superficiales o subterráneas, que pudiera afectar adversamente al otro país¹¹⁸.

Puede decirse entonces que desde la década de los setenta comenzó en el seno de la CILA un proceso de intercambio de información sobre aguas subterráneas en diferentes zonas de la frontera entre México y los Estados Unidos; por ejemplo en 1996 la CILA emitió un Informe Común de los Ingenieros Principales relativo al monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas en el Acuífero Transfronterizo de Nogales. Sobre la base del Acta 289 y de este Informe Común se inició un programa binacional de monitoreo de las aguas de este acuífero¹¹⁹.

Un acuerdo similar se estableció en 1997 para formalizar el intercambio de información y la elaboración de un modelo matemático del acuífero en la zona de Ciudad Juárez, Chihuahua- El Paso Texas, bajo este marco la CILA coordinó el intercambio de información de datos de aguas subterráneas entre los dos países, así como la elaboración y publicación bilingüe del documento conjunto generado¹²⁰.

A través de los años que siguieron a la firma de estos informes, se ha seguido trabajando para avanzar en un mejor conocimiento de los recursos subterráneos

¹¹⁸ Minuta 242. <http://www.cila.gob.mx/ACTAS/PROYECTOS.pdf>

¹¹⁹ UNESCO/ PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), *Op.cit.*, p. 15

¹²⁰ Ídem

compartidos, promoviendo un acercamiento que permita su mejor uso. Un ejemplo de esto se dio en el año 2006 con la firma de un programa formal de evaluación de los acuíferos fronterizos, este documento se conoce como el US-Mexico Transboundary Aquifer Assessment Act. Este programa fue organizado entre el Centro de la Ciencia del Agua del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y el Centro de Investigaciones de Recursos Hídricos (WRRC) de la Universidad de Arizona. Este programa deriva de la “*Ley Pública de los Estados Unidos 109-448*” al cual se le asignó un presupuesto de \$50 millones de dólares autorizados por el gobierno norteamericano para este periodo¹²¹.

El Acta aplica a los Estados de Texas, Nuevo México y Arizona, donde se han asignado cuatro acuíferos para evaluación prioritaria; Bolsón del Hueco y Bolsón de la Mesilla en la región de El Paso y Ciudad Juárez y los acuíferos de las Cuencas altas del río Santa Cruz y San Pedro en la zona fronteriza de Arizona y Sonora¹²².

A partir de su entrada en vigor, este programa ha celebrado varias reuniones binacionales, en 2008 fue incluido en el Programa Mundial para Evaluación Hidrogeológica (WHYMAP) del Quinto Foro Mundial del Agua, en 2009 patrocinó el Taller “Desarrollando un plan de trabajo para la evaluación de los acuíferos Santa Cruz y San Pedro”. En ese mismo año, los Comisionados de Estados Unidos y México aprobaron el “Informe Común de los Ingenieros Principales referente al proceso de cooperación conjunta para el Programa de Evaluación de Acuíferos Transfronterizos”.

En este informe ambos países reconocen estar conscientes del interés en ambos lados de la frontera en entender y preservar los acuíferos compartidos, para lo cual consideraron necesario establecer un grupo de expertos binacionales para evaluarlos, intercambiar información y desarrollar nuevas series de datos. Sin

¹²¹ (2011), Resumen: *Programa de Evaluación de Acuíferos Transfronterizos EU- México*. <https://wrrc.arizona.edu/programs/spanish/transboundary-aquifer-assessment> (6 febrero 2014)

¹²²ídem

embargo al revisar los criterios que componen este informe, se observan ciertos inconvenientes para el estudio de los acuíferos¹²³:

- En primer lugar aún si ambos países pueden proponer un acuífero como caso de estudio, éste deberá ser de interés común para que pueda ser considerado.
- Segundo, cada país será responsable de los gastos de proyectos realizados en su territorio, así como de seleccionar a los participantes o consultores que realizaran los estudios. Así que si algún país no cuenta con los recursos necesarios para realizarlos esto pararía el proceso de estudio, aunque se contempla que cualquiera de los dos países puede contribuir si así lo estima, en los gastos de trabajos realizados en el otro país.
- Los acuíferos a estudiar, así como los alcances de los estudios o actividades a realizar deben definirse conjuntamente.
- Se añade que las disposiciones a las que se lleguen en esos acuerdos no limitarán lo que cualquiera de los dos países determine realizar de forma independiente en su territorio, pues ninguno de los elementos presentes en los acuerdos puede vulnerar su soberanía o contravenir lo estipulado en el Tratado de Límites y Aguas de 1944 entre los dos países. Así pues la información generada a partir de estos proyectos es con el único propósito de ampliar el conocimiento de los acuíferos y no debe ser utilizada para exigir una modificación en el manejo y uso de los recursos hídricos que poseen.

A este punto se puede decir que aún si no se ha logrado concretar un acuerdo formal para el manejo conjunto de estos recursos, sí se ha avanzado en el mejor conocimiento de éstos a partir de los trabajos realizados en el marco de una cooperación binacional. Hasta la fecha ambos países solo han reconocido la importancia que poseen los acuíferos transfronterizos y la necesidad de avanzar

¹²³Comisión Internacional de Límites y Aguas México- EU, (2009), Informe común de los ingenieros principales referente al proceso de cooperación conjunta México- Estados Unidos para el programa de evaluación de acuíferos transfronterizos. (El Paso, Texas, 19 de agosto de 2009).

en el entendimiento de estos sistemas, abriendo para ello los canales necesarios para el intercambio de información que en principio permita ampliar su conocimiento y quizá más adelante establecer algún convenio formal de manejo conjunto.

El siguiente apartado abordará las instituciones y los acuerdos que regulan el uso y manejo de los sistemas de agua subterráneas que comparten Canadá y los Estados Unidos.

3. 2. 2 Instituciones y acuerdos para la gestión de los acuíferos transfronterizos entre los Estados Unidos y Canadá

Son varios los acuerdos binacionales celebrados entre los Estados Unidos y Canadá que rigen el manejo del agua transfronteriza. Uno de estos instrumentos y de los más importantes es el Tratado sobre Aguas Fronterizas de 1909, el cual entre otras cosas dio origen a la Comisión Internacional Conjunta (IJC International Joint Commission), organismo que tiene la función de atender y arbitrar sobre una amplia gama de asuntos relacionados con la buena gestión del agua y la frontera¹²⁴.

Desde su entrada en vigor, este Tratado ofreció principios y mecanismos para ayudar a resolver las disputas sobre las aguas transfronterizas y evitar las controversias. También contempla la posibilidad de realizar estudios conjuntos, establece los requisitos para la aprobación de determinados usos, obstrucciones y desviaciones en aguas que afecten los niveles y caudales en el otro país. Incluye disposiciones contra toda contaminación que pueda resultar en daños a la salud o la propiedad en la zona fronteriza¹²⁵.

Al establecer principios guía para las decisiones sobre usos, obstrucciones y desviaciones, el Tratado de 1909, instituye una jerarquía de usos, con prioridad a

¹²⁴ Comisión para la Cooperación Ambiental, *Op.cit.*, p. 122.

¹²⁵ *Ibíd*, p. 123.

las necesidades domésticas y sanitarias, seguidas de la navegación, el riego y la generación de energía eléctrica. Protege la libertad de navegación, establece que cada país posee derechos iguales en el uso de las aguas que fluyen a lo largo de la frontera, sin embargo reconoce que cada país ribereño tiene la jurisdicción y el control exclusivos sobre el uso y desviación de las aguas en su lado de la frontera¹²⁶.

Pese a la importancia que posee este Tratado, en ninguno de los principios establecidos en este instrumento se hace mención a las aguas subterráneas, ni de su función en el sistema hidrogeológico, o de su necesidad de ser reguladas.

En cuanto a las acciones de la Comisión Internacional Conjunta (CIC), desde que sus trabajos comenzaron en 1912, ésta se ha formado una sólida reputación como mecanismo institucional de cooperación para la solución de problemas en una amplia gama de asuntos relacionados con el agua y la frontera¹²⁷. Su papel se ha visto fortalecido además por la celebración de otros tratados, acuerdos y protocolos, entre los que se pueden mencionar el Convenio sobre el lago Woods de 1925, el Tratado sobre el río Niágara de 1950, el Tratado sobre el Río Columbia de 1961 el cual tenía por objetivo mejorar el control de las crecidas y maximizar la generación de hidroelectricidad en ambos países. Otro acuerdo importante fue el referente a la Calidad del Agua de los Grandes Lagos celebrado en 1972 y otro en 1978, así como sus protocolos suplementarios¹²⁸.

Algunos analistas coinciden en que la reputación de la CIC deriva en parte del principio de equidad jurídica en la representación de los dos países y su práctica en la toma de decisiones por consenso y casi consenso, tratando siempre de reflejar las preocupaciones binacionales más que las nacionales. Otro punto

¹²⁶ Ídem

¹²⁷ La CCI tiene dos funciones básicas: la primera es aprobar las obras de recuperación y protección, presas u otras obstrucciones que aumenten el caudal natural de las aguas en el país ribereño, fijando además los términos y las condiciones para la operación de los proyectos, así como las obligaciones respecto de compensaciones. La segunda función es investigar y hacer recomendaciones sobre asuntos y controversias que le sean referidos por uno o ambos gobiernos. La Comisión tienen además una función arbitral, pero a la fecha no se le ha pedido que la ejerza. (CCA, 2001:123)

¹²⁸ Comisión para la Cooperación Ambiental, *Op.cit.*, pp. 121-122.

importante es su grado de autonomía respecto de la interferencia de los gobiernos, lo cual fortalece su autoridad y su capacidad de investigación independiente.

Especial mención merecen los procedimientos administrativos de la CIC, ya que cuenta con la autoridad para solicitar los servicios de expertos técnicos y funcionarios mejor calificados, beneficiándose del apoyo de estos especialistas a través de diversos consejos de investigación, usualmente formados con participación igual de canadienses y estadounidenses y presididos por representantes de ambos países, la CIC fortalece además la participación ciudadana a partir de la realización de audiencias locales¹²⁹.

A lo largo de los años, la CIC ha tenido una influencia considerable en el manejo de los recursos hídricos binacionales en tres áreas operativas: 1) supervisión del reparto del agua, 2) manejo de los niveles de agua y 3) supervisión de la calidad de las aguas transfronterizas.

La situación sobre la calidad de las aguas transfronterizas ha sido uno de los asuntos de mayor preocupación que ha asumido la CIC, sobre todo en la zona de los Grandes Lagos. En 1964, ambos países motivados por el deterioro de las condiciones en la parte baja de los Grandes Lagos refirieron el estudio a la CIC. La principal meta de este acuerdo fue controlar el proceso de eutroficación en la parte baja de los Grandes Lagos, concentrándose en el manejo del fósforo. En 1978 volvieron a suscribir un acuerdo sobre este asunto que sentó precedente en el manejo de la calidad del agua en la Cuenca, ya que incluyó un “enfoque de ecosistemas”. Fue justo en este momento cuando la situación de las aguas subterráneas apareció en la discusión binacional, ya que se reconocía su relación como parte del sistema hidrogeológico¹³⁰.

Un protocolo adicional de 1987 amplió el alcance de estos acuerdos para abordar tres preocupaciones más: la deposición atmosférica de contaminantes tóxicos en

¹²⁹ Ibid, 124.

¹³⁰ UNESCO/ PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), *Op.cit.*, p. 10.

los lagos, los mantos acuíferos del subsuelo y los sedimentos contaminados. En este protocolo se reafirma el interés por las aguas subterráneas como un asunto de preocupación binacional¹³¹.

Como se mencionó, los acuerdos arriba señalados no regulaban específicamente la gestión de los acuíferos transfronterizos pero, sea en actividades de los gobiernos federales, estatales o provinciales o de los propios trabajos de la CIC, existen registros en donde sí se empezó a contemplar la situación de las aguas subterráneas compartidas; como ejemplo está el acuerdo de 1978 que regulaba el problema de la contaminación de los Grandes Lagos, el protocolo de 1987 suscrito a este acuerdo, otros ejemplos a nivel provincial es el “Acuerdo sobre Grandes Lagos- Recursos Hídricos Sostenibles de la Cuenca del río San Lorenzo” de 2005, firmado entre los estados de los Grandes Lagos, Ontario y Quebec. Este acuerdo tenía como objetivo la protección, conservación y restauración de las aguas, así como promover la cooperación, facilitar el intercambio de datos y reforzar la información científica. En este acuerdo, al referirse a “las aguas” por definición se incluían a las aguas subterráneas¹³².

Independientemente de los trabajos que realiza la CIC para la gestión de las aguas transfronterizas (superficiales y subterráneas), existen otros organismos binacionales encargados de abordar las cuestiones relativas a los sistemas de agua subterráneas compartidos, entre éstos están:

- *Comité Bilateral de Monitoreo del Río Poplar, 1980*

Este Comité está formado por representantes técnicos de ambos países, encargados principalmente del intercambio de datos para el monitoreo de este sistema.

- *Grupo de trabajo internacional del acuífero Abbotsford- Sumas*

¹³¹ Ídem

¹³² UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, 2008, *Op.cit.*, p. 10.

Este Grupo fue creado en 1992 con el objetivo de formular recomendaciones sobre calidad del agua y gestión del acuífero a ambos lados de la frontera¹³³.

Con base en lo antes expuesto, se observa que en lo que respecta al manejo de los recursos de agua subterránea compartidos entre Canadá y los Estados Unidos, las controversias que se suscitan y el interés de formar grupos de trabajo conjunto no están en función del uso intensivo de estos recursos o de problemas de desabasto o escasez de agua, más bien todos los esfuerzos de cooperación están dirigidos a ampliar y mejorar el conocimiento que se tiene de estos recursos y atender las problemáticas sobre la calidad de las aguas. A este respecto tanto Canadá como los Estados Unidos ya han constatado que los problemas de calidad de las aguas traen consigo enormes costos para la sociedad; esto quedo de manifiesto en el año 2000 cuando se registró una de las mayores tragedias de contaminación de aguas subterráneas en el caso de Walkerton, en Ontario, este fue el peor caso documentado de envenenamiento por la bacteria *E. Coli* presente en el agua corriente de una municipalidad, en este caso más de 2000 personas sufrieron enfermedades gastrointestinales y otras más perdieron la vida¹³⁴.

Finalmente, si bien aún no existe ningún acuerdo formal de manejo conjunto de los sistemas acuíferos compartidos, se han dado pasos concretos para mejorar la gestión de estos recursos, ya que en años recientes autoridades provinciales y estatales, universidades y centros de investigación han establecido grupos de trabajo binacionales para recoger, vigilar e intercambiar información relativa a la cantidad y calidad de las aguas subterráneas compartidas. Como ejemplo la Comisión Geológica de Canadá, el US Geological Survey, la Universidad del Estado de Nueva York y el Ministerio del Medio Ambiente de Quebec han colaborado estrechamente para evaluar la situación de las aguas del acuífero Châteauguay. Otro caso es el del sistema acuífero Abbotsford Sumas, situado en

¹³³Ídem

¹³⁴Conseil des Académies Canadiennes, (2009), *La gestión durable des eaux souterraines au Canada*, p. 135. [http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20release/s/groundwater/\(2009-05-11\)%20gw%20rapport.pdf](http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20release/s/groundwater/(2009-05-11)%20gw%20rapport.pdf) (2 Febrero 2014)

la provincia de la Columbia Británica y el estado de Washington en los Estados Unidos¹³⁵.

El siguiente apartado tiene como objetivo revisar la gestión que se lleva a cabo de dos sistemas acuíferos transfronterizos en la región de América del Norte. Para ello se han tomado como casos de estudio; el sistema acuífero Bolsón del Hueco-Valle de Juárez compartido entre México y los Estados Unidos y sistema acuífero Abbotsford Sumas compartido entre Canadá y los Estados Unidos. Ambos casos representan dos ejemplos de acuíferos definidos como prioritarios en la región, y los cuales presentan un proceso avanzado de cooperación binacional a este respecto.

3.3 ESTUDIO DE CASO 1: LA GESTIÓN COMPARTIDA DEL SISTEMA ACUÍFERO TRANSFRONTERIZO BOLSÓN DEL HUECO- VALLE DE JUÁREZ (México/ Estados Unidos)

Contexto geográfico: Ubicación y características

El Sistema Acuífero Transfronterizo Bolsón del Hueco-Valle de Juárez, es uno de los más importantes de la frontera México-Estados Unidos. Se extiende por el territorio del Estado de Chihuahua y el Estado de Texas. Posee una gran importancia debido a que está localizado en una región con precipitación pluvial baja, que es menor a los 200 mm/ anuales. En México, es la fuente principal que abastece a Ciudad Juárez y al distrito de riego del Valle de Juárez; la fuente complementaria es el río Bravo/Grande; en los EU, la fuente principal que suministra agua a la ciudad de El Paso y a la zona de riego del Bolsón del Hueco es el río Bravo/Grande, mientras que el acuífero es la fuente complementaria¹³⁶.

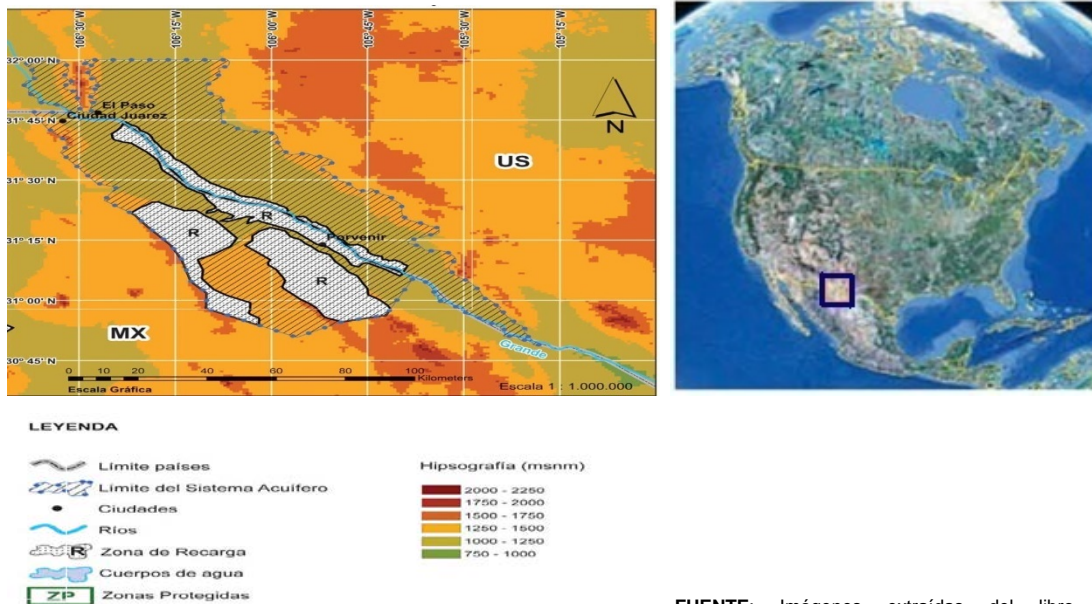
El acuífero está constituido por materiales aluviales y depósitos de bolsón, cuyo espesor es de varios cientos de metros en México y de más de 1.000 m en territorio de los EU; su extensión superficial es de aproximadamente 8.000 km²,

¹³⁵ Sobre este sistema acuífero se ampliará en la sección correspondiente a los casos de estudio.

¹³⁶ UNESCO- PHI/ OEA-ISARM América, (2010), *Op.cit.*, p. 136.

correspondiendo un 80% a EU (6400 km²) y 20% a México (1600 km²). Es de tipo libre, de permeabilidad media a baja y gran capacidad de almacenamiento. El siguiente mapa muestra la ubicación geográfica de este sistema¹³⁷.

Mapa III. 2 SISTEMA ACUÍFERO BOLSÓN DEL HUECO- VALLE DE JUÁREZ



FUENTE: Imágenes extraídas del libro "Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas" de la UNESCO- PHI/ OEA-ISARM América, p. 135. [www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3(spa).pdf)

En su estado natural este acuífero estaba hidráulicamente conectado al río Bravo/Grande, al que descargaba por ambas márgenes, por lo que no había circulación subterránea a través de la frontera, pero al incrementarse la explotación en ambos países, se abatieron los niveles del agua subterránea y el acuífero se desconectó del río, que ahora le alimenta por infiltración a lo largo del cauce¹³⁸.

La fuente principal de recarga al acuífero son los escurrimientos del río Bravo, pero actualmente el desvío de agua para conducirla a través de canales ha

¹³⁷ Ídem

¹³⁸ Ibid, 138

reducido de manera considerable este aporte, especialmente en la porción comprendida entre El Paso y Ciudad Juárez.

La concentración de pozos en las zonas urbanas colindantes de Ciudad Juárez y de El Paso, ha generado una gran depresión de los niveles del agua subterránea en la porción suroccidental del bolsón, donde como se verá en la siguiente sección se han provocado abatimientos de varias decenas de metros.

En lo que respecta a los usos principales del agua que proviene del acuífero son para satisfacer la demanda doméstica e industrial de la región y a los distritos de riego a ambos lados de la frontera. En los siguientes apartados se abordan los principales problemas que presenta este sistema acuífero, las presiones a las que está sujeto y las acciones llevadas a cabo por las autoridades para hacerles frente.

Principales problemáticas

Desde hace más de tres décadas este acuífero se comenzó a explotar intensamente debido a diversos factores; por un lado están las propias condiciones naturales y climáticas de la región, que es predominantemente árida, con bajo nivel de precipitación, por otro lado está el rápido crecimiento demográfico motivado en parte por el dinamismo económico y comercial que se da en la frontera. Este índice de crecimiento ha contribuido a una mayor presión por las aguas contenidas en el acuífero, causando dos problemas principalmente: sobreexplotación y baja calidad del agua debido a la intrusión de aguas salinas y a la filtración de contaminantes procedentes de la actividad industrial y agrícola¹³⁹.

Otra situación presente en este acuífero es la gran concentración de pozos en las zonas colindantes de Ciudad Juárez y El Paso los cuales han generado una gran disminución de los niveles del agua subterránea. Esta práctica ha tenido como

¹³⁹Según datos extraídos del tercer libro de ISARM- Américas de 2010 la población asentada sobre este acuífero se estimaba en 1.235.279 habitantes en México y aproximadamente 700.000 habitantes en Estados Unidos. (UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, 2010:136)

resultado la formación de conos de abatimiento como consecuencia de los niveles de extracción, lo que afecta la calidad del agua proveniente del sistema, ya que se promueve la intrusión de agua salobre hacia zonas con agua fresca.

Otro problema que han observado es el de la falta de información respecto a la vida útil del acuífero y a la forma en la que debe ser explotado, ya que hasta fechas recientes no se contaba con estudios sobre el funcionamiento del sistema; el conocimiento científico sobre las propiedades del acuífero, su extensión y capacidad de almacenamiento era muy limitado, pero como se verá en el siguiente apartado en este punto se han hecho avances importantes.

Paralelo a estas situaciones, se debe considerar que la falta de recursos financieros para emprender investigaciones ha representado un freno para el establecimiento de mejores medidas de manejo, esta situación es más evidente en México; por una parte se encuentra el problema de los recursos limitados, ya que en ocasiones el desarrollo de proyectos ambientales y específicamente de aquellos destinados a los recursos hídricos subterráneos no siempre son considerados prioritarios, por otro lado está el problema que deriva de las políticas aplicadas, ya que por largo tiempo algunas dependencias públicas encargadas del suministro de agua han aplicado tarifas que no corresponden al costo real por el suministro, esto se ha dado en ocasiones como estrategia en campañas políticas que promueven descuentos en el pago de servicios o exenciones de los mismos¹⁴⁰.

Aunada a la problemática descrita líneas arriba, el manejo de este acuífero se hace más complejo debido a que se trata de un recurso compartido que exige un alto nivel de cooperación, sin embargo como se verá en el próximo apartado el intercambio de información y la cooperación entre agencias regionales ha permitido realizar una serie de acciones para mitigar los daños a este sistema y promover una gestión sostenible del mismo.

¹⁴⁰“Ahogarse sin agua”, *El Estatal*, 02-02-2012. <http://www.elestatal.com/reportajes/ensayos/ahogarse-sin-agua/> (25 febrero 2014)

Acuerdos y Agencias binacionales de manejo del Sistema Acuífero Bolsón del Hueco- Valle de Juárez

Debido a la importancia de este acuífero, desde hace varios años comenzó la aplicación de una serie de programas y actividades de conservación por parte de los gobiernos estatales y municipales y agencias regionales dirigidas a proteger el acuífero y asegurar su capacidad para los próximos años. Algunas de estas acciones se han realizado de forma independiente y otras en colaboración binacional.

Como ejemplo de las primeras destacan las acciones llevadas a cabo por EPWU (El Paso Water Utilities), como la única entidad para la planeación del agua en el condado de El Paso. Su labor ha consistido en la realización de estudios y a partir de éstos, se han implementado medidas para modificar las tarifas por el suministro de agua, se han desarrollado planes de conservación y en este sentido han llevado a cabo campañas de educación para concientizar a la población sobre el uso del agua y se ha intensificado el uso de aguas tratadas, lo que ha dado como resultado una reducción en el uso per cápita de agua de la población y la reducción en las extracciones de agua del acuífero¹⁴¹.

De lado mexicano destaca el proyecto realizado por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez (JMAS) para reducir el impacto del uso intensivo de las aguas del acuífero y prolongar su vida útil. Este proyecto que inicio en los años ochenta buscaba evaluar las posibilidades de importar agua del sistema acuífero vecino Bolsón de la Mesilla, éstos trabajos exploratorios han permitido delimitar las zonas más factibles de ser aprovechadas tanto por sus propiedades hidráulicas como por las de calidad de agua y con estos datos iniciar la construcción de infraestructura para conducir el agua hasta la ciudad desde una

¹⁴¹ El cambio en la educación ha permitido una modificación en el consumo, a finales de los años setenta el consumo per cápita era de 220 galones diarios en la ciudad de Texas, para el 2003 ya había reducido a 149 galones por día. (Santos, 2013: Nota periodística)

batería de pozos. Actualmente la ciudad se abastece del agua de ambos acuíferos para satisfacer sus necesidades¹⁴².

En cuanto a las estrategias binacionales para fomentar la explotación sostenible del acuífero están en principio, la buena disposición de ambos países para el intercambio regular de información, además gracias a este acercamiento se ha empezado la realización de un estudio binacional encaminado a formular conjuntamente acciones de manejo, para este proyecto se prevé contar con recursos aportados por ambos países¹⁴³.

Dentro de estas acciones binacionales se encuentran también las realizadas por las instituciones de Ciudad Juárez y El Paso, las cuales han encontrado formas de cooperación local bilateral a través de la creación de la Comisión del Agua del Paso del Norte (CAPN). Junto con los trabajos realizados por la CILA, la CAPN se ha enfocado en los últimos años a estudiar los mecanismos para proteger y conservar las aguas del Bolsón del Hueco.

Otras iniciativas han sido la formación de la *Asociación de Usuarios* del bajo río Bravo y la iniciativa para la planeación del agua de la Comisión de Cooperación Ambiental para financiar proyectos de mutuo beneficio para El Paso- Ciudad Juárez.

Actualmente se contempla la forma de interactuar en la aplicación de los planes de manejo para que sean compatibles entre sí con el objetivo común del manejo sustentable de la fuente compartida y la prevención de mayores efectos transfronterizos, para lo cual se ha incrementado la comunicación entre ambos países a través de la CILA.

A nivel regional se han elaborado proyectos para buscar fuentes alternas de acceso al agua, entre estos están los proyectos de desalinización y la importación

¹⁴² Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Juárez, (2000), Modelo de simulación de flujo y transporte como parámetros de toma de decisiones para el aprovechamiento del acuífero Bolsón de la Mesilla para llevar agua potable a Ciudad Juárez, Chihuahua. <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24322> (14 febrero 2014)

¹⁴³UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, (2010), *Op.cit.*, p. 142.

de agua del subsuelo de otras áreas, otro ejemplo es el proyecto triregional *El Paso- Ciudad Juárez- Las Cruces* que tiene por finalidad utilizar las aguas del río Bravo para prolongar la vida del Bolsón del Hueco al evitar su sobreexplotación, además se han promovido a ambos lados de la frontera programas de reuso de aguas residuales tratadas.

En los últimos encuentros regionales los encargados del manejo de este sistema declaraban que al entender la dinámica del acuífero como un sistema complejo se abre la posibilidad de aplicar una mejor gestión que se traduzca en la posibilidad de establecer procedimientos operacionales y programas que conduzcan al equilibrio de los descensos, aumentando la longevidad del acuífero y restableciendo gradualmente su calidad.

De todas las iniciativas expuestas en este punto, es evidente que aún no se ha logrado establecer un mecanismo formal de explotación y administración conjunta, sin embargo no se deben desestimar los avances que se han logrado para proteger este sistema ya que para ambos países es evidente la importancia que tienen las aguas de este acuífero para el desarrollo de la región, en particular de las localidades donde se encuentra.

A lo largo de la revisión de las acciones llevadas a cabo para proteger este sistema, se observa en principio la buena disposición de ambos gobiernos a la cooperación a través de la colaboración regular de las agencias o instancias encargadas del manejo del agua, al menos inicialmente para la realización de estudios que permitan conocer mejor la dinámica del acuífero. Se han acordado también medidas para mitigar los impactos negativos por la explotación intensiva del acuífero, es decir se prevén medidas para reducir la contaminación y para optimizar el uso de las aguas extraídas, sin embargo poco se ha avanzado en las medidas para establecer una administración conjunta, si acaso fuera posible, hasta el momento no se encontraron referencias en ese aspecto, quedando aún como un asunto pendiente en la agenda binacional.

3.4 ESTUDIO DE CASO 2: LA GESTIÓN COMPARTIDA DEL SISTEMA ACUÍFERO TRANSFRONTERIZO ABBOTSFORD- SUMAS (Canadá/ Estados Unidos)

Contexto geográfico: Ubicación y características

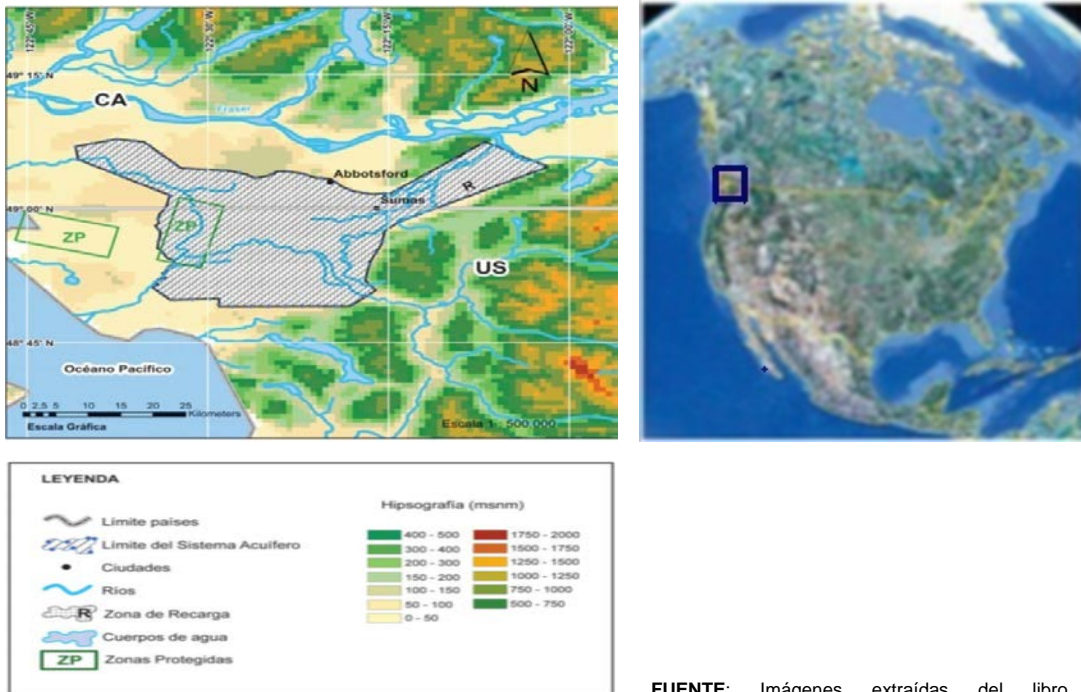
El Sistema Acuífero Transfronterizo Abbotsford-Sumas está ubicado entre la parte sudoeste de la Columbia Británica en Canadá y la zona noroeste del Estado de Washington, en Estados Unidos. Se trata de un acuífero no confinado, compuesto de arena y grava, cuyo volumen total es de aproximadamente 3,7 km³ y posee una profundidad que oscila entre 0 y 100 metros. Su área total aproximada es de 260 km², de los cuales 100 km² corresponden a Canadá y 160 km² a EU¹⁴⁴.

La recarga se produce en zonas topográficas altas a ambos lados de la frontera internacional, a partir de la infiltración de las precipitaciones, el rango de recarga se estima entre 650 y 1000 mm/a. El flujo de agua es de norte a sur, por consecuencia las prácticas de uso de suelo en la Columbia Británica afectan la calidad del agua potable en la región vecina del Estado de Washington. El siguiente mapa muestra la ubicación geográfica de este sistema¹⁴⁵.

¹⁴⁴ UNESCO- PHI/ OEA-ISARM América, (2010), p. 61

¹⁴⁵ Ibid, p. 61- 62.

Mapa III. 3 SISTEMA ACUÍFERO ABBOTSFORD- SUMAS



FUENTE: Imágenes extraídas del libro “Aspectos

socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las Américas” de la UNESCO- PHI/ OEA-ISARM América, p. 60. [www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3(spa).pdf)

Este acuífero representa una fuente importante de agua potable para miles de residentes que bombean agua subterránea de pozos en Abbotsford y la ciudad de Sumas, es también la principal fuente de agua para la industria y la agricultura.

Las incertidumbres que existen en torno a este sistema están relacionadas al volumen del acuífero, su sustentabilidad y a los impactos del bombeo, así mismo en la migración contaminante y en la calidad del agua subterránea. En el próximo apartado se abordaran los principales problemas que presenta este sistema y enseguida se expondrán las estrategias implementadas por las autoridades de ambos gobiernos para enfrentarlos¹⁴⁶.

¹⁴⁶ Ídem

Principales problemáticas

Existen diversas preocupaciones con respecto al manejo de este sistema, pero sin duda una de las importantes y la que genera un mayor interés de cooperación binacional es la relacionada con la calidad del agua contenida en este acuífero, pues con base en estudios este sistema está catalogado como uno de los más gravemente contaminados de la región, de hecho las muestras extraídas de los pozos, revelan que en algunas zonas del sistema, el agua contenida registra niveles de nitrato que superan la norma mínima que es de 10 mg por litro de agua potable¹⁴⁷.

Esta situación es atribuida sobre todo al bajo nivel de manejo de desechos que se llevan a cabo en la actividad agrícola y en la producción avícola, en especial al uso del abono de aves utilizado como fertilizante en los cultivos. Este problema de contaminación se agrava debido a la poca profundidad de este sistema, la cual oscila entre 0 y 100 metros, es decir la napa freática está muy cercana a la superficie, por lo tanto es más vulnerable a los procesos contaminantes¹⁴⁸.

El bajo nivel de conocimiento científico sobre el funcionamiento de este sistema es otro de los problemas registrados, ya que hasta hace algunos años su estudio no era considerado prioritario o necesario, sin embargo esta percepción se ha modificado y ahora con mayor frecuencia se observa la formación de grupos de trabajo binacionales para profundizar en el entendimiento del potencial de este sistema.

Otra problemática es la que surge por la falta de recursos necesarios para financiar los proyectos de investigación, en ocasiones los recursos son orientados al desarrollo de otros proyectos para abordar otras problemáticas o los recursos

¹⁴⁷ De los estudios realizados entre 1991 a 2007, aproximadamente el 70% de las muestras extraídas de este acuífero sobrepasaban la norma de 10 mg de nitratos por litro de agua potable, incluso algunas muestras llegaban a registrar hasta 91.9 mg por litro. (Conseil des Académies Canadiennes, 2009:166)

¹⁴⁸ Debido al reconocimiento de esta fuente de contaminación, se han aplicado medidas para el cambio de esta práctica, sin embargo se ha optado por el uso de fertilizantes inorgánicos que al filtrarse hacia los cuerpos de agua subterránea, también tienen un efecto negativo en ellos, así que los expertos reconocen que lo único que se ha logrado con esa práctica, es el cambio de la fuente de contaminación no así su eliminación. (CAC, 2009:166- 167)

con los que se cuenta son limitados, por lo tanto son insuficientes para elaborar proyectos de estudio a largo plazo.

Otra cuestión que han observado los expertos es que no existe una coordinación entre los diferentes organismos encargados de funciones que se relacionan con el manejo de este recurso, esto sucede entre las instituciones de un mismo país y los trabajos que se llegan a establecer con su contraparte en el país vecino, por ejemplo, tan solo en Canadá, en lo que respecta a la gestión y uso de las de las aguas de este acuífero están las funciones que desempeña el Ministerio de Medio Ambiente de la Columbia Británica, encargado de la prevención y control de la contaminación del acuífero, está la autoridad de Salud del valle de Fraser que es responsable del agua potable y la salud comunitaria y las acciones de las autoridades de la ciudad de Abbotsford que son responsables del suministro de agua; en estos casos citados no hay referencia sobre una coordinación de funciones¹⁴⁹.

Otra situación que reconocen como problemática está relacionada con la propia naturaleza de las medidas aplicadas, los encargados de la gestión del acuífero reconocen que dichas medidas no han tenido el efecto deseado debido a su carácter consultivo, ya que solo son un conjunto de recomendaciones puestas al criterio de las autoridades, por lo tanto su aplicación está sujeta a la voluntad de las autoridades encargadas sean estas provinciales o estatales o locales y no tienen un carácter coercitivo u obligatorio.

Esto ha traído como consecuencia que en la actualidad este sistema siga mostrando signos de contaminación a pesar de todos los esfuerzos y estudios llevados a cabo. En Canadá los que intervienen en la gestión del acuífero reconocen que el código provincial de prácticas agrícolas es poco aplicado y que es necesario un control más estricto sobre las prácticas de los productores agrícolas y en las instalaciones industriales.

¹⁴⁹Conseil des Académies Canadiennes, (2009), *Op.cit.*, pp. 168-169.

Sin embargo a pesar de las situaciones identificadas en este apartado también se han encontrado avances importantes que mejoran el entendimiento del funcionamiento de este sistema, de su potencial y de la necesidad de protegerlo, se han abierto también canales de cooperación que vinculan a instituciones y gobiernos de ambos lados de la frontera, estos avances se abordan en el siguiente apartado.

Acuerdos y Agencias binacionales de manejo del Sistema Acuífero Abbotsford- Sumas

Debido a que de ambos lados de la frontera se reconoce la importancia de este sistema acuífero, a la fecha se tiene registro de un intenso proceso de interacción binacional para mejorar su manejo y prolongar su vida útil. Entre estas acciones que han desarrollado ambos gobiernos se encuentran la celebración de acuerdos y la formación de algunos Grupos o Comités bilaterales de coordinación y vigilancia; entre éstos se incluyen: el Consejo de Cooperación Ambiental Columbia Británica- Washington, el Grupo de Trabajo Internacional sobre el acuífero Abbotsford- Sumas, el Grupo de Partes Interesadas del acuífero Abbotsford Sumas, las actividades de Organizaciones No Gubernamentales y Grupos de Industriales (Industry Stewardship Group). A continuación se describe la función y la aportación de cada una de estas Iniciativas.

- *Acuerdo de Cooperación Ambiental*

Este documento suscrito en 1992 se aboca específicamente a abordar las situaciones que pudieran surgir en torno al agua subterránea. Bajo este proyecto se ha demostrado que la cooperación es la clave para el éxito de las medidas aplicadas. Una aportación de este proyecto es que incluye a todos los implicados

en el manejo del acuífero, ya que se formó como un mecanismo de cooperación abierta entre el gobierno, la sociedad y los científicos¹⁵⁰.

- *Grupo de trabajo internacional sobre el sistema acuífero Abbotsford-Sumas*, (Abbotsford- Sumas Aquifer International TaskForce)

Este grupo se creó en 1992 como un Subcomité de la Comisión de Cooperación Ambiental encargado específicamente del monitoreo de este sistema. Desde sus orígenes se constituyó como un Comité consultivo binacional formado para ayudar a encontrar soluciones locales para proteger este valioso recurso. Sus objetivos son recabar y coordinar los datos científicos generados para el estudio de este sistema y atender todas las situaciones que representen una amenaza, además brinda asesorías a las autoridades provinciales y locales en materia de legislación y política con respecto al manejo de este recurso, sin embargo cada autoridad política conserva el poder de decisión sobre la aplicación de las recomendaciones del Grupo de Trabajo¹⁵¹.

- *Grupo de partes interesadas del sistema acuífero Abbotsford- Sumas* (Abbotsford Sumas Aquifer Stakeholders Group)

Este grupo se formó como una iniciativa propuesta por las autoridades de la ciudad de Abbotsford en 1997. Cuenta con representantes de las agencias gubernamentales federales, provinciales y locales, incluyendo varios grupos agrícolas y de la industria, ONG's, residentes locales y representantes del Estado de Washington. Esta iniciativa tiene como objetivo promover una mayor toma de conciencia sobre la protección del acuífero. Entre las funciones que ha llevado a cabo este grupo es que ha patrocinado una campaña de educación pública sobre el uso eficiente del agua subterránea¹⁵².

¹⁵⁰ Norman, E., *et.al.*, (2004), *Transboundary environmental management: A study of the Abbotsford- Sumas Aquifer in British Columbia and western Washington*, p. 105.

www.emmanorman.net/publications_56_2860491831.pdf (23 septiembre 2013)

¹⁵¹ Ibid, pp. 105- 106.

¹⁵² Conseil des Académies Canadiennes, *Op.cit.*, p. 167.

- *Grupo de administración de la industria* (Industry Stewardship Group):

El objetivo de este grupo es buscar soluciones que permitan reducir el problema de contaminación de las aguas del acuífero producida por las actividades industriales, sin afectar su dinámica de producción. Los miembros más activos de este Grupo son: B.C. Raspberry Growers' Association, the B.C. Auto Recyclers' Association and the Sustainable Poultry Farming Group. Las acciones que este Grupo ha promovido son: el establecimiento de programas de autovigilancia y la elaboración de proyectos que permitan a los productores determinar planes de mejoramiento ambiental¹⁵³.

- *Organizaciones Ambientales No Gubernamentales*

Existen aproximadamente unas sesenta Organizaciones Medioambientales no gubernamentales a lo largo de la frontera de la Columbia Británica y el Estado de Washington, estas organizaciones han jugado un papel importante en la discusión de estos temas y en la proposición de soluciones a las problemáticas abordadas, ya que generalmente poseen una mayor flexibilidad que las agencias gubernamentales, los esfuerzos los dirigen en la construcción de relaciones comunitarias a través de la frontera. Entre estas ONG'S están: the People for Puget Sound and the Georgia Strait Alliance, ambas organizaciones han tenido una participación activa en temáticas ambientales transfronterizas, sin embargo los trabajos que han desarrollado no han incluido aún las problemáticas del acuífero Abbotsford Sumas¹⁵⁴.

A partir de la revisión de todas estas iniciativas se observa que la colaboración de ambos países para la gestión del sistema ha sido principalmente con el propósito común de cartografiar y evaluar cuantitativamente el acuífero, así como encontrar y aplicar las medidas necesarias para mitigar o solucionar el problema de contaminación que afecta al acuífero.

¹⁵³ Norman, E., *Op.cit.*, p. 106.

¹⁵⁴ *Ibid*, pp. 106-107.

Ambos países reconocen que el conocimiento científico es esencial para evitar su mal uso, así como el reconocimiento de uno y otro al derecho de utilización equitativa y razonable. A la fecha existe un mayor y mejor nivel de conocimiento sobre este sistema y a partir de la información científica recabada se han elaborado mapas hidrogeológicos tanto en Canadá como en los Estados Unidos y se ha hecho un esfuerzo por integrar estos conocimientos en un modelo numérico regional de aguas subterráneas que evalúe los efectos del cambio climático y el transporte de nitratos que es el principal problema de contaminación que tienen.

Sin embargo, con respecto al resultado que han tenido las medidas aplicadas para reducir el problema de contaminación, los expertos reconocen que no han tenido un efecto significativo, ya que persiste la presencia de nitratos y otros contaminantes en las aguas de este acuífero, por lo que señalan que es necesario implementar controles más estrictos sobre las prácticas aplicadas por los agricultores, pues la participación voluntaria no ha logrado reducir el problema. Así que, de momento continúan las labores de las asociaciones y los grupos binacionales formados para seguir avanzando en el conocimiento científico y la búsqueda de mecanismos que mejoren el uso y manejo de las aguas de este sistema.

3.5 CONSIDERACIONES FINALES AL CAPÍTULO III

A lo largo de este capítulo se expuso que la región norte de América posee un volumen importante de recursos de agua dulce, tanto de fuentes superficiales como subterráneas, los cuales se encuentran distribuidos de forma variable en el territorio de los tres países que componen la región. El desarrollo de los contenidos del capítulo se centró en los recursos de agua subterránea y en específico en aquellos que por su ubicación natural son compartidos, es decir son acuíferos transfronterizos.

Como toda fuente de agua, los acuíferos transfronterizos tienen gran importancia para la satisfacción de las necesidades de las diferentes actividades humanas, el

mantenimiento de ecosistemas en equilibrio y en general para el desarrollo regional. Esta importancia está dada por su volumen, pero sobre todo por la dependencia que se tiene de esta fuente, sin embargo como se expuso en el primer apartado estos recursos se encuentran sujetos a grandes presiones debido a su sobreexplotación y contaminación, y si a este contexto se le suma la condición de recurso compartido, la situación se torna aún más complicada ya que para su gestión efectiva y sustentable es necesario contar con un alto nivel de cooperación y coordinación entre los países que los comparten.

A partir de la revisión de los informes oficiales se observó que tanto Canadá, como Estados Unidos y México reconocen el rol estratégico de estos reservorios y su potencial para mejorar la calidad de vida de las poblaciones y la del medio ambiente de la región. Así mismo estos tres países han identificado entre los mayores retos que urge resolver en esta materia, la necesidad de contar con mayor información científica confiable, una mayor capacidad técnica y el fortalecimiento de la parte institucional y legal.

Con base en la información analizada en este capítulo, sobre los 21 acuíferos transfronterizos localizados en América del Norte, se hicieron las siguientes observaciones:

- No todos los sistemas acuíferos transfronterizos de la región poseen la misma importancia o prioridad desde el punto de vista de su uso, explotación y desarrollo, por lo que hay algunos a los que se les ha dado mayor atención en función de su importancia social, económica y/ o geopolítica y otros en los que la poca información que existe o la ausencia de ella dificulta su conocimiento sobre su funcionamiento y por consiguiente su apropiada gestión en el mediano y largo plazo.
- Existe una coincidencia entre el nivel de conocimiento de un sistema y su importancia en la región, ya que se observa que los sistemas acuíferos que poseen un mayor número de datos son aquellos que tienen una cercanía con centros urbanos y de desarrollo económico o asentamientos

importantes de población, debido a que estos acuíferos constituyen una fuente importante de abastecimiento disponible.

- A partir de la literatura revisada para los 21 sistemas acuíferos transfronterizos analizados, se encontró que los sistemas que han recibido mayor atención son: El acuífero Châteauguay y Abbotsford- Sumas compartidos entre Canadá y Estados Unidos y los acuíferos; Cuenca baja del río Colorado, Conejos Médanos- Bolsón de la Mesilla, San Pedro, Santa Cruz y el acuífero Bolsón del Hueco- Valle de Juárez entre Estados Unidos y México. En estos acuíferos existe un buen nivel de cooperación binacional y disposición de los gobiernos para el intercambio de información, lo que se ve reflejado en el mejor conocimiento que se tiene de éstos.
- En lo que respecta al manejo de los recursos de agua subterránea compartidos entre Canadá y los Estados Unidos las controversias que se suscitan y el interés de formar grupos de trabajo conjunto están dirigidos principalmente a ampliar y mejorar el conocimiento que se tiene de estos recursos. En esta relación no se presentan problemas por el uso intensivo del agua sea superficial o subterránea, ni tampoco hay problemas de competencia por el acceso al recurso, los mayores problemas y las discusiones que llevan a cabo ambos países están basadas en los problemas de calidad de las fuentes de agua.
- El manejo de los acuíferos transfronterizos entre México y Estados Unidos esta contextualizado por una baja precipitación y condiciones de aridez, por lo que los problemas de desabasto y el uso intensivo de estos recursos son los temas que dominan la discusión, ya que la mayoría de estos acuíferos se encuentran sometidos a una gran presión por la alta demanda que se tiene de los mismos, y en ocasiones representan la única fuente de abastecimiento disponible o la principal.
- A partir de la revisión de los dos casos de estudio analizados se encontró que existe una buena disposición de los gobiernos a cooperar al menos para la realización de estudios que permitan conocer mejor la dinámica de estos acuíferos, además se observó que casi todos los esfuerzos de

colaboración se orientan principalmente con el propósito común de cartografiar y evaluar cuantitativamente los acuíferos y aumentar el nivel de conocimiento que se tiene sobre éstos. Esta información por otra parte permitiría reconocer la posición de los Estados en relación con la dinámica del sistema: por ejemplo qué Estado cuenta con las áreas de recarga, qué Estado posee las zonas de descarga y qué Estado ha llevado a cabo la mayor utilización del recurso, entre otras.

- En los casos analizados, a la fecha no existe un marco legal e institucional comprensivo que brinde reglas o principios para el establecimiento de mecanismos de manejo conjunto apropiados para una explotación sustentable de estas aguas, así el manejo de estos recursos se rige por la aplicación de las legislaciones vigentes en los tres países en materia de agua y en ciertos casos se recurre a negociaciones bilaterales de corto alcance para la resolución de conflictos y la mejora del conocimiento.
- No hay evidencia a la fecha que indique la posibilidad de establecer una administración conjunta para el manejo de estos recursos, ya que como se vio en este capítulo, existe un nivel aceptable de cooperación para el intercambio de información pero no se ha asumido el suficiente compromiso por parte de los Estados ni existe el interés necesario para la celebración de un acuerdo formal que lleve a la gestión conjunta de estos sistemas.

Se puede decir que aún si no se ha logrado concretar un acuerdo formal para el manejo conjunto de estos recursos sí se ha avanzado en el mejor conocimiento de éstos. A la fecha los tres países reconocen la importancia que poseen los acuíferos transfronterizos y la necesidad de avanzar en el entendimiento de éstos, abriendo para ello los canales necesarios para el intercambio de información que en principio ha permitido conocer mejor el funcionamiento de estos sistemas y posiblemente llegar más adelante al establecimiento de algún convenio formal de manejo conjunto.

CONCLUSIONES

En el ámbito internacional el tema de los acuíferos transfronterizos ha cobrado cada vez mayor importancia; por un lado porque como todo recurso hídrico, éstos están sometidos a grandes presiones por las altas demandas que deben de satisfacer y la degradación que presentan, pero al ser un recurso compartido cuya dinámica resulta de mayor complejidad que en el caso del agua superficial, su manejo eficiente exige un alto nivel cooperación y colaboración para la aplicación de medidas coordinadas, que no siempre son fáciles de llevar a cabo debido al rechazo y reticencia de los Estados que lo ven como una vulneración a su soberanía.

Como se vio a lo largo de esta investigación estos recursos son objeto de gran preocupación debido a la falta de información sobre su funcionamiento y su vulnerabilidad frente el accionar del humano. Ante el escaso conocimiento y poca atención que han recibido en el escenario internacional, aún no existe un marco normativo que los regule específicamente, por lo tanto su gestión resulta todo un desafío, porque en la medida en que las naciones no alcancen un entendimiento sobre su mejor uso y aprovechamiento, éstos aumentan su potencial de llegar a constituirse en un elemento de competencia y conflictividad.

Por ello el estudio de los acuíferos transfronterizos debe considerarse como un tema relevante en las relaciones internacionales, así como en la relación particular que mantienen los tres socios comerciales de América del Norte, por lo que llegar a un buen acuerdo de manejo conjunto de los recursos hídricos subterráneos transfronterizos en nuestra región puede ser un elemento importante que contribuya a un desarrollo más equilibrado.

Como se expuso al principio de este trabajo, los objetivos que esta investigación se plantea son: Dar a conocer los avances en el conocimiento de los acuíferos transfronterizos a nivel mundial, documentar la gestión que actualmente se lleva a cabo sobre los acuíferos transfronterizos, en especial en la región norte de América, conocer las acciones internacionales que se han desarrollado para

prevenir los conflictos e identificar los motivos por los cuales se ha demorado el establecimiento de un acuerdo de gestión conjunta, que contemple la explotación sustentable de los acuíferos transfronterizos y su uso equitativo.

A lo largo del desarrollo de todos los contenidos de esta investigación, la evidencia documental encontrada sugiere que:

1. La llamada *Crisis Mundial del Agua* tiene que ver con el deterioro del recurso, el sufrimiento y muerte de personas que no tienen acceso al agua y la posibilidad de que puede constituirse en un elemento de tensión y conflictividad política. A pesar de lo anterior la evidencia revisada en el caso de los acuíferos transfronterizos muestra que, la cooperación es la norma y el conflicto la excepción.
2. Se encontró que la llamada *Crisis Mundial del Agua* como tema de estudio estaba en función de la visión de “escasez” que se percibe sobre estos recursos, ya que este concepto puede ser entendido y abordado desde distintas perspectivas; es decir la “escasez” desde un punto de vista *geográfico o físico*, lo cual reflejaría una situación donde no hay agua disponible en determinada región. Otro tipo de “escasez” se muestra cuando existe el recurso físicamente pero no los medios económicos para hacerla accesible, lo que la hace una *escasez económica o de servicios*. Esta situación se observa cuando los gobiernos son incapaces de proveer los servicios de agua para todos los usos y actividades de su población, debido a que carecen de la infraestructura necesaria y las capacidades económicas e institucionales para brindar dichos servicios.
3. En cuanto a los recursos de agua subterránea en general y en especial aquellos que son transfronterizos, se observó que poseen una gran importancia ya que alojan un volumen mayor de agua dulce del que se encuentra en la superficie; del total del agua dulce del planeta, aproximadamente 30.1% se encuentra alojada en el subsuelo y menos del 2% es agua superficial. Este importante volumen de agua subterránea, sumado a la condición en la que se encuentran los recursos de agua

superficiales en el mundo y a que cada vez más las aguas subterráneas satisfacen buena parte de la demanda de agua dulce mundial, hace que estos recursos cobren mayor importancia para su estudio y comprensión.

4. Se reconoció que a pesar de esta evidente importancia, los acuíferos transfronterizos no han sido objeto de estudios globales, hasta décadas recientes, en las que por iniciativa de varios organismos internacionales se empezaron a elaborar diferentes estudios, los cuales en principio han arrojado un inventario que contiene el número, ubicación y las principales características de estos recursos.
5. Sumado a estos esfuerzos, en el marco de las Naciones Unidas se ha avanzado también en la elaboración de una serie de recomendaciones específicas para el manejo sustentable de estos sistemas. Dichas recomendaciones están contenidas en el documento “El Derecho de los Acuíferos Transfronterizos”. En esta resolución se reconocen y aplican ciertos principios que han sido refinados a lo largo de los años en el marco del Derecho Ambiental Internacional; como el principio de la utilización equitativa y razonable, la obligación de no causar un perjuicio al medio ambiente de otros, la necesidad de celebrar consultas antes de iniciar cualquier actividad que pueda causar un daño transfronterizo. Otro principio importante contemplado en este desarrollo es el de la obligación de cooperar, basándose en la igualdad soberana, la integridad territorial, el desarrollo sostenible, el aprovechamiento mutuo y la buena fe.
6. Así mismo se encontró que una gestión eficiente de un acuífero transfronterizo debe partir del establecimiento de una gestión conjunta con el fin de prevenir su degradación y sobreexplotación. Sin embargo, como se expuso en el capítulo dos en la mayoría de los casos, las prioridades económicas, sociales, políticas o migratorias en las zonas fronterizas, hacen que las cuestiones del medio ambiente reciban muy poca atención y en particular las referentes a las fuentes de agua subterránea compartidas.
7. Con base en la información encontrada se considera que un manejo conjunto de los acuíferos debe privilegiar: 1) el monitoreo y compartición de

información, 2) La toma de decisiones conjunta, 3) la consideración de la dinámica hidrológica y sus particularidades y 4) el respeto a los principios del Derecho Ambiental Internacional, lo cual es fundamental para avanzar en la consolidación de estrategias de manejo integradas y orientadas a la sustentabilidad del recurso.

8. Con base en la información recabada y los datos desprendidos de los trabajos relacionados con el manejo de los acuíferos transfronterizos, se encontró que antes de hacer uso de estos reservorios de agua, es necesario cuantificarlos y estudiar su dinámica y funcionamiento para minimizar errores en su gestión.

Con respecto a la situación particular de los acuíferos transfronterizos en América del Norte los informes oficiales y la evidencia documental mostraron que:

1. Tanto Canadá, como Estados Unidos y México sí reconocen el rol estratégico de estos reservorios y su potencial para mejorar la calidad de vida de las poblaciones y la del medio ambiente de la región. Así mismo reconocen que los retos que urge resolver en esta materia, es contar con mayor información científica confiable, elevar la capacidad técnica y fortalecer el marco institucional y legal para mejorar su manejo.
2. Con base en la información analizada sobre los 21 acuíferos transfronterizos localizados en la región se observa que no todos estos sistemas poseen la misma importancia o prioridad. Además existe una coincidencia entre el nivel de conocimiento de un acuífero y su importancia en la región, ya que se observa que los acuíferos que poseen un mayor número de datos son aquellos que tienen una cercanía con centros urbanos y de desarrollo económico o asentamientos importantes de población, debido a que estos acuíferos constituyen una fuente importante de abastecimiento.
3. De los 21 sistemas acuíferos transfronterizos analizados los que cuentan con mayor disponibilidad de información son: El acuífero Châteauguay y Abbotsford- Sumas compartidos entre Canadá y Estados Unidos y los

acuíferos Cuenca baja del río Colorado, Conejos Médanos- Bolsón de la Mesilla, San Pedro y el acuífero Bolsón del Hueco- Valle de Juárez entre Estados Unidos y México. En estos casos existe un buen nivel de cooperación binacional y disposición de los gobiernos para el intercambio de información, lo que ha dado como resultado un mejor conocimiento de éstos.

4. A partir de la revisión documental se observó que existe una gran diferencia entre la discusión sobre los recursos de agua subterránea compartida entre Canadá y Estados Unidos y lo que ocurre entre México y Estados Unidos. Ambas relaciones están basadas en el interés de ampliar y mejorar el conocimiento que se tiene de estos recursos, pero las controversias que se suscitan son de una naturaleza diferente; mientras que en Canadá y Estados Unidos existe cierta abundancia física de recursos hídricos, no hay problemas de competencia, básicamente las discusiones que llevan a cabo ambos países están basadas en la búsqueda de la calidad de las fuentes de agua. Sin embargo México y Estados Unidos presentan una situación muy diferente, pues los problemas de desabasto y el uso intensivo de estos recursos son los temas que dominan la discusión, pues la mayoría de estos acuíferos se encuentran sometidos a una gran presión por la alta demanda que se tiene de éstos, ya que en ocasiones representan la fuente principal de abastecimiento.
5. Hasta la fecha existe un nivel aceptable de cooperación para el intercambio de información pero no se ha asumido el suficiente compromiso para la celebración de un acuerdo formal que lleve a la gestión conjunta de estos sistemas transfronterizos. Tampoco existe un marco legal e institucional sea regional o binacional que ofrezca reglas para el establecimiento de mecanismos de manejo conjunto. De momento el manejo de estos recursos parte de la aplicación de las legislaciones nacionales y subnacionales vigentes de los tres países en materia de agua.

Se concluye que aún si a la fecha no hay evidencia que permita suponer la posibilidad de establecer una administración conjunta de los acuíferos

transfronterizos en nuestra región, se observa que año con año ha ido aumentando y mejorando el conocimiento de estos recursos y el nivel de cooperación, ya que se han encontrado nuevos datos y se ha mejorado el entendimiento sobre su funcionamiento y dinámica, así que a este punto queda esperar que el entorno regional y las condiciones geopolíticas confluyan para el establecimiento de una gestión coordinada de estos recursos que garantice su explotación sustentable.

Finalmente y a la luz de todos los elementos expuestos a lo largo de este trabajo, se desprenden nuevas interrogantes que, si bien se encuentran fuera del alcance de este estudio, las mismas pueden dar paso al desarrollo de nuevas líneas de investigación, por ejemplo el profundizar en los motivos geopolíticos por los cuales no se ha logrado establecer un acuerdo de manejo conjunto de acuíferos transfronterizos en la región y en especial entre México y Estados Unidos, similar al Tratado de 1944 que rige sobre los recursos de agua superficiales entre ambos países, tratando de definir los alcances que tendría y cuál sería la postura de nuestro país.

Otro aspecto importante sería el conocer las posibilidades de contribución y de asistencia de otras instancias y actores internacionales y nacionales, así como la sociedad civil. Este es el caso de las instancias paraestatales que han venido realizando aportaciones en los Foros Parlamentarios en materia de discusiones y planteamientos y cuya utilidad para la concreción de instrumentos de gestión conjunta de acuíferos transfronterizos, podría ser materia de futuras investigaciones.

ANEXO I.

ACUÍFEROS POR CONTINENTE

I.1 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN ÁFRICA

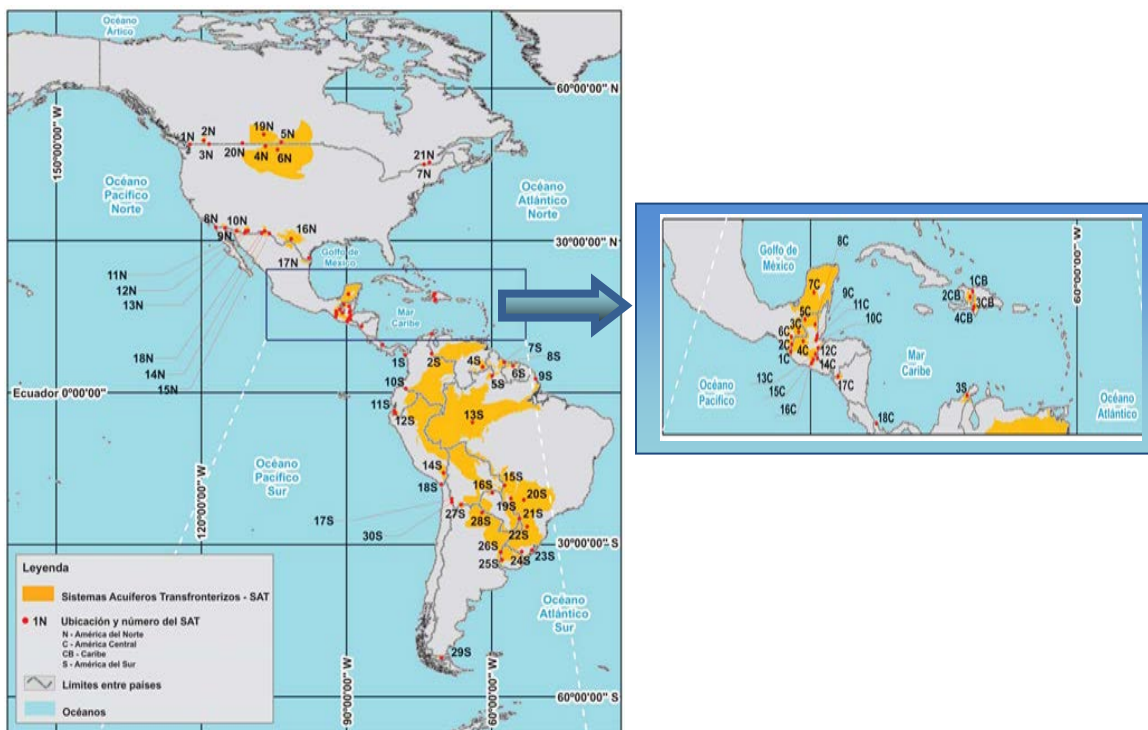


FUENTE: WHYMAP 2006.

Sistemas Acuíferos Transfronterizos de África

- | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. NubianSandstoneAquifer | 17. Ogaden- Juba Aquifer | 33. SE Kalahari/ Karoo Basin |
| 2. Northwest Sahara Aquifer | 18. Merti Aquifer | 34. Ramotswa Dolomite Basin |
| 3. Taoudéni Basin | 19. Rift Aquifer | 35. Nata Karoo Sub- basin |
| 4. Irhazer- Iullemeden Basin | 20. Mount Elgon Aquifer | 36. Tuli Karoo Sub- basin |
| 5. L' Air CristallineAquifer | 21. KageraAquifer | 37. Medium ZambeziAquifer |
| 6. Tin- SéririneBasin | 22. Kilimanjaro Aquifer | 38. Karoo Sedimentary Aquifer |
| 7. Chad Basin | 23. Coastal Sedimentary Basin | |
| 8. Mourzouk- DjadoBasin | 24. Coastal Sedimentary Basin | |
| 9. ErrachidiaBasin | 25. Coastal Sedimentary Basin | |
| 10. TindoulAquifer | 26. CoastalSedimentaryBasin | |
| 11. Senegalo- MauritanianBasin | 27. CoastalSedimentaryBasin | |
| 12. Liptako- GournaAquifer | 28. CoastalSedimentaryBasin | |
| 13. CoastalSedimentaryAquifer | 29. Congo Intra- cratonicBasin | |
| 14. Coastal Sedimentary Aquifer | 30. KarooSandstoneAquifer | |
| 15. Upper Nile Basin | 31. Shire Valley Alluvial Aquifer | |
| 16. Awash Valley Aquifer | 32. Northern Kalahari/ Karoo Basin | |

I.2 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN AMÉRICA



FUENTE: Imagen tomada del libro "Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los Sist. Acuíferos Transfronterizos de las Américas". Progr. UNESCO/OEA-ISARM Américas, 2010.

Sistemas Acuíferos Transfronterizos de América

AMÉRICA DEL NORTE

1. Abbotford-Sumas CAN- EUA
2. Okanagan-Osoyoos CAN- EUA
3. Grand Forks CAN- EUA
4. Poplar CAN- EUA
5. Estevan CAN- EUA
6. Northern Great Plains CAN- EUA
7. Châteauguay CAN- EUA
8. San Diego-Tijuana MÉX- EUA
9. Cuenca Baja del Río Colorado MÉX- EUA
10. Sonoyta-Pápagos MÉX- EUA
11. Nogales MÉX- EUA
12. Santa Cruz MÉX- EUA
13. San Pedro MÉX- EUA
14. Conejos Médanos-Bolsón de la Mesilla MÉX- EUA
15. Bolsón del Hueco-Valle de Juárez MÉX- EUA
16. Edwards -Trinity-El Burro MÉX- EUA
17. Cuenca Baja del Río Bravo/ Grande MÉX- EUA
18. Los Mimbres- las Palmas MEX- EUA
19. Judith River CAN- EUA
20. MilkRiver CAN- EUA
21. Richelieu/Lake Champlain CAN- EUA

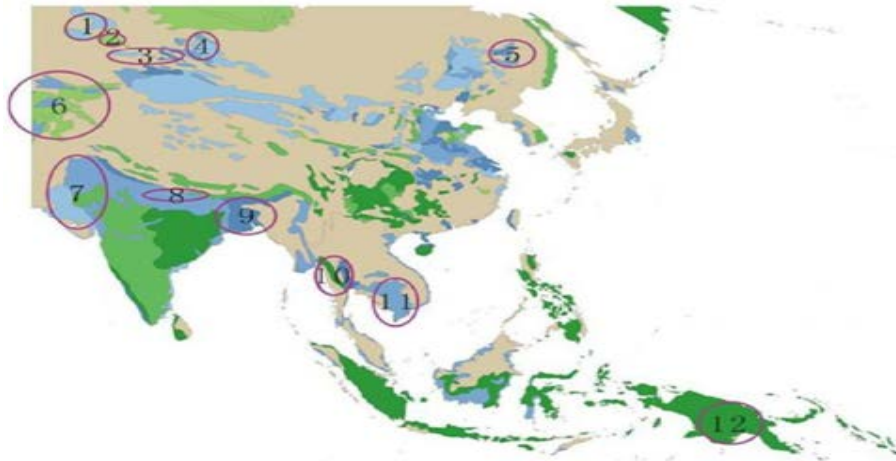
AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

1. Masacre HAITÍ- REP. DOMINICANA
2. Artibonito HAITÍ- REP. DOMINICANA
3. Los Lagos HAITÍ- REP. DOMINICANA
4. Pedernales HAITÍ- REP. DOMINICANA
5. Soconusco- Suchiate/Coatán GUAT- MÉX
6. Chicomuselo- Cuilco/Selegua GUAT- MÉX
7. Ocosingo-Usumacinta- Pocóm-Ixcán GUAT- MÉX
8. Márquez de Comillas- Chixoy/Xaclbal GUAT-MÉX
9. Boca del Cerro-San Pedro GUAT- MÉX
10. Trinitaria-Nentón GUAT- MÉX
11. Península de Yucatán- Candelaria-Hondo GUAT- MÉX- BEL
12. Mopán-Belice GUAT- BEL
13. Pusila-Moho GUAT- BEL
14. Sarstún GUAT- BEL
15. Temash GUAT- BEL
16. Delta del Río Motagua GUAT- HON
17. Chiquimula-Copán Ruinas GUAT- HON
18. Esquipulas-Ocotepeque- Citalá GUAT- HON- EL SALV
19. Ostúa-Metapán EL SAL- GUAT
20. Río Paz EL SAL- GUAT
21. Estero Real-Río Negro HON- NICA
22. Sixaola COSTA RICA- PAN

AMÉRICA DEL SUR

1. Choco-Darién COL- PAN
2. Táchira-Pamplonita COL- VEN
3. La Guajira COL- VEN
4. Grupo Roraima BRA- GUYA- VEN
5. Boa Vista-Serra do Tucano-North Savanna BRA- GUYA
6. Zanderij GUYA- SURI
7. Coesewijne GUYA-SURI
8. A-Sand/B-Sand GUYA-SURI
9. Costeiro BRA-GUAYANA FR
10. Tulcán-Ipiales COL- ECU
11. Zarumilla ECU- PERÚ
12. Puyango-Tumbes- Catamayo - Chira ECU- PERÚ
13. Amazonas BOL- BRA- COL- ECU- PERÚ- VEN
14. Titicaca BOL- PERÚ
15. Pantanal BOL- BRA- PAR
16. Agua Dulce BOL- PAR
17. Ollagüe-Pastos Grandes BOL- CHILE
18. Concordia/Escritos- Caplina CHILE- PERÚ
19. Aquidauana-Aquidabán BRA- PAR
20. Caiuá/Bauru-Acaray BRA-PAR
21. Guaraní ARG- BRA- PAR- URU
22. Serra Geral ARG- BRA- PAR- URU
23. Litoráneo-Chuy BRA- URU
24. Permo-Carbonífero BRA- URU
25. Litoral Cretácico ARG- URU
26. Salto-Salto Chico ARG- URU
27. Puneños ARG- BOL
28. Yrendá-Toba -Tarijeño ARG- BOL- PAR
29. El Cóndor-Cañadón del Cóndor ARG- CHILE
30. Ascotán BOL- CHILE

I.3 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN ASIA

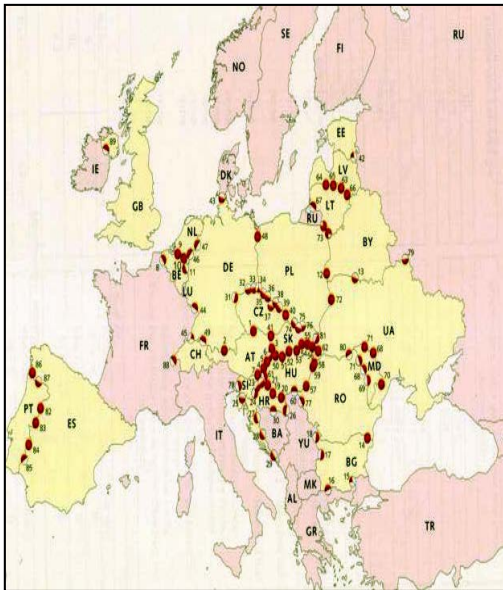


FUENTE: ISARM/ ASIA. 2007

Sistemas Acuíferos Transfronterizos de Asia

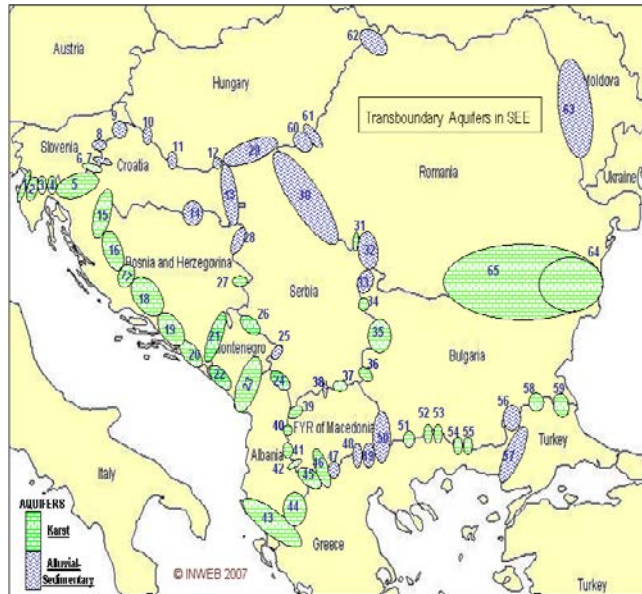
1. Ertix River Plain. Russia y Kazakhstan.
2. West Altai. Russia y Kazakhstan.
3. Lli River Plain. China y Kazakhstan.
4. Yenisei Upstream. Russia y Mongolia.
5. Heilongjiang River Plain. China y Russia.
6. Central Asia. Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Tajikistan, Turkmenistan y Afghanistan.
7. India River Plain. India y Pakistan.
8. Southern of Himalayas. Nepal e India.
9. Ganges River Plain. Bangladesh e India.
10. South Burma. Burma y Thailand.
11. Mekong River Plain. Thailand, Laos, Cambodia y Vietnam.
12. New Guinea Island. Indonesia y Papua New Guinea.

I.4 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN EUROPA



FUENTE: Almásy and Buzás, 1999.

I.5 ACUÍFEROS TRANSFRONTERIZOS EN EUROPA DEL ESTE



FUENTE: www.iemed.org/observatori-es/recursos/documents/mapes/axius-mapes/6.pdf

Sistemas Acuíferos en Europa del Este

- | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Dragonja | 17. Krka | 33. TimokAlluvium/ Bregovo Novo | 49. Lago Dojran |
| 2. Mirna- Istra | 18. Cetina | 34. StaraPlanina/ Salasha Montana | 50. Sandansky- Petrich |
| 3. Opatija | 19. Neretva | 35. Nishava& Tran Karst | 51. Gotze/ Agistro |
| 4. Rijeka | 20. Dubrovnik | 36. Zemen | 52. Nastan- Trigrad |
| 5. Kupa | 21. Karst- Montenegro | 37. FYROM- SW Serbia | 53. Smolyan |
| 6. Zumberak | 22. Karst Dinarico costa Oeste | 38. FYROM Serbia Central | 54. Rudozem |
| 7. Sava | 23. Karst Dinarico costa Este/ Skadar Lake | 39. Tetovo- Gostivar | 55. ErmaReka |
| 8. Sutla | 24. BeliDrim | 40. Bistra- Stogovo | 56. Svilegrad/ Orestiyada |
| 9. Drava | 25. Metohija | 41. Jablanica | 57. Evros/ Meric |
| 10. Mura | 26. Lim | 42. Lago Ohrid | 58. Topolovgrad Karst |
| 11. Drava | 27. Tara Massif | 43. Vjosa- Pogoni | Waterbearing Massif |
| 12. Baranja | 28. Macva- Semberija | 44. Mourgana | 59. MalkoTarnovo Karst |
| 13. Serbia Occ. | 29. Backa | 45. Lagos Prespes | Waterbearing Massif |
| 14. Sava | 30. Banat | 46. Galicica | 60. UpperPleistocenesomes |
| 15. Kupa | 31. Miroc&Golubac | 47. Pelagonija/ Florina | 61. LowerPleistocene Mures |
| 16. Una | 32. DacianBasin | 48. Gevgelija/ AxiosVardar | 62. Lower Pleistocene Somes |
| | | | 63. Middle Sarmatian P. |

GLOSARIO

A

ACUÍFERO: Es una formación geológica permeable o un conjunto de ellas, por las que circula o se almacena agua en el subsuelo y que puede ser extraída para su explotación, uso y aprovechamiento. Los acuíferos pueden ser de tres tipos: abiertos al medio ambiente de la superficie (no confinados), parcialmente conectados a la superficie (confinados) o totalmente desconectados (fósiles).

En condiciones naturales, los acuíferos, sean éstos, no confinados y/o confinados, están en perfecto equilibrio hidrológico con respecto al medio ambiente presente en la superficie. Generalmente la calidad del agua que contienen es buena y se puede usar en forma directa para el abastecimiento humano. Sin embargo, los acuíferos son sistemas frágiles y una vez agotados o contaminados, su recuperación puede demorar siglos.

ACUÍFERO TRANSFRONTERIZO: Es aquel reservorio de agua subterránea en cuya delimitación se encuentran comprendidos los límites geográficos-administrativos de dos o más países.

AGUA FREÁTICA: Sinónimo de agua subterránea.

AGUAS INTERNACIONALES: Corresponden a todos los recursos acuáticos del planeta que incluyen océanos, mares y estuarios, así como los recursos hídricos comprendidos en ríos o corrientes principales, también como en sus respectivas redes hidrográficas, lagos, lagunas, pantanos, humedales, esteros, escurrimientos y cuerpos de agua subterráneos someros y profundos, que forman parte de cuencas transfronterizas entre dos o más países.

AGUA VIRTUAL: También llamada “agua oculta” es el volumen del agua necesaria para la producción de un bien o un servicio. En un sentido más amplio, el intercambio comercial entre países lleva implícito un flujo de agua entre ellos, que corresponde al agua que se empleó en la generación de los productos o

servicios importados o exportados. Esta práctica ha resultado ser una opción para reducir los problemas de escasez de agua en algunos países.

B

BIODIVERSIDAD: El término “Biodiversidad” es una contracción de la expresión “diversidad biológica”. Refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de una especie, entre especies distintas y entre ecosistemas.

C

CAMBIO CLIMÁTICO: Definido por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como “un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables”.

CICLO DEL AGUA: Proceso por el que el agua se mueve desde el aire (condensación) hasta la tierra (precipitación) y vuelve a la atmósfera (evaporación). El uso que los humanos hacen del agua, como por ejemplo la irrigación o la construcción de presas, puede transformar su ciclo.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA: La contaminación del agua puede definirse como la modificación de las propiedades físicas, químicas o biológicas que restringen su uso. Las sustancias que pueden modificar la calidad del agua han sido divididas en dos: 1) Las que están presentes en la naturaleza, por ejemplo el arsénico, flúor, etc. Y 2) Aquellas producidas por las actividades del hombre (antropogénicas), ejemplos de éstas son bacterias, virus, nitratos hidrocarburos, solventes o pesticidas. Estas fuentes de contaminación pueden originarse en la superficie del terreno (por ejemplo producto de las actividades agrícolas) o en el subsuelo (debido a basureros a cielo abierto, pozos abandonados o fosas sépticas).

CUENCA: Constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua.

CUENCA HIDROGRÁFICA: Una cuenca es un territorio delimitado por los escurrimientos de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, ésta puede estar compuesta por ríos, presas y acuíferos, un ejemplo de ello es la Cuenca Lerma- Chapala en México. La demarcación geográfica de la cuenca estará en función de los límites de influencia y filtración de éstas aguas.

CUENCA HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL: Zona geográfica que se extiende por el territorio de dos o más Estados y está demarcada por la línea divisoria de un sistema hidrográfico, de aguas superficiales y freáticas que fluyen hacia una salida común.

D

DESARROLLO SUSTENTABLE DEL AGUA SUBTERRÁNEA: Cantidad de agua subterránea que se puede extraer legalmente de una cuenca hidrológica en el largo plazo, sin causar consecuencias severas de índole económica, social, ecológica e hidrológica. Implícito a esta meta es lograr un equilibrio entre las extracciones de agua y los ritmos naturales de recarga y ofrecer una mejor protección a las principales zonas de recarga frente a los cambios en el uso del suelo.

DETERIORO DE UN ACUÍFERO: Significa cualquier cambio físico en un acuífero o en su área de recarga que reduce o restringe significativamente la potencialidad de uso de las aguas del acuífero.

E

ECOSISTEMA: Complejo sistema formado por las comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos, así como por el medio ambiente inerte que los rodea y sus interacciones como unidad ecológica. Los ecosistemas no tienen límites fijos, de modo que sus parámetros se establecen en función de la cuestión

científica, política o de gestión que se esté examinando. Según el objetivo del análisis, puede considerarse como ecosistema un único lago, una cuenca o una región entera.

ESCASEZ: La escasez de agua puede ser física, económica o institucional. La escasez “física” es cuando los recursos no satisfacen las demandas. “Económica” donde la falta de infraestructura es más importante que la falta de recursos, como es el caso de África. Finalmente, “institucional” cuando pueden existir los recursos y la infraestructura pero la gente carece de agua porque son los últimos de la cadena, hay usos y usuarios que tienen la prioridad sobre otros.

ESTRÉS HÍDRICO: Existen varias maneras de definir el estrés hídrico, la más conocida es la de Falkenmark y Widstrand, quienes utilizaron por primera vez un índice, con el cual una población con más de 1 700 m³ por habitante al año no tendría dificultades de disponibilidad, entre 1 700 y 1000 m³ por habitante al año sufrirá periodos de escasez. Si este valor es menos de 1000 m³ se tendrá escasez de agua u el recurso se convertirá en un factor limitante del desarrollo de las actividades humanas. Si se llega a un valor de menos de 555 m³ se tendrá una condición de escasez absoluta.

G

GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (GIRH): Es un enfoque que promueve la coordinación en el desarrollo y gestión del agua, tierra y otros recursos asociados, con el propósito de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales. En términos operativos un enfoque de GIRH implica la aplicación de conocimientos de diversas disciplinas, así como de aportaciones de las diversas partes involucradas a fin de diseñar e instrumentar soluciones eficientes, equitativas y sustentables para los problemas del agua y del desarrollo.

GLACIAR: Extensa masa de hielo que se forma sobre la superficie terrestre por la acumulación y la compactación de nieve y que muestra evidencia de movimiento pendiente abajo por la influencia de la gravedad. Los glaciares alimentan los

arroyos locales con el agua que liberan en mayor o menor cantidad dependiendo de la estación, sin embargo debido al cambio climático muchos de ellos están retrocediendo y reduciendo su tamaño.

H

HUELLA HÍDRICA: Es la forma de medir el impacto de las actividades humanas en los recursos hídricos. La Huella Hídrica resulta de sumar el agua que utiliza cada persona para sus diversas actividades y la que es necesaria para producir los bienes y servicios que consume. Los cuatro factores que determinan la huella hídrica son: el nivel de consumo, el tipo de consumo, el clima y la eficiencia con la que se utiliza el agua. De acuerdo con este concepto, un humano utiliza en promedio 1240 m³ de agua al año, sin embargo esta cifra varía de país en país, en México la huella hídrica es de 1441 m³/a, en EUA, uno de los países con mayor huella hídrica es de 2483 m³/a, mientras que en China es de 702 m³/a.

HUMEDALES: Extensiones de marismas, pantanos o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

I

INTRUSIÓN SALINA: La intrusión salina es el proceso por el cual los acuíferos costeros están conectados con el agua del mar. Esto supone que el agua salada (procedente del mar) fluye hacia el subsuelo mezclándose con las reservas de agua dulce. Este proceso se debe a la mayor densidad del agua del mar (debido a que contiene más solutos) que el agua dulce. Esta diferencia de densidades provoca que la presión en el fondo de una columna de agua salada sea mayor que la de una columna de agua dulce de la misma altura. Si se conectaran ambas columnas por debajo, el agua salada fluiría hacia la columna de agua dulce. El proceso se detiene cuando la columna de agua dulce se hace mayor, la presión

aumenta y consigue igualar a la intrusión de agua de mar. Si se extrae toda el agua dulce, el agua salada inunda el acuífero y resulta muy difícil de recuperar.

L

LIXIVIACIÓN: Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.

P

POBREZA DEL AGUA: También conocida como *Inseguridad del agua* es la falta de acceso a agua segura y a precios asequibles para satisfacer las necesidades de las personas.

PRECIPITACIONES: Las precipitaciones (lluvia, nieve y rocío), son imprescindibles para renovar los recursos hídricos, así como determinantes para las condiciones climáticas y la biodiversidad locales. Las precipitaciones pueden alimentar ríos o lagos, recargar los suministros de agua subterránea o volver a la atmósfera por evaporación.

R

RECARGA: Adición de agua a un acuífero por infiltración de precipitación a través del suelo, o de agua de cursos superficiales, lagos o embalses, o por descargas de agua a la superficie de la tierra, o por inyección de agua al acuífero a través de pozos.

RECARGA ARTIFICIAL: La recarga artificial de un acuífero, también llamada gestión de la recarga de acuíferos o *Managed Aquifer Recharge*, es un método de gestión hídrica que permite introducir agua en los acuíferos subterráneos, en general, el agua introducida es de buena calidad y pre-tratada, aunque ha habido varias experiencias de recarga con aguas residuales. El agua puede proceder de ríos, depuradoras, escorrentía urbana, desaladoras o humedales. El agua es introducida al acuífero mediante zanjas, balsas, pozos, sondeos de inyección u

otros medios. Esta agua es almacenada en el acuífero en cantidad superior a lo normal, y sigue su circuito natural subterráneo, depurándose durante un periodo de tiempo variable. Más tarde es extraída y empleada para diferentes usos como abastecimiento y regadío, generalmente con una calidad adecuada.

S

SEGURIDAD HÍDRICA: Implica la capacidad de proporcionar servicios básicos de agua y de proteger a las poblaciones contra desastres relacionados con el agua y los efectos de la variabilidad climática.

SISTEMA HIDROGRÁFICO: Sistema de aguas que abarca un río principal, desde su nacimiento hasta su desembocadura, sus afluentes, lagos que desaguan en él y las aguas subterráneas que reciben aguas de ellos o les aportan agua

SOBREEXPLOTACIÓN: Los pozos se pueden secar si el nivel freático cae por debajo de su profundidad inicial, lo que ocurre ocasionalmente en años de sequía, y por las mismas razones pueden secar los manantiales. El descenso del nivel freático medio se produce siempre que hay una extracción continuada de agua en el acuífero. Sin embargo este descenso no significa que el acuífero esté sobreexplotado. Normalmente lo que sucede es que el nivel freático busca una nueva cota de equilibrio en que se estabiliza. La sobreexplotación se produce cuando las extracciones totales de agua superan a la recarga.

SOSTENIBILIDAD: Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer las capacidades de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

SUBSIDIARIEDAD: Significa delegar las responsabilidades de la gestión del agua en las autoridades locales y en grupos de usuarios del agua, es decir la descentralización del poder por parte del gobierno hacia autoridades de gobierno regionales o locales.

SURGENCIA: Las surgencias son un fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de las masas de agua, de niveles profundos hacia la superficie. A este fenómeno también se le llama afloramiento y las aguas superficiales presentan generalmente un movimiento de divergencia horizontal característico.

Z

ZONA DE DESCARGA: El agua subterránea mana o brota de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas (manantiales) y a veces en fondos del relieve, siempre donde el nivel freático intercepta la superficie. Cuando no hay surgencias naturales, al agua subterránea se puede acceder a través de pozos, perforaciones que llegan hasta el acuífero y se llenan parcialmente con el agua subterránea, siempre por debajo del nivel freático, en el que provoca además una depresión local. El agua se puede extraer por medio de bombas. El agua también se desplaza a través del suelo, normalmente siguiendo una dirección paralela a la del drenaje superficial, y esto resulta en una descarga subterránea al mar que no es observada en la superficie, pero que puede tener importancia en el mantenimiento de los ecosistemas marinos.

ZONA DE RECARGA: La zona de recarga o área de recarga, es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca. El régimen de recarga puede alterarse por diversas causas, como la deforestación o la extensión de pavimentos impermeables que no favorecen la infiltración, como ocurre en zonas urbanas e industriales.

BIBLIOGRAFÍA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila García, P., (2003), *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI. México desde una perspectiva global y regional*, Colegio de Michoacán, SEMARNAT/ IMTA, México.
- Carabias, J, et. al., (2005), *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*, Ed. UNAM/ COLMEX/ Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- Esch, S., Consejo editorial, et. al., (2006), *La gota de la vida: Hacia una gestión sustentable y democrática del agua*, Fundación Heinrich Böll, México.
- Marsily, G., (2001), *El agua: una explicación para comprender, un ensayo para reflexionar*, Ed. Siglo XXI, México.
- Prudnikov R. V., (2008), “El escenario del agua en el mundo: Algunos aspectos geográficos, políticos y socioeconómicos”, en Arellano Jiménez, Paulino E., (Coord.), *Escenarios, actores y conflictos internacionales*, Grupo Editorial Patria, México, pp. 29- 45.
- Tortajada, C. y Guerrero, V., (2004), *Hacia una gestión integral del agua en México. Retos y Alternativas*, Cámara de Diputados, LIX Legislatura/ Centro del Tercer Mundo para el manejo del agua AC/ Porrúa, México.
- Zorrilla Arena, S., et. al. (1997), *Metodología de la investigación*, Mc Graw-Hill, México.

FUENTES HEMEROGRÁFICAS

- Biswas, Asit K., (2002), “Crisis de los recursos hídricos: una perspectiva global para el siglo XXI”, *Memoria*, no. 134, México, pp. 31-34.
- Boletín Fórum UNESCO, (2008), no. 34, 7 de noviembre.
- Boletín del Archivo Histórico del Agua, (2003), “La inercia política exagera la crisis del agua”, no. 23, enero- abril, CNA- CIESAS, México, pp. 44- 63.
- Chávez, R., et al, (2006), “El agua subterránea en México: condición actual y retos para un manejo sostenible. *Boletín Geológico y Minero*, no. 117, pp. 115-126.
- Mazari, M., (2003), “El agua como recurso”, *¿Cómo ves?*, no. 54, UNAM, México, pp. 10- 12.
- (2001), “Nos estamos quedando sin agua”, *Despertad*, 22 de junio, pp. 3-9.
- (2006), Abstract of the dissertation of William Todd Jarvis for the degree of Doctor of Philosophy in Geography. Title: *Transboundary groundwater: Geopolitical consequences, commons sense, and the law of the Hidden Sea*.
- (2003), *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*, “Agua para todos, agua para la vida”.
- (2006), *IV Foro Mundial del Agua, Documento de la Región AMERICAS*, México.
- (2006), *Síntesis del IV Foro Mundial del Agua*, México.
- (1977), “La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua y sus motivos”, *Revista de Comercio Exterior*, no. 4, México, pp. 451- 455.
- Van Dam, A., (1977), “El manejo de los recursos hídricos en el decenio de los ochenta”, *Revista de Comercio Exterior*, no. 4, México, pp. 459- 461.
- Comisión Internacional de Límites y Aguas México- EU, (2009), *Informe común de los ingenieros principales referente al proceso de cooperación conjunta México- Estados Unidos para el programa de evaluación de acuíferos transfronterizos*. (El Paso, Texas, 19 de agosto de 2009).

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

- ❖ Aguilar, G., Iza, A., (2009), *Gobernanza de aguas compartidas. Aspectos jurídicos e institucionales*, 240 pp.
http://cmsdata.iucn.org/downloads/eplp_58_ref_pdf.pdf (12 junio 2014)
- ❖ “Ahogarse sin agua”, *El Estatal*, 02-02-2012.
<http://www.elestatal.com/reportajes/ensayos/ahogarse-sin-agua/> (25 febrero 2014)
- ❖ Alfie Cohen, M., (2005), *El agua en la frontera México- Estados Unidos: Reto político- ambiental*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12214202> (18 febrero 2014)
- ❖ Alfie, M., Flores, O., (2010), *Las agencias ambientales binacionales de México y Estados Unidos: Balance y perspectivas a 16 años de su creación*.
<http://www.journals.unam.mx/index.php/nam/article/download/24148/22681%E2%80%8E> (14 noviembre 2013)
- ❖ Ángeles, G., (2006), *La responsabilidad en sociedades divididas. Reflexiones sobre los recursos de agua compartidos entre México y Estados Unidos*.
http://www.cisan.unam.mx/Norteamerica_anterior/num2/pdf/Gabriela%20Angeles%20Serrano.pdf (20 marzo 2010)
- ❖ Inglés, M., (2011), *Los cursos de agua compartidos entre México y los Estados Unidos y la variable medioambiental. Una aproximación*.
www.revistas.unam.mx/index.php/amdi/article/view/16607 (7 abril 2012)
- ❖ Beaugé, M. F., (2010), “La necesidad de cooperación e integración en la protección de los acuíferos transfronterizos”, *Cuadernos de Política Exterior Argentina no. 102*, Centro de Estudios en Relaciones Internacionales de Rosario.
http://www.cerir.com.ar/admin/_cerir/archivos/cuadernos/0000119/cupea%20102%20con%20mapas.pdf (12 noviembre 2013)

- ❖ Bellagio Draft, (1989), *Aguas subterráneas Transfronterizas: Anteproyecto de Tratado*. http://utntoncenter.unm.edu/pdfs/Bellagio_Draft_Treaty_S.pdf (15 julio 2011)
- ❖ Boeglin, N., (2012), *Acuíferos Transfronterizos: Respuestas desde el derecho internacional y vacíos en Centroamérica*, Boletín Geológico y Minero, 123, pp. 235- 248. www.revista.igme.es/index.php/bgm/article/download/446/442 (22 septiembre 2013)
- ❖ Brown, A., (2011), *A review of water scarcity indices and methodologies*, 19 p. http://www.sustainabilityconsortium.org/wp-content/themes/sustainability/assets/pdf/whitepapers/2011_Brown_Matlock_Water-Availability-Assessment-Indices-and-Methodologies-Lit-Review.pdf (6 febrero 2012)
- ❖ Bureau de Recherches Géologiques et Minières, (2010), *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers*. www.brgm.fr/brgm/Fichiers/guide_aquiferes_transfrontaliers.pdf (01 junio 2011)
- ❖ Callegary, J., et.al., (2012), *Evaluación binacional de los acuíferos Santa Cruz y San Pedro. Informe sobre la colaboración Sonora- Arizona acerca del Programa para la Evaluación de Acuíferos Transfronterizos México- Estados Unidos (TAAP)*. https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/pdfs/TAAP_Az-Mex_Commission_June_2012.pdf (5 febrero 2014)
- ❖ CEPAL, (2003), *Estudio sobre los Convenios y Acuerdos de cooperación entre los países de América Latina y el Caribe en relación con sistemas hídricos y cuerpos de agua transfronterizos*. www.eclac.org/publicaciones/xml/21/13672/doctrinas/lcl2002e.pdf (13 abril 2013)
- ❖ Cervell- Hortal, M.J., (2008), *El Derecho Internacional y los recursos naturales compartidos*. http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/21274/1/ADI_XXIV_2008_03.pdf (20 junio 2013)

- ❖ Comisión para la Cooperación Ambiental, (2001), *Derecho y política ambientales en América del Norte (DPAAN)*, “Informe sobre el manejo de las aguas interiores fronterizas y transfronterizas en América del Norte”, Editions Yvon Blais, Canadá, 244 p.
http://www.cec.org/Storage/45/3792_NAELP7s.pdf. (15 noviembre 2010)
- ❖ Comisión para la Cooperación Ambiental, *El mosaico de América del Norte. Panorama de los problemas ambientales más relevantes. Agua: recursos hídricos compartidos*.
www.cec.org/Storage135/2628_SOE_Sharewater_es.pdf, (15 julio 2011)
- ❖ Comisión Nacional del Agua, (2011), *Estadísticas del agua en México*, “Capítulo 8 Agua en el Mundo”.
www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Capitulo_8.pdf, (6 mayo 2013)
- ❖ Conseil des Académies Canadiennes, (2009), *La gestión durable des eaux souterraines au Canada*, 16 p.
[http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20releases/groundwater/\(2009-05-11\)%20gw%20rapport.pdf](http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20releases/groundwater/(2009-05-11)%20gw%20rapport.pdf) (2 Febrero 2014)
- ❖ Cruz, W., (2011), *El derecho Internacional del agua. Desarrollos actuales*.
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/cruz.html> (19 febrero 2011)
- ❖ Del Castillo, L., (2009), *Los Foros del agua. De Mar del Plata a Estambul, 1977-2009*, 290 p. http://www.aida-waterlaw.org/PDF/Foros_del_Agua_libro.pdf (18 octubre 2013)
- ❖ Del Castillo, L., (2010), *The law of Transboundary aquifers and the Berlin Rules on water resources (ILA): interpretive complementarity*, UNESCO- IAH- UNEP Conference, Paris.
http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/documentacion/documentos/berlin.pdf (20 septiembre 2013)
- ❖ De la Vega, J., (2004), *La crisis del agua*.
<http://www.gestiopolis.com/canales3/ger/crisagua.htm>, (17 marzo 2011)
- ❖ Día Mundial del Agua, (2010), *Para un mundo sano*, UN WATER/ FAO WATER/ PNUMA. www.worldwaterday2010.info (10 junio 2011).

- ❖ Drnas de Clément, Z., (2011), *Principios de soberanía estatal en el acuerdo sobre el acuífero guaraní y en el proyecto de la CDI sobre acuíferos transfronterizos*. www.acaderc.org.ar/doctrina/articulos/principio-de-soberania-estatal-en-el-acuerdo-sobre.pdf (7 julio 2013)
- ❖ FAO, (2011), *México, asuntos internacionales relativos al agua*. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/MEX-Intlss_esp.stm (11 junio 2014)
- ❖ Herrera Toledo, C., (2009), *Quinto Foro Mundial del Agua: Documento de la región norteamericana*. http://arquivos.ana.gov.br/wfa/na/WWF_Documento_de_la_region_norteamericana.pdf, (05 mayo 2011)
- ❖ ILA, (1966), *Proyecto: Del conflicto potencial a la cooperación potencial (PCCP)*, “Las Reglas de Helsinki sobre el uso de las aguas de los Ríos Internacionales”. www.ehu.es/ceinik/tratados/22TRATADOSOBREELAGUA/TA2222ESP.pdf (12 mayo 2012)
- ❖ International Conference “Transboundary Aquifers: Challenges and New Direction”, (2010), Eckstein, Gabriel, *Managing hidden treasures across frontiers: The international law of Transboundary Aquifers*. www.siagua.org/archivos_adjuntos/documentos/tesores.pdf (11 abril 2011)
- ❖ Instituto Nacional de Tecnología Industrial, (2006), *El agua, un recurso vital y escaso*. www.inti.gov.ar/sabercomo/sc42/inti4.php. (15 octubre 2010)
- ❖ ISARM, (2000), *Transboundary Aquifers management and ISARM programme*. www.isarm.org/publications/325 (20 septiembre 2013)
- ❖ ISARM, (2012), *Transboundary Aquifers of the world 2012*. www.isarm.org/publications/419 (10 julio 2014)
- ❖ Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Juárez, (2000), “Modelo de simulación de flujo y transporte como parámetros de toma de decisiones para el aprovechamiento del acuífero Bolsón de la Mesilla para llevar agua potable a Ciudad Juárez, Chihuahua”.

- <http://aguassubterraneeas.abas.org/asubterraneeas/article/view/24322> (14 febrero 2014)
- ❖ *La cuenca del Bravo*, www.colsan.edu.mx/investigacion/aguay_sociedad/proyectorfronera/documentos/LACUENCADELBRAVO.pdf. (05 mayo 2011)
 - ❖ Maganda, C., (2008), *¿Agua dividida, agua compartida? Acuíferos transfronterizos en Sudamérica, una aproximación*, Estudios políticos, no. 32, enero- junio, Instituto de Estudios Políticos, Universidad de Antioquia, pp. 171-194. www.sala.clacso.org.ar/ (12 mayo 2012)
 - ❖ Megdal, S., et.al., (2010), *Evaluación internacional de los acuíferos transfronterizos Santa Cruz y San Pedro en la frontera México- Estados Unidos: UNESCO- IAH-UNEP*, Conference, Paris, 6-8 diciembre 2010. http://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/taap/pdf/Megdal_ISARM_De_c2010_Span.pdf (15 mayo 2013)
 - ❖ Miletto, M. y Kirchheim R., (2004), *El recurso invisible Acuíferos Transfronterizos: Una oportunidad de cooperación internacional*, Serie sobre elementos de políticas, no. 3, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, OEA, pp. 1- 4. http://www.oas.org/dsd/policy_series_spa.pdf (29 enero 2010)
 - ❖ Norman, E., et.al., (2004), *Transboundary environmental management: A study of the Abbotsford- Sumas Aquifer in British Columbia and western Washington*, p. 104. www.emmanorman.net/publications_56_2860491831.pdf (23 septiembre 2013)
 - ❖ OEA, (2010), *Gestión Integrada de Recursos Hídricos*. UNESCO/OEA/ISARM- Américas, Acuíferos Transfronterizos de las Américas. www.oas.org/dsd/WaterResources (15 julio 2012)
 - ❖ OIEA, (2013), *Agua para el Sahel sediento*. Boletín 54, p. 17. www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-4/54401211619_es.pdf (5 diciembre 2014)

- ❖ Olivas, JdD., *Observan recuperación de Bolsón del Hueco*, El Diario, 22- 09- 2013. http://diario.mx/Local/2013-09-22_589585b0/observan-recuperacion-de-bolson-del-hueco/ (24 febrero 2013)
- ❖ ONU, (2006), *Recursos Hídricos. Resumen del 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf, (13 abril 2013)
- ❖ ONU, (2009), Resolución aprobada por la Asamblea General 63/124, *El Derecho de los Acuíferos Transfronterizos*. www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/63/124&Lang=S (10 septiembre 2012)
- ❖ ONU, (2012), *Ley de Acuíferos Transfronterizos*. www.aguayriego.com/2012/02/onu (12 mayo 2012)
- ❖ ONU, (2013), *Marcos Legales y Acuerdos Institucionales para la Cooperación. Promoviendo la Cooperación en Agua. Nota Informativa*. www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_cooperation_2013/pdf/infobrief_1_egal_frameworks_spa.pdf (23 Abril 2013)
- ❖ Osorio, C., (2001), "Aprovechamiento racional del agua", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, no. 294, Universidad del Valle de Colombia. www.oei.es/revistactsi/numero1/agua.htm. (29 mayo 2011)
- ❖ Petitjean, O., (2009), *La question des aquifères souterrains transfrontaliers*. www.partagedeseaux.info/article153.htm/ (22 julio 2011)
- ❖ Petitjean, O., (2009), *L'eau, source de conflits et de cooperation*. www.partagedeseaux.info/article151.htm/ (22 julio 2011)
- ❖ Pezzano, L., (2007), *Una aproximación a los acuíferos en el sistema de las Naciones Unidas*, 23 p. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/recordip/article/view/545> (8 enero 2013)
- ❖ Pochat, V., (2007), *Encuentro Trinacional para la gestión de los acuíferos fronterizos y transfronterizos (Argentina- Brasil- Paraguay)*, "Las aguas fronterizas y transfronterizas en América Latina y el Caribe".

- www2.itaipu.gov.br/aquaboa/encontrotrinacional/documentos.ppt (25 mayo 2011)
- ❖ Programa Frontera XXI, (1996), *Antecedentes y conceptos básicos del Programa*. www.geocities.ws/floresgod/tesis01.html (14 mayo 2014)
 - ❖ Puri, S., Aureli, A., (2005), *Transboundary Aquifers: A global program to assess, evaluate and develop policy*, vol. 43, no. 5, *Groundwater*, sep.- oct, pp. 661- 668. www.iah.org/isarm/downloads (15 mayo 2011).
 - ❖ Rascón, M., et.al., (2000), *Modelo de simulación de flujo y transporte como parámetros de toma de decisiones para el aprovechamiento del acuífero de la Mesilla, para llevar agua potable a Ciudad Juárez, Chihuahua*, Suplemento XI Congreso Brasileiro de aguas subterráneas.
<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24322> (25 febrero 2014)
 - ❖ Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOCI)/ Asociación Mundial para el Agua (GWP), (2012), *Manual para la gestión integrada de los recursos hídricos de las Cuencas transfronterizas de ríos, lagos y acuíferos*, 120 p. www.gwp.org/Global/GWP.CAM_Files/Manual%20aguas%20transfronterizas%202012-ESP.pdf (16 abril 2013)
 - ❖ Ríos, I., y Camacho, M., (2013), *Derecho Internacional del agua*. http://diplomaticosescritores.org/revistas/14_3.htm (7 agosto 2013)
 - ❖ Rivera, A., (2011), *Bulletin d' information du programme sur les eaux souterraines*, 8 p. http://ess.nrcan.gc.ca/gg-ges/index_f.php (2 Febrero 2014)
 - ❖ Salas J. A., (2005), *El agua y las relaciones entre México y Estados Unidos: Tratado binacional de 1906 y las Reglas de Helsinki*. www2.uacj.mx/IIT/CULCyT/septiembre-octubre2005/o4articulo.pdf, (05 mayo 2011)
 - ❖ Santos, J., (2013), *Disminuyó Bolsón del Hueco 197 pies durante un siglo*, El diario de El Paso, 16 de febrero 2013. http://diario.mx/El_Paso/2013-02-16_7f204a02/disminuyo-bolson-del-hueco-197-pies-durante-un-siglo/ (25 febrero 2014)

- ❖ SEMARNAT/ EPA, (2013), *Programa ambiental México- Estados Unidos, Frontera 2020*.
<http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/frontera2020.pdf> (17 junio 2014)
- ❖ Taller de expertos en agua dulce de América del Norte, (2002), Documento de discusión *Agua subterránea: Un recurso de América del Norte*, Munk Centre for International Studies/ Trinity College, Universidad de Toronto.
http://www.produccion-animal.com.ar/agua_cono_sur_de_america/22-water_discussion.pdf (22 enero 2011)
- ❖ Teorema, (2006), *Aguas transfronterizas México- Estados Unidos*.
www.teorema.com.mx/agua/aguas-transfronterizas-mexico-estados-unidos (12 mayo 2014)
- ❖ *Transboundary aquifers management and ISARM programme*.
http://issuu.com/christinadianpamionova/docs/transboundary_aquifers_management_and_isarm_programme (15 mayo 2011)
- ❖ *Transboundary Aquifers, Management a vital resource. The UNILC Draft articles on the law of transboundary aquifers*, UNESCO- PHI.
www.hydrology.nl/images/docs/ihp/ILC_transboundary_aquifers_182431E (15 mayo 2011)
- ❖ UNECE, (2009), *El Convenio del Agua, una herramienta útil a su disposición*,
www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/brochure/Convention_S_A4.pdf (22 junio 2013)
- ❖ UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, (2006), *Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas: Evaluación Preliminar*.
[www.oas.org/dsd/WaterResources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro1\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/WaterResources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro1(spa).pdf) (12 abril 2013)
- ❖ UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, (2008), *Marco Legal e Institucional en la Gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas*.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001589/158963s.pdf> (12 abril 2013)
- ❖ UNESCO- PHI/ OEA- ISARM Américas, (2010), *Aspectos Socioeconómicos, Ambientales y Climáticos de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos de las*

Américas. [www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3\(spa\).pdf](http://www.oas.org/dsd/waterresources/projects/ISARM/Publications/ISARMAmericasLibro3(spa).pdf) (12 abril 2013)

- ❖ UNESCO- PHI, (2009), *Transboundary Aquifers management a vital resource. The UNILC Draft Articles on the law of Transboundary Aquifers.*
<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001824/182431e.pdf> (10 agosto 2010)
- ❖ World Water Council, *Bassins Tranfrontaliers.*
http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/WWActions/WWA_CHAP-3.pdf (1 junio 2011)

PÁGINAS WEB DE REFERENCIA

www.abbotsford.ca/

www.cec.org

www.cna.gob.mx

www.cocef.org/

www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/aquifers/absumas.html

[www.ijc.org/en /](http://www.ijc.org/en/)

www.ila-hq.org

www.nadbank.org/

www.isarm.org

www.oas.org/dsd/isarm/ISARM_index.htm

[https://revista.consumer.es/web/es/2005110/medio ambiente](https://revista.consumer.es/web/es/2005110/medio_ambiente)

www.sre.gob.mx/cilanorte/

www.un.org

www.unece.org

www.unesco.org

www.unesco.org.uy/phi/

www.worldwatercouncil.org

www.worldwaterforum4.org.mx

www.worldwaterforum5.org.

www.worldwaterforum6.org

<https://wrrc.arizona.edu>