



Cuadernos de Estrategia 186

El agua: ¿fuente de conflicto o cooperación?

Instituto
Español
de Estudios
Estratégicos

ieee.es
Instituto Español de Estudios Estratégicos



MINISTERIO DE DEFENSA



Cuadernos de Estrategia 186

El agua: ¿fuente de conflicto o cooperación?

Instituto
Español
de Estudios
Estratégicos

ieeee.es
Instituto Español de Estudios Estratégicos



MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autores y editor, 2017

NIPO: 083-17-113-0 (edición papel)

ISBN: 978-84-9091-286-7 (edición papel)

NIPO: 083-17-114-6 (edición libro-e)

Depósito Legal: M-16238-2017

Fecha de edición: septiembre 2017

Imprime: Ministerio de Defensa

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma.

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

En esta edición se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.



ÍNDICE

	Página
Introducción	11
<i>Carlos Fernández-Jáuregui</i>	
Introducción	13
Conclusiones	18
 Capítulo primero	
Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución ..	21
<i>Félix Blanco y de la Torre</i>	
Introducción	23
Disponibilidad	23
<i>Cantidad de agua en el mundo-recursos hídricos</i>	23
<i>Ciclo hídrico: distribución irregular del agua en el tiempo y el espacio...</i>	26
<i>Fuentes de extracción</i>	28
<i>Actividad humana sobre el ciclo del agua y los recursos hídricos</i>	33
<i>Calidad del agua</i>	34
<i>Estado de los recursos hídricos: estrés hídrico y escasez física</i>	40
Necesidad	44
<i>La huella hídrica de la humanidad</i>	46
<i>Necesidades por sector</i>	51
<i>Situación actual y logros de los objetivos de desarrollo del milenio. Im-</i>	
<i>pacto económico y social del agua</i>	56
<i>Estimaciones de necesidad</i>	61
Posibilidades de incremento de disponibilidad	63
<i>Cooperación integral</i>	63
<i>Eficiencia en el uso del agua</i>	63
Aguas transfronterizas	64
Conclusiones	67
Bibliografía	68
 Capítulo segundo	
El agua, un recurso cada vez más estratégico	71
<i>Javier del Valle Melendo</i>	

	Página
El agua, un recurso imprescindible e insustituible	73
Agua: soporte para la vida.....	73
Agua para actividades socioeconómicas	74
<i>Consumo humano, higiene y salud</i>	74
<i>Producción de alimentos</i>	78
<i>Agua y energía</i>	85
<i>Ocio y turismo</i>	90
<i>Repercusiones sobre la calidad y la disponibilidad</i>	90
Agua y desarrollo	93
Un recurso estratégico, fuente de conflicto y oportunidad de cooperación	94
La necesidad de realizar una gestión racional.....	99
<i>A escala nacional</i>	99
<i>En cuencas y acuíferos compartidos</i>	101
Casos concretos	103
<i>El mar de Aral y sus ríos tributarios</i>	103
<i>El caso del Nilo</i>	107
<i>El control de los ríos Tigris y Éufrates</i>	109
<i>El caso del lago Chad</i>	111
<i>Cachemira</i>	113
<i>Lago Baikal</i>	115

Capítulo tercero

La gestión del nexo agua-energía-alimentos: la clave para el desarrollo sostenible.....	119
María del Mar Hidalgo García	
Introducción	121
El acceso al agua y al saneamiento como derecho humano	123
La clave de la sostenibilidad: el nexo agua-alimentos-energía.....	125
<i>Desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua</i>	128
<i>Nexo agua-alimentos</i>	129
Sector agrícola	130
Sector ganadero	133
Acuicultura y el sector pesquero.....	134
<i>Nexo alimentos-energía</i>	134
<i>El nexo agua-energía</i>	137
La demanda de energía en el sector del agua.....	140
La demanda de agua en el sector energético	141
La influencia del sector energético en la calidad del agua.....	143
La gestión del agua en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible	144
<i>Objetivo 1: fin de la pobreza en todas sus formas en todo el mundo</i>	144
<i>Objetivo 2: poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible</i>	145
<i>Objetivo 3: garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades</i>	146
<i>Objetivo 4: garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos</i>	146

	Página
Objetivo 5: lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.....	147
Objetivo 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.....	147
Objetivo 7: garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	148
Objetivo 8: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.....	148
Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación	149
Objetivo 10: reducir la desigualdad en y entre los países	150
Objetivo 11: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	150
Objetivo 12: garantizar modalidades de consumo y producción sostenible	152
Objetivo 13: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.....	153
Objetivo 14: conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.....	156
Objetivo 15: promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de diversidad biológica.....	157
Objetivo 16: promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles	157
Objetivo 17: fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible	158
Conclusiones.....	159
 Capítulo cuarto	
Un caso de estudio: Las Américas.....	161
<i>Alberto Crespo Milliet</i>	
Introducción	163
La crisis del agua.....	164
<i>Las señales de la crisis</i>	164
<i>La sostenibilidad del desarrollo</i>	167
<i>El Club de Roma.....</i>	168
Las aguas transfronterizas	169
<i>La interdependencia y la competencia</i>	170
<i>Los tratados como herramienta de negociación</i>	171
<i>Cuencas transfronterizas del mundo con tratados</i>	173
<i>Cooperación, instrumento de regulación o de desarrollo</i>	175
<i>Principios generales de cooperación para aguas compartidas</i>	176
La naturaleza del conflicto.....	176
<i>La disponibilidad del recurso</i>	177
<i>El nacionalismo latente (el Estado-nación)</i>	178
<i>La asimetría del poder</i>	179
Conflicto y cooperación	180
<i>Base de datos de disputas transfronterizas sobre agua dulce</i>	180
<i>Resultados estadísticos de cincuenta años de conflictos en el agua.....</i>	181
<i>Distribución porcentual de los eventos.....</i>	181
<i>Escala de intensidad de eventos.....</i>	182

	Página
<i>Distribución de cincuenta años de eventos</i>	183
<i>Hallazgos</i>	183
El agua compartida en las Américas	184
Norteamérica	185
Estados Unidos-Canadá	186
Estados Unidos-México	187
Centroamérica	188
México-Guatemala-Belice	188
<i>Suchiate, Coatlán, Grijalva, Candelaria, Usumacinta y Hondo</i>	188
Guatemala-Honduras-El Salvador	191
<i>Cuenca del río Lempa</i>	191
Nicaragua-Honduras	191
<i>Cuenca del río Negro</i>	191
Nicaragua-Costa Rica	192
<i>Cuenca del río San Juan</i>	192
Panamá-Costa Rica	192
<i>Cuencas de los ríos Changuinola, Sixaola y Chiriquí</i>	192
Sudamérica	193
Venezuela-Colombia-Brasil	193
<i>Cuenca del Orinoco</i>	193
Bolivia-Perú-Chile	194
<i>Cuenca del lago Titicaca. Sistema TDPS</i>	194
Bolivia-Perú	196
<i>Cuenca del río Mauri</i>	196
Bolivia-Chile	196
<i>Cuenca del río Lauca</i>	196
<i>Silala</i>	197
Bolivia-Brasil	198
<i>Cuenca del río Madera</i>	198
Brasil-Ecuador-Perú-Colombia-Venezuela-Bolivia-Guyana-Suri- nám	200
<i>Cuenca del Amazonas</i>	200
La Amazonia andina	200
La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica	201
Argentina-Brasil-Paraguay-Bolivia-Uruguay	202
Cuenca del Plata	202
<i>Hidrografía Paraguay-Paraná</i>	203
Brasil-Uruguay	205
<i>Laguna Merín</i>	205
 Capítulo quinto	
Un caso de estudio: la cuenca del Nilo	207
<i>Emilio Sánchez de Rojas Díaz</i>	
Introducción	209
A modo de introducción	209
<i>Situación presente y perspectiva futura</i>	211
<i>Globalización y cambio climático</i>	211
El valle del Nilo	215
<i>Los subsistemas del Nilo</i>	215
<i>El caudal del Nilo</i>	217
Agua y conflicto	220
<i>El agua ¿un bien nacional?</i>	221
<i>Agua recurso finito</i>	222
<i>Hidro-hegemonía</i>	223

	Página
<i>¿Se han producido guerras sobre el agua?</i>	228
Geopolítica del agua en el valle del río Nilo	230
<i>Entre la comisión del Proyecto del Nilo y la presa del Renacimiento</i>	<i>232</i>
<i>Aproximaciones cooperativas</i>	<i>235</i>
<i>Aproximaciones conflictivas</i>	<i>238</i>
<i>La presa del Renacimiento: entre el conflicto y el diálogo</i>	<i>245</i>
Soluciones	249
<i>Compartir las aguas del Nilo. Agua azul</i>	<i>249</i>
<i>Agua del suelo. Agua verde</i>	<i>249</i>
Trabajos citados.....	254
Composición del grupo de trabajo	259
Cuadernos de Estrategia	261

Introducción

Carlos Fernández-Jáuregui

Resumen

La gestión del agua es el arte de establecer un equilibrio entre las Ciencias Naturales que es el ámbito del agua y las Ciencias Sociales que es el ámbito de los usuarios ayudados de la ciencia y la tecnología para garantizar una «armonía social» entre todos los usuarios, haciendo que el agua sea una fuente de cooperación entre usuarios y Estados.

Palabras clave

Balance hídrico, balance subterráneo, recurso estratégico, seguridad hídrica, agua segura, saneamiento básico, derecho humano, gobernabilidad del agua, caso de estudio, cambio de paradigma.

Abstract

Water Resources management is the art of establishing a balance between the natural sciences scope which is the field of water and social sciences scope which is the field of users and all these challenges assisted by science and technology to ensure a Social Harmony among all users and making water a source of cooperation between users and member states.

Keywords

Water balance, underground water balance, strategic resource, water security, safe water, sanitation, human right, water governance, case study, paradigm shift.

Introducción

Hace muchos años que se discute y especula sobre si el agua es una fuente de conflictos en el mundo, sobre todo cuando se trata de lugares como Oriente Medio, Asia Central y en algunos casos ciertos lugares en África y las Américas. Pero si se revisa la escasa bibliografía que existe sobre el tema desde el punto de vista técnico-científico se encuentra que en todos los continentes se ha tratado el tema, básicamente como un tema político, y ha dado lugar a grandes titulares que hacen noticia por lo novedoso y fotogénico, que inclusive en una serie de películas de alto impacto popular como son las de James Bond se ha tratado de las futuras guerras del agua. También es muy común leer que las próximas guerras se llevarán acabo por el dominio del agua y no por el petróleo como viene ocurriendo en los últimos dos siglos.

Este cuaderno tiene como objetivo mostrar todas las facetas de la temática utilizando datos e indicadores para que el tratamiento del tema sea lo más objetivo posible y que permita analizar y comprender la situación de la forma mas amplia posible y considerando al planeta como el lugar donde se lleva a cabo una serie de actividades para el desarrollo de la humanidad en forma armónica.

Un primer concepto que se quiere introducir es que el agua es: un soporte para la vida, lo cual significa que no es posible ninguna forma de vida en nuestro planeta si no se dispone de agua en calidad y cantidades adecuadas. En el

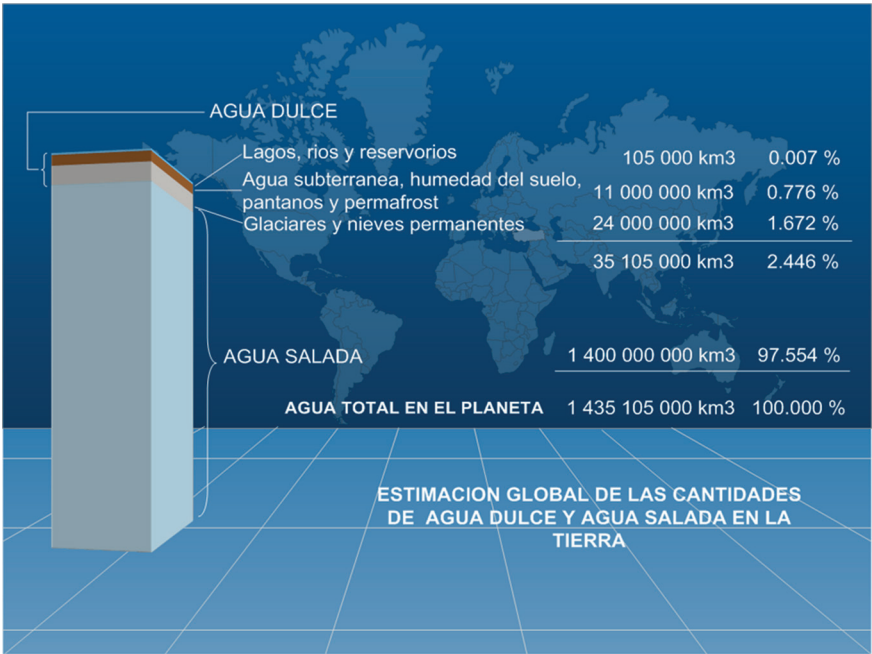


Figura 1

primer capítulo del cuaderno se muestra cuál es la disponibilidad del agua en el mundo, resaltando que del 100 % del agua disponible en el planeta solo el 2,446 % es agua dulce y de esa cantidad el 1,672 % se encuentra en los glaciares y nieves permanentes, el 0,776 % se encuentra en las aguas subterráneas y la atmósfera y, finalmente, el 0,007 % en los ríos, lagos y reservorios.

A partir de ahí solo se dedica el estudio al agua dulce que también se puede denominar recurso hídrico, ya que se puede recurrir, utilizar, etcétera. Dentro de este capítulo se tiene uno de los desafíos mas complejos, el de llevar a cabo balances hídricos superficiales y subterráneos que permiten cuantificar la cantidad de recursos hídricos que se disponen en el planeta y para eso se debe cuantificar en la unidad hidrográfica, sea esta cuenca hidrográfica o cuenca hidrogeológica o acuífero, aplicando una serie de ecuaciones y obteniendo su distribución tanto espacial en la cuenca, así como su distribución temporal a lo largo del año hidrológico y de esa forma se puede saber de la disponibilidad del recurso hídrico en lugar específico. De igual manera, se puede evaluar con otras técnicas los recursos hídricos subterráneos y los glaciares y así podremos establecer que en el planeta hay zonas húmedas y áridas a nivel de cuenca y de igual manera definir las reservas subterráneas, así como su ubicación en el tiempo y espacio. Una conclusión de esta cuantificación dice que donde hay recursos hídricos escasos en superficie se dispone de grandes recursos hídricos subterráneos y viceversa, si esta cantidad de agua se divide entre la población se verá que hay suficientes recursos hídricos para todas las actividades humanas.

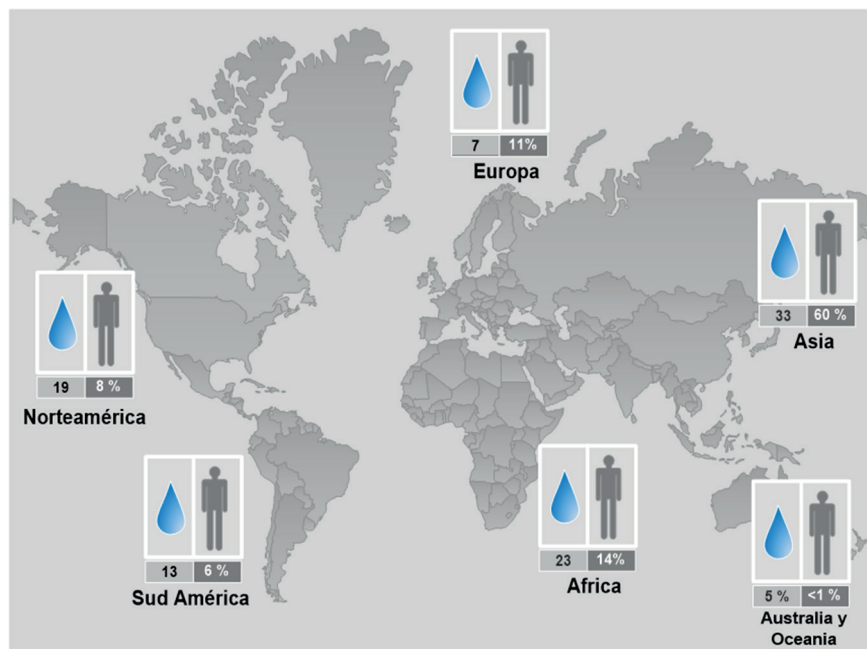


Figura 2

Sin embargo, en los últimos treinta años no se ha podido llevar a cabo una evaluación consolidada de la situación de los recursos hídricos en términos de su calidad y no se dispone de esta información ya que primero es muy costosa su evaluación y en muchos casos los Estados no tienen interés en financiar por ser un tema muy sensible al público. Sin embargo, estudios puntuales en algunas regiones nos indican que existe un problema de contaminación serio y sobre todo con minerales pesados como el arsénico y muchos otros que son un problema para la salud.

En este capítulo se introduce el primer problema creado por el hombre, la división política de los Estados, la cual no obedece a ninguna regla de las ciencias del agua y lo que hace es fracturar las cuencas y los acuíferos según las divisiones políticas de los Estados y dentro de ellas en sus jurisdicciones más pequeñas creando un conflicto de intereses, ya que la gestión de sus recursos hídricos pretende llevarla a cabo a nivel de Estado y no de cuenca y acuífero.

En el segundo capítulo se trata el tema vinculado al agua como un recurso cada vez más estratégico y se reitera la relevancia del agua como un recurso irremplazable y, por lo tanto, estratégico en cualquier actividad humana y económica. Se analizan y describen los diferentes requerimientos del agua empezando con el consumo humano, el cual es la prioridad número uno y se indica que una gran parte de la población mundial no dispone de servicios básicos de agua potable y saneamiento, donde alrededor de 700 millones de personas no disponen de agua segura y 2.200 millones de personas no tiene acceso al saneamiento básico y sus datos no han cambiado. No obstante, en dos décadas dedicadas a este objetivo también se ve que la población, en su mayoría, en el mundo es ahora urbana y el planeta ha dejado de ser rural desde hace cinco años, con los consiguientes problemas de falta de infraestructuras y cinturones de barrios pobres en las grandes ciudades, donde además del incremento de requerimiento de agua segura las pérdidas de agua en las redes puede llegar hasta el 45 % creando tensiones entre la población. También se muestra en este capítulo el gran requerimiento de agua para la producción de alimentos en el mundo, llegando a utilizarse en promedio el 75 % del total de los recursos hídricos disponibles en el planeta y con unas tecnologías aún rudimentarias donde se puede llegar a perder hasta el 80 % del agua cuando llega al cultivo, lo cual da lugar a una fragilidad a la seguridad alimentaria como consecuencia de situación, dando lugar a potenciales conflictos entre usuarios y grandes productores de alimentos. Otro usuario importante es la industria y el sector energético, en el caso de la industria se puede decir que es un sector eficiente en su uso pero no así en lo que se refiere a la calidad de las aguas, ya que en muchos países no existe una legislación que obligue a devolver el recurso hídrico en las mismas condiciones que se captó, esto también ha permitido dar lugar a pugnas entre usuarios por falta de una legislación adecuada, sin embargo, cuando se habla del sector hidroeléctrico se puede decir que es el más eficiente en térmi-

nos de la transformación de energía hidráulica en eléctrica con rendimientos de hasta el 95 %. Sin embargo, el tema más debatido ha sido el tamaño y los potenciales impactos ambientales negativos versus los impactos positivos que en todos los casos revisados fue mayor. Sin embargo, este sector ha sido muy mal manejado por los *lobbies* ambientales habiendo influido en la reducción de embalses a nivel mundial, reduciendo la capacidad de embalse que debe tener un país para incrementar su robustez. En este capítulo también se describen algunos proyectos importantes en Turquía. También se trata el tema agua para el ocio y turismo y se hace una descripción de la relevancia de este sector sobre todo en países muy turísticos en el mundo, nos alerta de la contaminación, la sobreexplotación y la sobreextracción de los recursos hídricos en el mundo y se propone analizar la situación institucional con el fin de prever potenciales conflictos por la mala gestión del agua entre usuarios y entre sectores del desarrollo económico de un país y se muestran casos de estudio tanto en Asia Central como África, la antigua Mesopotamia, Rusia y otros.

El tercer capítulo trata del tema seguridad hídrica, cambio climático y el agua. Potencia conflicto, donde se puede observar que la seguridad hídrica es fundamental para evitar cualquier potencial conflicto entre usuarios dentro de un país, por lo que los Gobiernos tienen que garantizar en base a las prioridades de la gestión de los recursos hídricos que se disponga de suficiente infraestructura hidráulica para garantizar agua potable segura y un saneamiento básico para toda la población y no solo para algunos sectores de la población como se viene haciendo, en este capítulo se resalta que la aprobación del derecho humano al acceso al agua segura y el saneamiento básico por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas es vinculante y los Estados se obligan a dotar de estos servicios básicos como prioridad de su mandato. De igual manera, garantizar la alimentación segura para evitar crisis sociales por falta de seguridad alimentaria a toda la población. Esta condición de la seguridad hídrica tiene una relación íntima con el cambio climático que ha dado lugar a una modificación en el régimen de precipitaciones, tanto en duración como en intensidad originando grandes crecidas, así como sequías con daños en vidas humanas y económicas. En el caso del agua para consumo humano, una de las fuentes más importantes, como se indica en el capítulo 1, son los glaciares que han experimentado un retroceso de sus masas de hielo y nieve, siendo una de las fuentes más importantes para la captación de agua para consumo humano, sobre todo en los países donde sus ciudades se ubican en la parte baja de las montañas, también este impacto afecta en la producción de alimentos ya que las sequías dan lugar a escasez de alimentos con el subsiguiente incremento de los precios de los alimentos, dando lugar a que los sectores económicos más pobres no tengan acceso a los alimentos. Todo lo analizado en este capítulo nos muestra que todas las acciones del hombre pueden dar lugar a una mala interpretación y pensar que el agua es potencial fuente de conflicto. Finalmente, el capítulo lleva a cabo un análisis de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y muestra

cómo cada uno de los objetivos está relacionado con el agua y a su vez estos tienen una vigencia global y no como los anteriores que se aplicaban solo a los países en desarrollo.

En el cuarto capítulo se trata de los casos de estudio en las Américas y el autor ha visto por conveniente hacer un análisis previo del tema central de este cuaderno e inicia con definiciones sobre la cuenca compartida y la crisis de gobernabilidad del agua y muestra los diferentes indicadores que confirman su existencia, resaltando el crecimiento de la población y el incremento del consumo de los recursos hídricos, aunque se vuelve a insistir la basta disponibilidad de los mismos, pero ve con preocupación el desarrollo que ha dejado de ser sostenible en el largo plazo y ve cómo el tema central es el de las aguas transfronterizas e introduce los tratados como herramientas de negociación entre partes y nos muestra la situación global respecto a tratados sobre gestión en mapas muy didácticos. Nos presenta los principios generales para la cooperación en las aguas compartidas, describe la naturaleza del conflicto y muestra varios elementos que dan lugar a esta situación como las asimetrías de poder o el Estado-nación y presenta un detalle estadístico de los últimos cincuenta años por supuestos conflictos y los hallazgos sobre el tema, mostrando una vez más que el agua no es fuente de conflicto y que la falta de una gobernabilidad del agua da lugar a una idea equivocada sobre su rol como facilitador para la paz, y se muestra la situación en las Américas describiendo cómo se ha tratado el tema en cada uno de los países de las Américas: Canadá-Estados Unidos, Estados Unidos-México, México-Guatemala-Belice, Guatemala-Honduras-El Salvador, Nicaragua-Honduras, Nicaragua-Costa Rica, Panamá-Costa Rica, Venezuela-Colombia-Brasil, Bolivia-Perú-Chile, Perú-Bolivia, Bolivia-Chile, Bolivia-Brasil, Bolivia-Perú-Ecuador-Colombia-Venezuela-Guyana-Surinám, Argentina-Brasil-Bolivia-Paraguay-Uruguay, Brasil-Uruguay.

El último capítulo de este cuaderno analiza en detalle un caso de estudio, el de la cuenca del Nilo. Esta cuenca tiene una importancia clave en África por estar en una zona con reducida disponibilidad de recursos hídricos y gran demanda de sus usuarios para diferentes fines. Se hace una introducción al tema en general y se presenta una descripción de la situación de la cuenca a nivel actual y a largo plazo, así como los temas globales que tienen influencia en la cuenca como la globalización y el cambio climático, para continuar con temas como si la propiedad del recurso es nacional o regional y cómo se debe enfocar este tema cuando se identifica que en esta cuenca existe una asimetría de poder dentro de la cuenca y los Estados que la componen. Se describe el rol del proyecto más conocido como la Iniciativa de la Cuenca del Nilo (*NBI*) y una serie de acuerdos que han permitido mediar y donde los países han tratado de que la gestión sea una actividad que armonice no siempre aceptada por todos sus miembros y más bien monopolizada por uno de ellos, habiendo generado una serie de conflictos no del agua pero sí por el agua en sus usos, por no haber definido bien sus roles además del conflicto limítrofe entre países, habiendo

dado lugar a que uno de sus países miembros se haya dividido, como es el caso de Sudán, en dos partes. También se indica el rol de agua virtual, que es la cantidad de agua que se requiere para producir un bien de consumo y su posible rol como forma de reducir los conflictos entre los países que comparten las aguas de esta importante cuenca transfronteriza.

Conclusiones

Después de haber compartido con los cinco especialistas en el tema y tomando en cuenta su formación y diferentes puntos de vista se pueden resaltar las siguientes conclusiones sobre si el agua es fuente de conflicto o fuente de cooperación:

1. Se dispone en la naturaleza de una gran cantidad de agua como recurso hídrico y no se puede hablar de escasez hídrica. Su distribución no es homogénea, pero en los lugares con menor agua superficial se dispondrá de grandes recursos subterráneos.
2. No se conoce con la misma precisión que la cantidad, la situación de la calidad de los recursos hídricos en el mundo, pero los indicadores utilizados indican que existen grandes problemas de contaminación tanto humana como natural, es preocupante, sobre todo por la presencia de minerales pesados y otros no autodegradables.
3. Los diferentes usuarios del recurso hídrico son en la mayoría muy ineficientes en su utilización, salvo en el caso de la energía hidroeléctrica, lo cual hace que una gran cantidad de recursos hídricos se despilfarren.
4. Existe una gestión de los recursos hídricos que utiliza como unidad de gestión la división política de los Estados y no la división hidrológica e hidrogeológica, generando conflictos artificiales.
5. Existe un sinnúmero de autoridades de agua a nivel de Estado y sus subdivisiones políticas que hacen que su gestión esté atomizada, dando lugar a tensión entre autoridades.
6. En muchos Estados no existe una priorización del uso del recurso hídrico en función de su política de desarrollo y se crean situaciones adversas.
7. La mayoría de los Estados en el mundo se enfrentan a una crisis de gobernabilidad de sus recursos hídricos que se refleja en la falta de una autoridad de aguas al más alto nivel y neutral, falta de una legislación moderna que considere el agua un bien de dominio público y que incluya el avance del conocimiento, también que disponga de recursos humanos y financieros idóneos, así como información confiable de libre acceso y circulación.
8. Las conclusiones antes indicadas muestran que el agua no crea ni tiene problemas, más bien como soporte para la vida facilita todas las actividades en el planeta. Sin embargo, el hombre ha dividido las cuencas con el fin de delimitar los espacios del Estado y ha generado un

conflicto en la gestión del agua entre Estados, dando lugar a tensiones por asimetría de poder, así como por competencia entre sus usos.

9. Se aprecia en todos los capítulos cómo se han llevado a cabo acuerdos de cooperación entre Estados como resultado de las acciones de mediación, jugando el agua el rol de facilitador.
10. Se puede afirmar, después de analizar cada uno de los casos de estudio en las diferentes regiones del mundo, que el agua ha sido y es fuente de cooperación y no de conflicto como a veces la prensa ha querido mostrar.

Capítulo primero

Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución

Félix Blanco y de la Torre

Resumen

Tanto la escasez como la abundancia de recursos naturales son fuentes potenciales de conflicto y/o cooperación. En el caso del agua, su valor es doble, no solo le es necesaria al ser humano para subsistir, como fuente de vida, sino que cada vez es más importante en el desarrollo de sus diferentes actividades económicas relacionadas con agricultura, ganadería, industria, energía, etcétera.

Está creciendo la necesidad de agua en el mundo, ya que el crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y del consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor¹. No obstante, hay agua suficiente como para satisfacer las necesidades crecientes del mundo, pero no si no cambiamos radicalmente el modo en que se usa, se maneja y se comparte el agua.

La crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza mucho más que de recursos disponibles, pues el mundo no se está «quedando sin agua», pero no siempre está disponible donde y cuando se necesita. Además, el clima, las

¹ Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015, apartado de hechos y datos.

variaciones estacionales naturales, las sequías y las inundaciones pueden llevar a situaciones locales extremas.

Palabras clave

Agua, agua dulce, recursos hídricos, estrés hídrico, huella hídrica, ciclo del agua, lagos, ríos, glaciares, cuenca, precipitación, consumo humano, industria, agricultura, ganadería.

Abstract

Scarcity and/or abundance of resources can lead to conflict or cooperation. In the case of water its value is twofold, because is not only a source of life for humans but also a vital asset for agriculture, livestock and industry. Nowadays, Water demand is increasing due to demographic growth and increased production and consumption. Nevertheless, the demand could be met changing the way water is managed and shared. Global water crisis is more a deficient management by governments than a resource shortage. There is enough water in the world but it is not always available when and where is needed. In addition, climate, seasonal variations and natural disasters can generate critical conditions locally.

Keywords

Water, water scarcity, water footprint, rivers, lakes, fresh water, river basin, industry, agriculture, livestock, human consumption.

Introducción

«El agua se ha convertido en un recurso muypreciado. Hay lugares en los que un barril de agua cuesta más que un barril de petróleo».

Lloyd Axworthy

Tanto la escasez como la abundancia de recursos naturales son fuentes potenciales de conflicto y/o cooperación. En el caso del agua, su valor es doble, no solo le es necesaria al ser humano para subsistir, como fuente de vida, sino que cada vez es más importante en el desarrollo de sus diferentes actividades económicas relacionadas con agricultura, ganadería, industria, energía, etcétera.

Está creciendo la necesidad de agua en el mundo, ya que el crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y del consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor². No obstante, hay agua suficiente como para satisfacer las necesidades crecientes del mundo, pero no si no cambiamos radicalmente el modo en que se usa, se maneja y se comparte el agua.

La crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza mucho más que de recursos disponibles, pues el mundo no se está «quedando sin agua», pero no siempre está disponible donde y cuando se necesita. Además, el clima, las variaciones estacionales naturales, las sequías y las inundaciones pueden llevar a situaciones locales extremas³.

El presente artículo pretende proporcionar una estimación objetiva sobre los recursos hídricos disponibles en la actualidad, así como su contrapartida de consumo y necesidades. Partiendo de la evaluación de disponibilidad y necesidad se hará una proyección de futuro que permita analizar si el incremento de recursos hídricos disponibles, tanto por una mejor distribución como por la utilización de nuevas tecnologías será capaz de satisfacer la creciente demanda.

Disponibilidad

Cantidad de agua en el mundo-recursos hídricos

«Toda el agua que habrá jamás, la tenemos ahora mismo».

National Geographic

El volumen total de agua en la Tierra, en estado líquido, sólido y gaseoso, ha permanecido constante desde la formación del planeta. Dos tercios de

² Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015, apartado de hechos y datos.

³ Folleto World Business Council for a Sustainable Development (WBCSD), «Water: Facts and trends», segunda revisión 2005.

la superficie terrestre están cubiertos de agua, según las estimaciones del *United States Geological Survey (USGS)*, el volumen total de agua en la Tierra es de aproximadamente 1.386 millones de kilómetros cúbicos (km³). Pero se estima que el agua dulce disponible anualmente para consumo humano varía entre 12.500 y 14.000 kilómetros cúbicos^{4, 5}.

Se calcula que entre el 97 y el 97,5 % del agua de la Tierra es agua salada, que está en los océanos, y menos del 3 % del agua en el mundo es agua dulce (35 millones de km³). De este 3 %, dos tercios se encuentran congelados y bloqueados en los glaciares o como nieve permanente en las regiones montañosas y en las regiones antártica y ártica. Por lo tanto, la humanidad depende de menos del 0,5 % del agua para todas sus necesidades y las de los ecosistemas de agua dulce⁶.

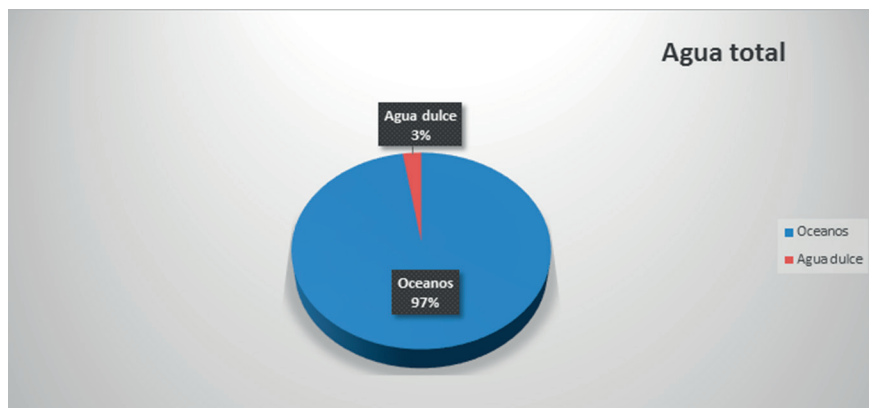


Figura 1.*

La disponibilidad para el ser humano de las fuentes de agua dulce depende de cómo se distribuye en los diferentes compartimentos del planeta, se ha llegado a estimar que el suministro total de agua dulce disponible para los ecosistemas y humanos es de 200.000 km³ de agua, solo el 0,01 % del agua total en el planeta⁷. El 68,7 % de toda el agua dulce del mundo se encuentra en los glaciares, el 30,1 % son aguas subterráneas (repartidas entre aguas subterráneas renovables y aguas subterráneas fósiles), el 0,4 % es agua superficial y atmosférica (ríos, lagos, ambiente...) y el 0,8 % compone el perma-

⁴ D. Hinrichsen, *et al.*, «Solutions for a Water-Short World». Chapter 3: *The Coming Era of Water Stress and Scarcity*. Population Reports, Series M, n.º. 14. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, 1998.

⁵ R. B. Jackson, *et al.*, «Water in a Changing World», 2001. *Ecological Applications* Vol. 11, n.º.4, August 2001. Viewed at www.esa.sdsc.edu/issues9.htm

⁶ «Water for People, Water for Life», Naciones Unidas World Water Development Report (WWDR), Part II: A look at the world's freshwater resources. World Water Assessment Program (WWAP), UNESCO, 2003, www.unesco.org.

⁷ Shiklomanov, I. A. (1999). *World Water Resources and their Use*. París, UNESCO.

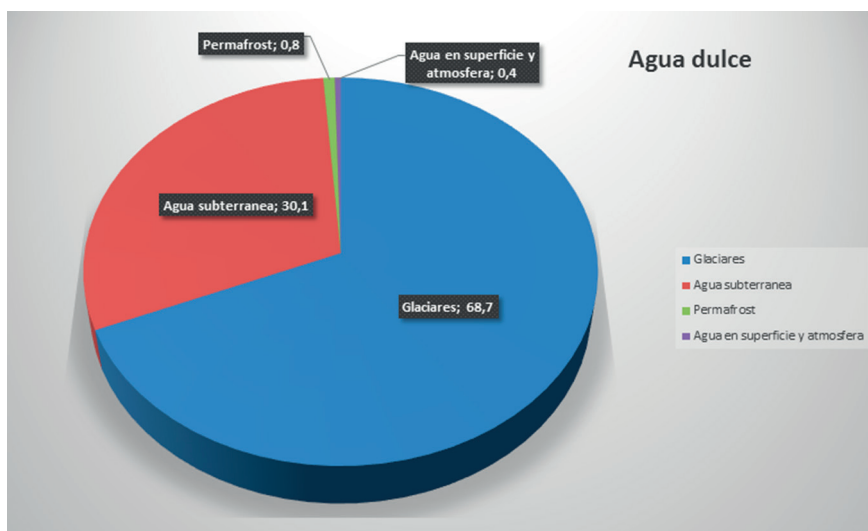


Figura 2. **

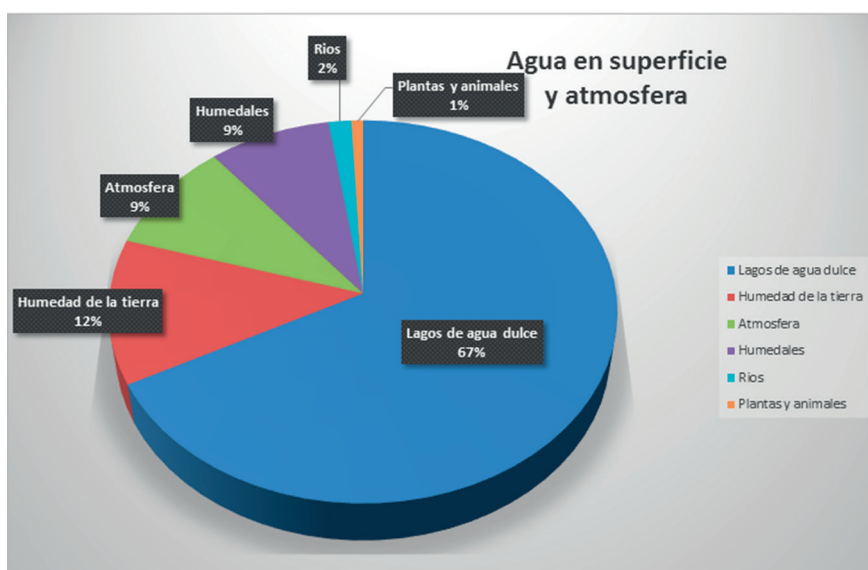


Figura 3. *** (*, **, ***) Imágenes de la distribución del agua mundial.
Elaboración propia con datos de USGS.

frost (una gruesa capa de suelo que permanece congelada durante todo el año, principalmente en las regiones periglaciares) (figura 1).

La distribución de los recursos hídricos en el planeta es irregular, tanto en el tiempo como en el espacio, y el agua no permanece estacionaria sobre la Tierra, sino que se establece una circulación continua del agua entre los océanos, la atmósfera y la litosfera-biosfera, es lo que se conoce como «ci-

clo hidrológico». El ciclo hidrológico se podría definir como la «sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento desde la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, del mar y de las aguas continentales; condensación en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación»⁸. Cerca de 577.000 km³ de agua circulan cada año de manera natural⁹, sin otro coste que la energía del Sol (figura 2).

Estos flujos renovables terrestres del ciclo del agua, conocidos como recursos hídricos renovables (RHR) son la principal fuente de agua dulce para el ser humano, no obstante, no están totalmente disponibles y explotables, y el concepto de recursos hídricos disponibles o explotables es variable porque:

- La posibilidad de movilizar los recursos hídricos es diferente entre los países, y la accesibilidad y la distribución de los recursos de agua dulce en el planeta es muy irregular.
- Los criterios socioeconómicos para la explotación varían según el uso y dependen de las condiciones físicas del acceso.
- Parte de los flujos naturales deben reservarse para las necesidades medioambientales de la biosfera y para los usos dentro del río.
- Los flujos de agua sufren variaciones estacionales y anuales, esto dificulta poder contenerlos adecuadamente y utilizarlos.
- Los flujos excesivos pueden causar inundaciones que la Administración no puede controlar.
- Los contaminantes comprometen la calidad de las fuentes y limitan su uso.

Ciclo hídrico: distribución irregular del agua en el tiempo y el espacio

El concepto del ciclo hídrico se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad. La atmósfera terrestre se calienta debido a la radiación solar, los rayos atraviesan la atmósfera y calientan la superficie del planeta, esta energía calienta las capas más bajas del aire de la atmósfera, provocando que este aire ascienda. Este proceso continuo es, básicamente, el responsable de la formación de las nubes (la evaporación desde los océanos es el principal proceso por el cual el agua ingresa a la atmósfera).

⁸ Glosario Internacional de Hidrología UNESCO-WMO, tercera edición 2012.

⁹ P. H. Gleick, «Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources», 1993. Oxford University Press, New York.

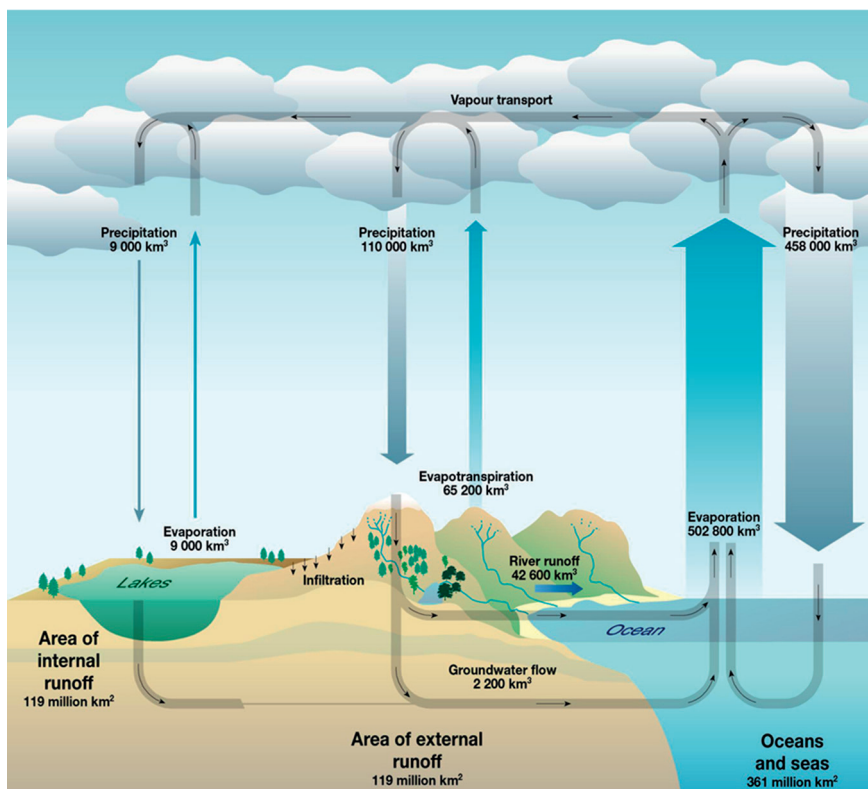


Figura 4. Ciclo del agua y volúmenes de agua transportados en cada etapa. Elaboración: P. Rekacewicz (febrero 2008). Fuente: I. A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) y UNESCO (París), 1999; M. Planck, Instituto de Meteorología, Hamburgo, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, Groundwater, Prentice-Hall: Engle Wood Cliffs NJ, 1979. Recopilación: Vital Water Graphics, «An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters, 2nd Edition» - 2008 unep.org.

A continuación, la misma cantidad de agua que se evapora vuelve a la superficie como precipitaciones, pero esto varía mucho geográficamente: sobre los océanos, la evaporación es más común que la precipitación; mientras que sobre la tierra la precipitación supera a la evaporación. De los 502.800 km³ de agua que se evaporan de los océanos se estima que la mayor parte del agua (aproximadamente el 90 %) cae de vuelta sobre los mismos como precipitación, y solo un 10 % (44.800 km³) del agua evaporada desde los océanos es transportada hacia tierra firme y cae como precipitaciones. Con una evapotranspiración y una evaporación conjuntas de 74.200 km³ el volumen total de agua del ciclo hidrológico terrestre es de aproximadamente 119.000 km³. Sobre el 35 % (44.800 km³) regresa a los océanos como corrientes de ríos, flujos subterráneos y glaciares. Una parte considerable de los flujos de los ríos y las aguas subterráneas no alcanza los océanos pues

se evapora por el camino o se recoge en corrientes que no tienen salida a los océanos¹⁰.

Además de que el volumen total de precipitaciones que reciben los continentes y las regiones de los mismos entre ellas son muy diferentes, el camino que sigue el agua después de caer en la superficie emergida también es distinto en cada parte del mundo. A nivel regional, en América y Asia aproximadamente el 55 % del agua que cae sobre la superficie se evapora y un 45 % se incorpora en las corrientes superficiales y subterráneas. En Europa y Oceanía el porcentaje que se evapora asciende al 65 % y en África el 80 % se evapora y apenas un 20 % se infiltra en los suelos y contribuye a las corrientes de escorrentía¹¹. El volumen de recursos hídricos renovables disponibles disminuye a medida que aumenta la evaporación, pues implica que disminuyen las escorrentías, las infiltraciones y el rellenado de las aguas subterráneas, así como el agua retenida en el suelo aprovechable para cultivar.

Todo esto lleva a que sean menos de diez países los que poseen el 60 % del suministro total de agua dulce disponible¹²: Brasil, Rusia, China, Canadá, Indonesia, Estados Unidos, India, Colombia y la República Democrática del Congo, e inclusive dentro de esos países la disponibilidad varía mucho. Un claro ejemplo de distribución espacial irregular de las precipitaciones es África, excepto la cuenca del río Congo/Zaire, las irregularidades que sufre el continente hacen que sea el más seco (descontando Australia) y el que sufre del régimen de precipitaciones más inestable. Los RHR de todo África suponen un volumen aproximado de 3.930 km³ de agua dulce, este dato corresponde con menos del 9 % de los RHR globales¹³. Todo esto coloca a África en una posición muy vulnerable, en la mayoría de los países africanos las sequías son frecuentes y cada año hay una mayor población susceptible de padecer los efectos de las inevitables sequías, que pueden llegar a ser muy intensas. Esta distribución de los RH no coincide con las masas de población.

Fuentes de extracción

La geografía de las áreas en que desarrolla su actividad el ser humano, así como las condiciones socioeconómicas de las poblaciones, determina que la extracción de los recursos hídricos se realice de una u otra fuente. Las prin-

¹⁰ P. Rekacewicz (febrero de 2008). Fuente: I. A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg), y UNESCO (París), 1999; M. Planck, Instituto de Meteorología, Hamburgo, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, *Groundwater*, Prentice-Hall: Engle Wood Cliffs NJ, 1979. Recopilación Vital Water Graphics «An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters, 2nd Edition» - 2008 unep.org.

¹¹ FAO Aquastat, P. H. Gleick, *Water in crisis*, New York University Press, 1993.

¹² World Business Council for Sustainable Development, «Water, Energy and Climate Change», 2009.

¹³ «Irrigation in Africa in figures», AQUASTAT, 2005.

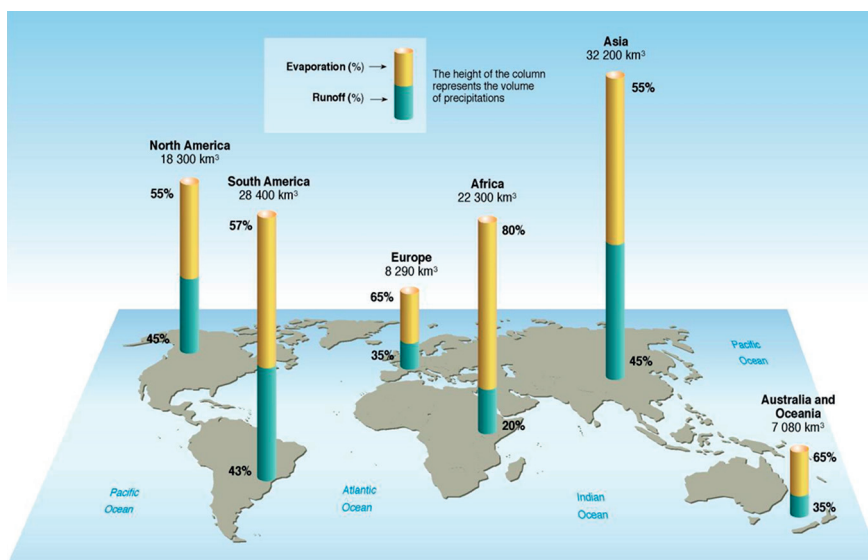


Figura 5. Cantidad de agua precipitada que se evapora o contribuye a las escorrentías a nivel continental. Elaboración P. Rekacewicz (febrero de 2008). Fuente: FAO AQUASTAT, P. H. Gleick, «Water in crisis», New York University Press, 1993.

cipales fuentes de las que se extrae agua actualmente son las aguas superficiales y las subterráneas. Las aguas subterráneas son las fuentes de agua dulce más abundantes, seguidas de los ríos, las reservas y los humedales.

Aguas superficiales: ríos y lagos

Las aguas superficiales (segunda fuente en orden de importancia para la extracción de agua dulce), al igual que el resto de los recursos hídricos, están distribuidas irregularmente según la distribución de las precipitaciones, por lo que los ríos de las regiones tropicales son los que generalmente presentan un mayor volumen de flujo. Además, la mayoría de los lagos de agua dulce se encuentran en altitudes altas (casi el 50 % de los lagos del mundo están en Canadá). Del 0,5 % de agua dulce disponible 119.000 km^3 están en lagos naturales y el volumen total de agua en los ríos del mundo se estima en 2.115 kilómetros cúbicos¹⁴.

El agua contenida en los lagos es una reserva natural que supone el 67 % del agua dulce superficial (figura 1), pero no todos los lagos permanecen dulces, muchos lagos, en especial aquellos en zonas áridas, debido a la evaporación van perdiendo agua poco a poco y algunos pueden volverse salados al concentrarse las sales que entran, por ejemplo el mar Caspio, el mar Muerto y

¹⁴ B. Groombridge y M. Jenkins, «Freshwater Biodiversity: A Preliminary Global Assessment», 1998. World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) - World Conservation Press, Cambridge, UK.

el *Great Salt Lake* están entre los mayores lagos salados del mundo, algo a tener en cuenta a la hora de pensar en la disponibilidad futura.

Ríos

Siguiendo el patrón de las precipitaciones, las escorrentías también se distribuyen irregularmente y los ríos que originan conforman un mosaico hidrológico. Se estima que hay doscientas sesenta y tres cuencas de ríos internacionales que cubren el 45,3 % (231.059.898 km²) de la superficie de la tierra, excluyendo la Antártica.

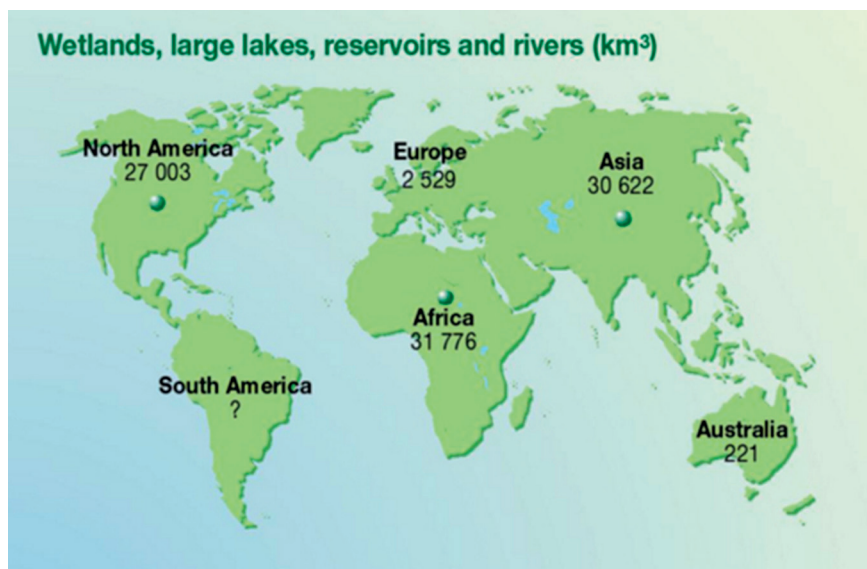


Figura 6. Volumen de aguas subterráneas en los diferentes continentes.

Fuente: AQUASTAT

El Amazonas transporta el 15 % del total de agua que vuelve a los océanos, mientras que las cuencas del Congo-Zaire llevan el 33 % del total de los flujos en África. Las regiones áridas y semiáridas, que suponen el 40 % del total de la superficie terrestre, solo tienen el 2 % de los flujos superficiales¹⁵. Esta distribución irregular de los recursos hídricos genera graves problemas de acceso y disponibilidad.

Embalses

Los depósitos de agua, naturales y artificiales, son muy importantes para amortiguar el efecto de las desigualdades en la disponibilidad de los recursos hídricos a consecuencia de las variaciones estacionales en las precipitaciones. El ser humano es consciente de esta ventaja y hay más de 5.000 km³

¹⁵ P. H. Gleick, «Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources», 1993. Oxford University Press, Nueva York.

de agua dulce almacenados en instalaciones de reserva construidos por el hombre, se ha incrementado siete veces la capacidad global desde 1950¹⁶.

A pesar de la gran utilidad de estas presas y embalses para almacenar el agua, su construcción está limitada por la distribución de las escorrentías (las presas se ubican en las cuencas fluviales), la eficiencia de la gestión gubernamental en materia de agua, la capacidad económica y los intereses económicos.

Por ejemplo, la capacidad de los embalses en África es de 798 km³, repartida en cincuenta y tres presas construidas en veintidós cuencas fluviales. Treinta y una de las mismas están en las nueve cuencas mayores, con una capacidad de 643 km³. La región del sur por sí sola contiene el 39 % de la capacidad, el golfo de Guinea el 29 % y la región del norte el 24 %. La mayor proporción está en el sur, porque están gestionadas por Sudáfrica y se han construido influenciadas por los intereses económicos de grandes compañías industriales, que las necesitan para su correcto funcionamiento¹⁷.

La situación de los embalses en América Latina y en el Caribe también sigue el mismo patrón, la capacidad total de los embalses de la región es de 1.166 km³ y el 94 % de estos se ubican en América del Sur. En esta región se han construido veintisiete presas de gran capacidad (más de 10 km³) que almacenan 789 km³ de agua dulce (el 62 % está en Brasil), con la principal finalidad de obtener energía hidráulica. Centroamérica¹⁸ tiene seis presas de más de 2 km³ de capacidad, pero cuatro de ellas están en Nicaragua. Y la subregión más vulnerable es el Caribe, donde hay doce embalses con más de 0,2 km³ de capacidad y que en contraste con el volumen que contienen los embalses del sur apenas permiten almacenar 4,4 km³ de agua dulce¹⁹.

Depósitos subterráneos

Las aguas subterráneas representan el 90 % de las reservas de agua dulce fácilmente disponible²⁰, se estima que 10.000.000 km³ de agua dulce se almacenan en los acuíferos subterráneos²¹ (en la figura 4 se pueden ver los volúmenes totales de agua subterránea que tiene cada continente). Alrededor de 1.500 millones de personas dependen de las aguas subterráneas como fuente de suministro de agua potable (WRI, UNEP, UNDP, World Bank, 1998). Desde 1950 ha habido un rápido aumento en la explotación de estos

¹⁶ Folleto *World Business Council for a Sustainable Development (WBCSD)*. «Water: Facts and trends», segunda revisión 2005.

¹⁷ FAO Water Report 7, «Irrigation in Africa in figures», 1995.

¹⁸ Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá.

¹⁹ FAO Water Report 20, «Irrigation in Latin America and the Caribbean in Figures», 2000.

²⁰ J. A. Boswinkel, «Information Note, 2000». *International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC)*, Netherlands Institute of Applied Geoscience, Netherlands.

²¹ «Groundwater - the processes and global significance of aquifer degradation», Foster and Chilton, Royal Society of London, 2003.

recursos y actualmente proveen el 50 % de toda el agua que se bebe, el 40 % del agua usada a nivel industrial y el 20 % del agua usada para regadío²².

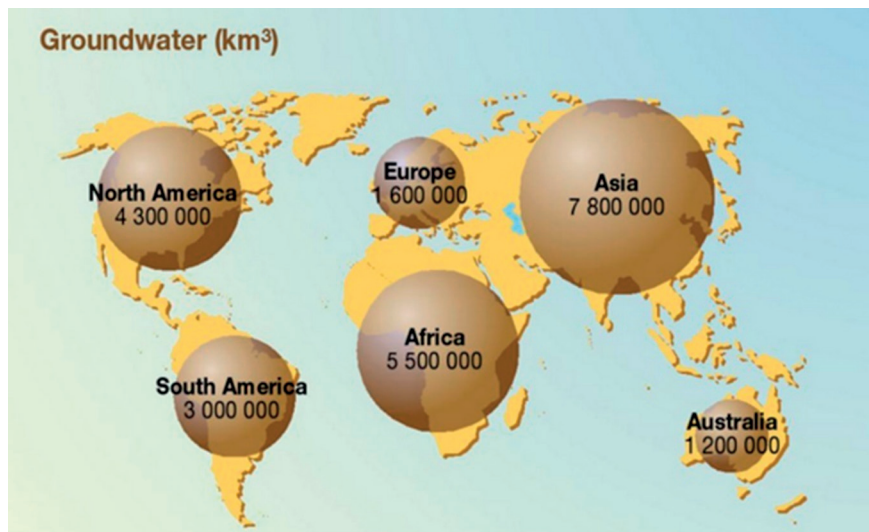


Figura 7. Volumen de aguas subterráneas en los diferentes continentes.
Fuente: AQUASTAT

Las fuentes cuya agua se renueva con baja frecuencia estarán más amenazadas por las extracciones humanas y se comprometerá su sostenibilidad y disponibilidad futura. Por ello, a la hora de analizar la disponibilidad del agua también se debe tener en cuenta el tiempo que permanecen los recursos hídricos en los diferentes compartimentos del ciclo hídrico (figura 5), así como la proporción de agua de las precipitaciones que se evaporen (figura 3), ya que ambos están relacionados directamente con la capacidad de regeneración de las fuentes de agua dulce. Actualmente solo el 80 % de la población mundial es suministrada por una fuente renovable y accesible y un quinto de la población mundial depende de aguas fósiles, de aguas transfronterizas o de aguas desalinizadas²³. Las fuentes que usa el ser humano son muy variables y algunos de estos compartimentos presentan significativas dificultades para volver a rellenarse, como es el caso de las aguas subterráneas, en concreto las aguas subterráneas fósiles (acuíferos con renovación inferior al 1 % anual).

La distribución y disponibilidad de los recursos hídricos varía en el tiempo debido a la influencia de la energía solar y de la gravedad sobre el agua, el ciclo continuo del agua se ve afectado por la posición de la Tierra respecto al Sol, hay que tener en cuenta la desigualdad en el calentamiento de la

²² «Groundwater - the processes and global significance of aquifer degradation», Foster and Chilton, Royal Society of London, 2003.

²³ UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2009, «El agua en un mundo en cambio».

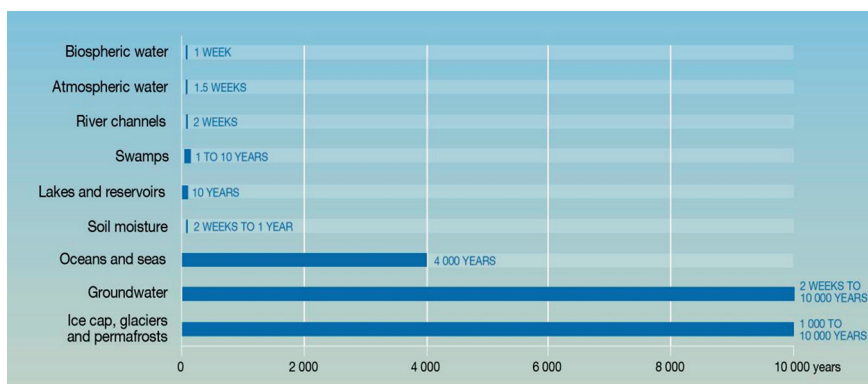


Figura 8. Tiempo que permanecen los recursos hídricos en los diferentes compartimentos del ciclo del agua. Elaboración P. Rekacewicz (febrero de 2008). Fuente: I. A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg), y UNESCO (París), 1999; M. Planck, Instituto de Meteorología, Hamburgo, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, *Groundwater*, Prentice-Hall: Engle Wood Cliffs NJ, 1979. Recopilación Vital Water Graphics «An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters, 2nd Edition» - 2008, unep.org

superficie de la Tierra debido principalmente a la elevación del Sol en las diferentes latitudes y estaciones. En latitudes altas los rayos del Sol alcanzan oblicuamente la superficie, atraviesan más atmósfera, se debilitan y deben distribuir su energía en un área más grande, por otro lado, en las regiones ecuatoriales, debido a que los rayos del sol inciden casi perpendicularmente, la energía que reciben es muy superior a la que se recibe en otras zonas. Por todo esto, la intensidad y la frecuencia de los diferentes procesos a que se somete el agua varía enormemente a lo largo del año e incluso entre años, alternándose estaciones secas y de precipitaciones, así como entre las diferentes regiones²⁴. Las escorrentías de los ríos son cíclicas en la naturaleza y se alternan ciclos de años húmedos y ciclos secos. Por ejemplo, 1940-1944, 1965-1968 y 1977-1979 fueron periodos con flujos de escorrentías por debajo de la media interanual a nivel mundial. Para estos periodos se estima que las escorrentías estuvieron unos 1.600-2.900 km³ por debajo de la media. Por el contrario, los periodos entre 1926-1927, 1949-1952 y 1973-1975 tuvieron escorrentías muchos mayores²⁵. En las últimas dos décadas se ha observado una disminución de las escorrentías en África y un aumento en América del Sur.

Actividad humana sobre el ciclo del agua y los recursos hídricos

Además de los factores naturales que intervienen sobre el ciclo global del agua, la actividad humana influye significativamente, tanto cuantitativa como

²⁴ J. A. Mazón. *Meteorología*, 2.ª ed. Paraninfo 2010.

²⁵ Shiklomanov, I. A. (1999). *World Water Resources and their Use*. París, UNESCO.

cualitativamente. El ser humano influye directamente en la cantidad, calidad y distribución de los recursos hídricos. La sostenibilidad y disponibilidad de los recursos hídricos está amenazada por el impacto de las actividades humanas en el ciclo natural del agua, por las extracciones que superan las recargas, por la destrucción de superficies terrestres evaporíticas, por la anulación y desviación de los cauces y de las reservas naturales, por las alteraciones en el efecto invernadero natural y por los contaminantes químicos, físicos y biológicos de las aguas residuales.

Los ciclos de agua locales se ven afectados por la urbanización y la planificación de las ciudades, cuando la tierra es pavimentada el agua no puede ser recogida por el suelo y se deriva el flujo natural del agua. El gran volumen de agua de las tormentas y las lluvias escurre por las superficies y debe ser recogida en tuberías y drenada en las corrientes o mares más próximos. El resultado es que las corrientes llevan menos agua cuando no llueve y se pueden desbordar y provocar inundaciones en épocas de lluvias.

Calidad del agua

No solo es necesaria una fuente de agua dulce, sino una fuente de agua dulce segura. Por lo tanto, la disponibilidad del agua no depende solo de la cantidad sino también de la calidad. Un agua potable se define según la Guía de la OMS y afines como aquella que puede ser consumida toda la vida sin generar efectos negativos para la supervivencia.

Los ecosistemas tienen una capacidad detoxificante, es decir, son capaces de neutralizar los agentes tóxicos que se les presentan en cierto grado. Cuantos más humanos usan agua, mayor es también su influencia en la calidad del agua, y durante los últimos cien años ha tenido lugar un gran desarrollo industrial que junto con el alcance humano a nivel mundial y a que dos terceras partes del planeta están cubiertas de agua, ha llevado a que se contaminen las aguas con diversos elementos sólidos y en suspensión, físicos, químicos y microbiológicos. Unos dos millones de toneladas de aguas residuales y de desechos industriales y agrícolas se eliminan en aguas receptoras cada día²⁶. Las sustancias solubles pasan a formar parte del ciclo del agua²⁷ y, consecuentemente, los recursos hídricos se ven reducidos por los contaminantes. Además, el ciclo del agua puede distribuir los contaminantes que interaccionan con los sedimentos que llevan los ríos y según la actividad y usos que soporten las tierras los sedimentos pueden transportar muchos tipos de contaminantes desde el punto de origen a zonas alejadas de la cuenca en que se originaron.

²⁶ UNEP y UN HÁBITAT 2010. Informe «Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development».

²⁷ UNESCO. Informe sobre el Desarrollo del Agua 2003, «Agua para todos, agua para la vida».

La concentración de contaminantes en las aguas de consumo varía según las descargas de las industrias, las masas de agua, las costumbres y la cultura de las comunidades, así que ciertos contaminantes que de manera habitual no presentan concentraciones peligrosas deben ser monitorizados más estrechamente en ciertas áreas donde su concentración puede ser mayor y suponer un riesgo para la salud pública. Las implicaciones para la salud pública dependerán de la naturaleza y la fiabilidad de las fuentes de agua potable, del uso del agua para fines recreativos, para irrigación y del grado de contaminación del agua usada en las piscifactorías.

Una vez se tiene acceso a una fuente de agua dulce y puesto que la mala calidad del agua repercute gravemente en la salud, el siguiente paso lógico es tratar el agua para eliminar los elementos tóxicos y patógenos y asegurar la seguridad de uso para las personas que la consumen. A su vez las aguas residuales deben ser tratadas para proteger los recursos hídricos, la salud humana y la de los ecosistemas. Sin embargo, estas masas de agua antropogénicas drenan directamente en aguas superficiales, subterráneas y mares o llegan a las plantas de tratamiento de aguas residuales, donde no se realizan tratamientos específicos para eliminar todos los contaminantes y terminan alcanzando las fuentes de partida del agua potable que se consume. En muchos países se ha aumentado el saneamiento construyendo redes de alcantarillado, pero sin prestarle la debida atención al tratamiento y eliminación de las aguas residuales. Incluso en los países con unas rentas medio-altas las aguas residuales de aproximadamente el 75 % de los hogares con conexión a la red de alcantarillado pueden no recibir el tratamiento adecuado²⁸.

Los elementos contaminantes se incorporan al ciclo del agua desde:

- Las **aguas residuales domésticas**: son las aguas que provienen de las actividades domésticas de la vida diaria, como el lavado de ropa, la preparación de alimentos, la higiene personal, la limpieza... Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. También son fuente de cosméticos y medicamentos. Recogen las excretas de la población y por lo tanto presentan microorganismos que pueden suponer un riesgo para el ser humano y los ecosistemas.
- Las **aguas de lluvias** originadas por el escurrimiento superficial de las precipitaciones que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. La naturaleza de estas aguas varía según su procedencia: urbana, rural, semirrural y según el tipo de uso a que se

²⁸ Baum, *et al.*, 2013. «Sanitation: A Global Estimate of Sewerage Connections without Treatment and the Resulting Impact on MDG Progress». The Water Institute, Department of Environmental Sciences and Engineering, Gillings School of Global Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, 135 Dauer Drive, CB#7431, Chapel Hill, North Carolina 27599, United States.

destinen los suelos. Arrastran la basura y los elementos depositados en la superficie.

- Los **residuos líquidos industriales**: son los provenientes de las diferentes actividades industriales (efluentes de fábricas, minería, extracción de recursos...). La composición de estas aguas es la más variada, dependiendo de la actividad de la industria que las genere pueden ser coloreadas, tener un pH agresivo, presentar contaminantes físicos como temperatura, sólidos en suspensión... Las industrias deben ser responsables con el medioambiente y hacer seguras las aguas antes de descargarlas al medioambiente. Los Gobiernos deben supervisar estos procesos de limpieza del agua.
- Las **aguas residuales agrícolas y ganaderas**: son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas, la irrigación y las aguas sucias generadas por el ganado. La descarga de estas aguas es mayormente directa a los ríos o alcantarillados, sin tratamiento previo. Se caracterizan por la presencia de fitosanitarios, fertilizantes (sales y sólidos en suspensión), hormonas, antibióticos y microbiota incluida patógena del ganado.
- La **defecación al aire libre y la práctica de abonado con heces humanas**: muchas poblaciones aún carecen de instalaciones de saneamiento adecuadas y las fuentes que se encuentran en los entornos donde se practica la defecación al aire libre se contaminan con nutrientes y patógenos de las excretas humanas. Al igual ocurre cuando las mismas se utilizan para abonar los cultivos. En algunos países se hace uso también de las aguas residuales sin tratamiento alguno para riego, con efectos sobre la salud humana y degradación del suelo, además, la cuantificación del uso de aguas residuales y de drenaje en la agricultura es un aspecto complejo de medir y no existen cifras oficiales que den cuenta de ello.

Es necesario conocer la calidad del agua para poder llevar a cabo una gestión sostenible de los recursos hídricos y aunque los países han avanzado en aspectos normativos sobre la calidad del agua y se han establecido normas de calidad mínimas, el control de la contaminación por aguas residuales domésticas e industriales, relaves mineros y la contaminación difusa de la agricultura todavía sigue siendo un desafío a afrontar mundialmente.

Las consecuencias y el impacto de los contaminantes guardan relación con la naturaleza química, física o biológica de los mismos. Independientemente de la misma, todos ellos en mayor o menor medida ponen en peligro la biodiversidad.

Contaminantes químicos

En cuanto a los contaminantes químicos, actualmente se dispone de una información limitada con respecto a su presencia en las fuentes de agua y su impacto, tanto sobre el medio ambiente como sobre el ser humano,

y son necesarios estudios adicionales para conocer los efectos absolutos y la importancia real de muchos de los químicos que se pueden encontrar en las fuentes de agua potable (el avance en las áreas de química analítica y toxicología ha permitido confirmar la presencia de químicos de origen antropogénico en fuentes de agua potable en Estados Unidos, India, China, Europa...). Los efectos negativos sobre la salud que se conocen de estos contaminantes incluyen patologías cancerosas, alteraciones en la reproducción, el crecimiento y el desarrollo, deterioro orgánico (daño hepático, renal, etcétera), modificaciones en el comportamiento y además pueden ser factores de riesgo de enfermedades como la hipertensión o la obesidad.

A nivel medioambiental, los estudios actuales²⁹ han demostrado asociaciones entre los químicos y la infertilidad de ciertas especies acuáticas, se ha confirmado que la mayoría de los agentes componentes individuales que se encuentran en las aguas residuales, como el agua dulce sobre un ecosistema de agua salada, nutrientes inorgánicos, patógenos, disruptores endocrinos, sólidos en suspensión, sedimentos, y metales pesados pueden afectar severamente el crecimiento y/o reproducción de ciertas especies. Además, es importante tener en cuenta que los efectos de la exposición a ciertos contaminantes químicos pueden ser transgeneracionales, es decir, no es el individuo el que presenta la consecuencia del contaminante sino su descendencia, o incluso la siguiente generación.

Contaminantes físicos

Respecto a los «contaminantes físicos», el principal contaminante físico al que se enfrentan los recursos hídricos es la temperatura. Muchas actividades industriales humanas aprovechan la capacidad calorífica del agua para enfriar sus procesos, estas aguas calientes se drenan al medioambiente y desequilibran la microbiota, dañando los ecosistemas desde el primer eslabón.

El otro contaminante físico más relevante son los sólidos en suspensión, que enturbian el agua e interfieren en los procesos energéticos de los organismos fotosintéticos. Además, pueden sedimentarse y permanecer por tiempo prolongado contaminando los fondos de los acuíferos y comprometiendo los *biofilms* fluviales.

Contaminantes biológicos

La gravedad del impacto de los contaminantes biológicos sobre la salud humana es indiscutible, numerosos datos apoyan la importancia de los daños de las infecciones transmitidas por el agua, a nivel económico, y como causa de mortalidad y de daños limitantes crónicos sobre la salud.

²⁹ Evaluación de lo ecosistemas del milenio. Ecosistemas y bienestar humano, síntesis sobre la salud. World Health Organization.

Uno de los problemas más graves que surgen cuando un gran número de personas se ven obligadas a convivir de manera masificada, como es el caso de los campamentos de refugiados, son los brotes de enfermedades transmitidas por el agua, por lo que cuando se planifican y realizan labores de apoyo en situaciones de emergencias y conflictos se debe priorizar el proveer de agua segura, saneamiento e higiene para evitar las enfermedades de transmisión por el agua.

La importancia del agua como factor de riesgo de enfermedades patógenas, radica por un lado en que actúa como canal directo de contacto humano y contaminación de los alimentos y por otro en que asimismo es vehículo de transmisión de bacterias zoonóticas (patógenos que infectan tanto a animales como a humanos, como por ejemplo la fiebre amarilla), se contamina e implica al medio ambiente, los rebaños y las manadas de animales quedan expuestos y se convierten en reservorios de patógenos con lo que se incrementan las posibilidades de contagio humanas. La principal fuente de contaminantes biológicos que corresponden a patógenos humanos son las deyecciones de la población, como consecuencia de la falta de sistemas de saneamiento adecuados, y el uso de heces humanas como fertilizante; bacterias, virus y parásitos se transmiten así entre los individuos de la comunidad. Mil millones de personas hacen sus necesidades al aire libre³⁰ y se estima que mil ochocientos millones de personas utilizan una fuente de agua potable contaminada con bacterias fecales³¹.

Junto con los patógenos humanos y zoonóticos, se pueden presentar en las aguas receptoras explosiones de microorganismos que se originan como contaminantes secundarios a las alteraciones químico-físicas del agua a causa del contacto con otros contaminantes, y estas explosiones terminan desequilibrando los ecosistemas y disminuyendo la biodiversidad.

Los conocimientos actuales sugieren que las enfermedades transmitidas por el agua, zoonóticas e infecciosas, van a continuar presentes y va a aumentar su importancia en la salud pública, de ahí que la exposición a las mismas y su incidencia vayan a incrementarse. Esto va a estar propiciado por los cambios en los patrones de consumo de agua, el crecimiento de la población y la composición de la misma, porcentaje de individuos inmunodeprimidos (VIH, otros), ancianos, niños y mujeres embarazadas; las migraciones y los viajes; los patrones de comercio internacional de animales, productos animales y otros alimentos; el cambio climático y las catástrofes medioambientales; la capacidad de adaptación de los patógenos³²; con-

³⁰ WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2014). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update and MDG Assessment».

³¹ Bain, *et al.*, 2014. «Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review», *Trop Med Int Health*. 2014 Aug; 19(8): 917-927. Published online 2014 May 8. doi: 10.1111/tmi.12334, PMID: PMC4255778.

³² Resistencia a antibióticos, también favorecida por el uso incorrecto de los mismos.

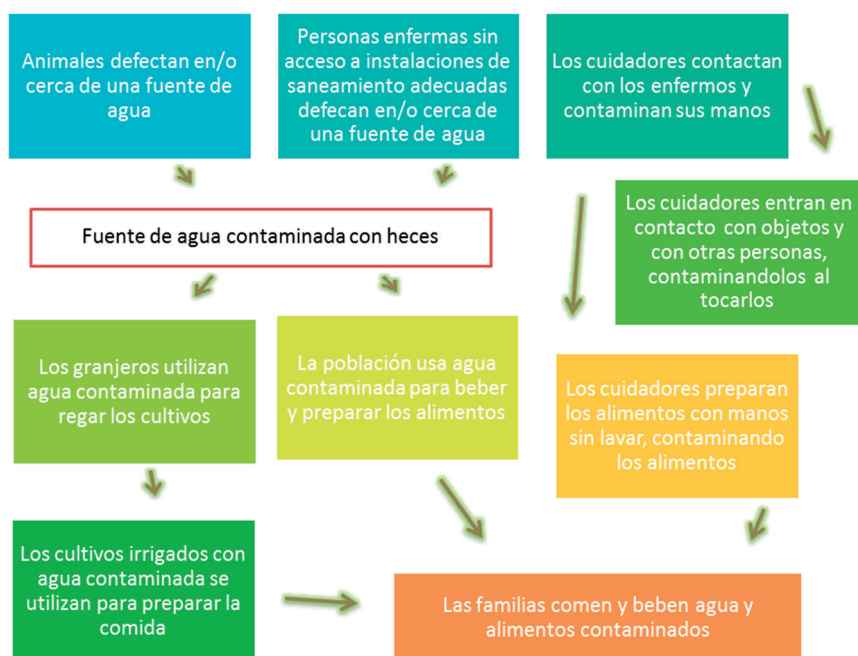


Figura 9. Mecanismo de distribución de patógenos de transmisión por el agua. Elaboración propia. Fuente: U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention CS229489-A, «Diarrhea: Common Illness, Global Killer».

flictos armados y desastres humanos; la colonización de nuevos hábitats y el aumento del entorno urbano (implicará un aumento de la población de especies animales salvajes urbanas posibles portadoras de patógenos como ratas, zorros, mofetas o zarigüeyas). Habrá una mayor densidad de mascotas domésticas (incluyendo mascotas exóticas) que entrarán en contacto con las salvajes; las nuevas necesidades de alimentos proteicos y de vegetales frescos para cubrir la carencia actual³³ llevarán al aumento de la cría y engorde de animales confinados. Están aumentando también los cultivos agrícolas y ganaderos urbanos, facilitando el contacto con los desechos fecales animales.

El impacto de estos factores variará significativamente a nivel mundial y habrá una gran diferencia según el nivel de desarrollo de los países. Las poblaciones más vulnerables serán las que carezcan de acceso a fuentes de agua potable seguras y a saneamiento, ya que el riesgo de la exposición y contagio será mayor.

³³ En las regiones en desarrollo en su conjunto la proporción de personas subalimentadas en la población total ha disminuido del 23,3 % en 1990-1992 al 12,9 %. FAO, Informe «El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015».

Estado de los recursos hídricos: estrés hídrico y escasez física

El primer paso para valorar la escasez/no escasez de agua en términos globales o en una región específica es determinar la cantidad de agua disponible, y cuantificar la necesaria para atender las necesidades, para poder concluir si hay suficiente agua. La principal dificultad a la hora de desarrollar métodos e indicadores válidos es obtener datos precisos o representativos, ya que no todos los parámetros son medibles directamente y muchos datos son estimaciones. Estos cálculos parten de datos cuya precisión también es baja, pueden ser datos antiguos (veinte o más años), previamente estimados, o simplemente han surgido nuevos métodos de estimación más completos. Entre las diferentes formas existentes para medir la escasez de agua o el estrés hídrico, el agua renovable per cápita, recursos hídricos renovables per cápita (RHRp) o Indicador Falkenmark es el indicador más conocido y uno de los principales índices empleados por las empresas y los Gobiernos en la toma de decisiones en materia de agua, este índice trabaja con datos a nivel nacional y genera información que es intuitiva y de fácil comprensión. Este primer límite de escasez fijado por Falkenmark en 1989 fue la base de las demandas de consumo de agua. Es un índice basado en las necesidades humanas de agua. La escasez de agua se describe en función de los recursos hídricos disponibles y la población humana, cuántas personas pueden vivir aceptablemente con una cantidad determinada de recursos hídricos. «Si conocemos cuánta agua es necesaria para cubrir las necesidades humanas, entonces el agua que tiene disponible cada persona servirá como medida de la escasez»³⁴. Falkenmark propone la categorización de las áreas (figura 13) basándose en el uso individual, lo que permite diferenciar entre escasez de agua de origen climático o humano. Un área o país está bajo estrés hídrico regular cuando los suministros hídricos renovables caen por debajo de 1.700 m³ per cápita al año. Las poblaciones sufren de escasez de agua crónica cuando el suministro de agua cae por debajo de 1.000 m³ per cápita al año, y de escasez absoluta cuando este cae por debajo de 500 m³ per cápita al año³⁵.

m3 per cápita	Categoría
> 1700	Sin estrés
1000 – 1700	Estrés
500 – 1000	Escasez
< 500	Escasez absoluta

Figura 10. Categorización de las áreas según el agua disponible per cápita de Falkenmark.
Elaboración propia. Fuente: Falkenmark, «The massive water scarcity threatening Africa-why isn't it being addressed».

³⁴ Rijsbermar, 2006.

³⁵ Falkenmark, «The massive water scarcity threatening Africa-why isn't it being addressed». Ambio 18, n.º 2 (1989): 112-118. Rijsbermar 2006.

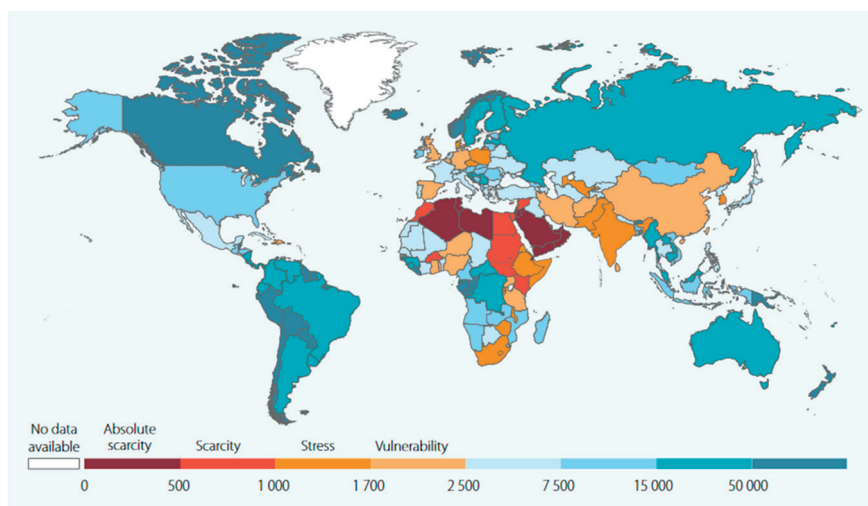


Figura 11. Recursos renovables totales per cápita 2013 (m³).
Fuente y elaboración: WWAP, según la base de datos AQUASTAT (<http://www.fao.org/nr7a-quastat/main/index.stm>), clasificación según los índices de la ONU.

El indicador de Falkenmark de 1989 es útil, pero oculta información en los datos que suministra. Simplifica la situación del agua en algunos países, no sirve para poblaciones pequeñas; no tiene en cuenta la accesibilidad a los recursos hídricos ni las variaciones en el consumo de agua entre países debidas a cultura, estilos vida, tecnología, sectores o clima, ni contabiliza

Necesidad	litros/día/ persona
Agua para bebida	5
Saneamiento	20
Higiene y baño	15
Preparación alimentos	10
	50

Figura 12. Necesidades de agua básicas diarias por persona (l/día/cap).
Fuente: Gleick, P. H. 1996. «Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs». Water International. Vol. 21, n.º 2, pp. 83-92.

las aguas transfronterizas. Al trabajar con datos a nivel nacional, en países grandes se reparten los recursos hídricos entre la totalidad del territorio, ocultando la variabilidad dentro del país, es el caso de Estados Unidos, China o Australia.

Este reconocimiento de que el consumo de agua varía entre los sectores sociales lleva a Gleick en 1996 a desarrollar un índice de escasez incorporando los requisitos de agua específicos para las necesidades básicas humanas.

Para medir las diferencias en la disponibilidad del agua, teniendo en cuenta el aumento de la población, Asheesh en el año 2003 propone como herramienta la relación entre la demanda de agua y el crecimiento de la población. Tiene en cuenta la disponibilidad anual de los recursos hídricos renovables, la demanda anual doméstica per cápita, la demanda industrial de agua y la demanda anual para áreas verdes, la evapotranspiración anual, la población y la tasa de crecimiento de la misma, las pérdidas estimadas de recursos hídricos y los requisitos hídricos del medio ambiente.

El aumento continuo de la demanda y la extracción de agua han llevado a que se reconozca la importancia del agua necesaria para la sostenibilidad del medioambiente. En 2003, se propone como medida de la escasez de agua emplear la huella hídrica o huella del agua. A pesar de las ventajas de este indicador, en 2009 se apunta la necesidad de mejorar los métodos de medida de la huella hídrica con el fin de crear un modelo estandarizado que permita la comparación de las huellas hídricas entre áreas, productos, sectores, etcétera, y se propone combinar la huella hídrica con el índice de estrés hídrico desarrollado por Pfister en ese mismo año³⁶.

El estrés hídrico³⁷ (fruto del aumento de la demanda, de la contaminación del agua o de la disminución de la disponibilidad) y la regulación de aguas transfronterizas son factores que pueden contribuir a crear una crisis del agua y a generar un conflicto. Cuanto mayor sea la proporción entre el agua usada y el agua disponible mayor será el estrés en el sistema de suministro y más difícil será satisfacer las crecientes demandas de agua de la población.

En cuanto a cantidad, el ser humano extrae el 8 % del total de los recursos hídricos renovables anuales y se apropia del 26 % de la evapotranspiración anual, así como del 54 % de la escorrentía accesible³⁸. El control que ejerce el ser humano sobre las escorrentías actualmente alcanza todo el mundo y

³⁶ B. M. D. Matlock, «A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies». University of Arkansas, *The Sustainability Consortium White Paper* n. 106, April 2011.

³⁷ El estrés hídrico sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad, definición dada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

³⁸ UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2003, «Agua para todos, agua para la vida».

el porcentaje de apropiación asciende debido al aumento de la población y a los cambios en el estilo de vida.

Los datos sobre agua extraída se refieren a la cantidad bruta de agua extraída anualmente para un uso determinado. A la hora de calcular la extracción total de agua se tiene en cuenta el agua extraída para los tres sectores que más agua consumen: agricultura (irrigación y bebida del ganado), suministro de agua (uso doméstico/municipal) e industria.

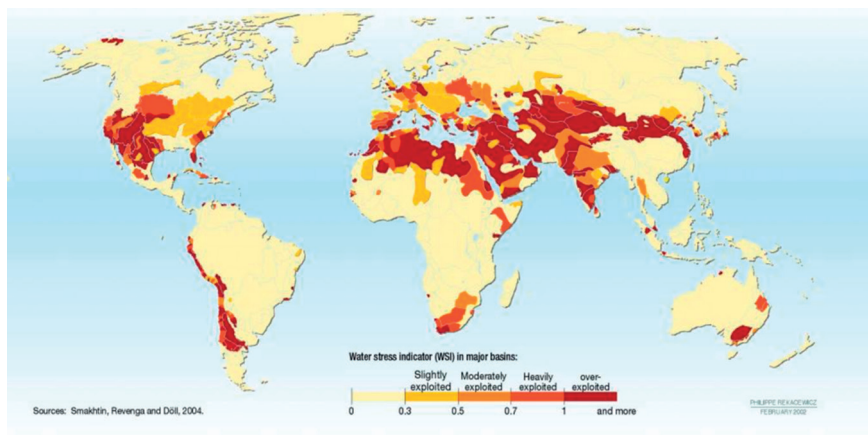


Figura 13. Índice de escasez de agua en las principales cuencas fluviales.
Elaboración y fuente: Smakhtin, Revenga y Döll, 2004, P. Rekacewicz, February 2006, Colección Vital Water Graphics 2, 2009.

Como indicador del nivel de presión humana sobre los recursos hídricos para los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) se analiza el porcentaje de recursos hídricos extraídos consuntivamente (para usos agrícolas, industriales y domésticos) frente al total de los recursos hídricos renovables³⁹.

La escasez de agua es la relación entre el agua que se consume y los recursos hídricos renovables disponibles, y para determinar si la región sufre de estrés hídrico se miden las extracciones de agua frente a los recursos hídricos renovables. El concepto de estrés hídrico se aplica en las situaciones donde no hay suficiente agua para todos los usos, ya sean agrícolas, industriales o domésticos. La figura muestra la explotación de los recursos hídricos en el mundo. Las áreas más oscuras representan mayor volumen extraído y mayor estrés hídrico en el área.

Un área bajo estrés hídrico puede estar sufriendo de escasez de agua física o económica⁴⁰, presenta escasez física de agua cuando más del 75 % del agua

³⁹ UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2015, «Water and Jobs».

⁴⁰ Water for Food, «Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture», 2007. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

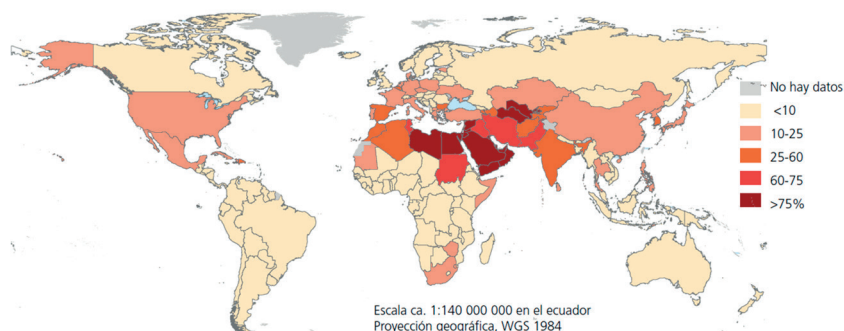


Figura 14. Porcentaje de recursos hídricos renovables consumidos.
Fuente: FAO 2015, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/Maps/MDG_eng.pdf.

del flujo de un río se extrae para usos agrícolas, domésticos e industriales. Esta extracción tan alta repercute en el medioambiente, con una degradación aguda del mismo, disminución de las aguas subterráneas y lleva a la obligada redistribución entre los sectores del agua disponible. Por otro lado, las áreas con escasez de agua económica poseen recursos hídricos renovables adecuados, con menos del 25 % de las aguas de los ríos extraídas para usos humanos, pero carecen de las infraestructuras necesarias para poder utilizar los recursos.

Independientemente de la variabilidad de los flujos del ciclo hídrico, los promedios de varios años muestran que existen variaciones significativas en la cantidad de agua per cápita disponible entre los países.

Definir umbrales para el estrés hídrico en términos de agua disponible per cápita es difícil y complejo, y conlleva hacer suposiciones sobre el uso del agua y su eficiencia. Cuando la disponibilidad anual per cápita de recursos hídricos renovables se sitúa por debajo de 1.700 m³ los países comienzan a sufrir estrés hídrico de manera periódica o continua. Por debajo de los 1.000 m³ la escasez de agua afecta al desarrollo económico, a la salud humana y al bienestar⁴¹.

Necesidad

Cuando nacemos el 75 % de nuestro cuerpo es agua y cada quince días renovamos completamente toda el agua de nuestro cuerpo. El 80 % de nuestra sangre es agua, se renueva cada tres o cuatro meses. Y el corazón humano bombea unos 6.000 litros de agua al día que distribuyen oxígeno y nutrientes

⁴¹ UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2009, «El agua en un mundo en cambio».

Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y...

Continente Regiones	Precipitación			RHIR	
	Profundidad Subregiones por año (mm)	Volumen por año (km ³)	Volumen por año (km ³)	En % de los recursos de agua dulce del mundo	por habitante 2013 (m ³)
Mundo	814	108 928	42 921	100.0	5 996
África	677	20 371	3 931	9.2	3 545
África Septentrional	96	550	47	0.1	274
África Subsahariana	815	19 821	3 884	9.0	4 143
Sudano-Saheliana	311	2 679	160	0.4	1 062
Golfo de Guinea	1 356	2 877	952	2.2	3 650
África Central	1 425	7 593	1 876	4.4	15 261
África Oriental	912	2 669	285	0.7	1 154
África del Sur	656	3 107	270	0.6	2 057
Islas del Océano Índico	1 514	896	341	0.8	13 642
Américas	1 104	44 408	19 655	45.8	20 259
América Septentrional	637	13 881	6 077	14.2	12 725
América Septentrional	625	12 392	5 668	13.2	15 956
México	758	1 489	409	1.0	3 343
Centroamérica y Caribe	2 018	1 515	729	1.7	8 467
Centroamérica	2 267	1 184	637	1.5	14 130
Caribe - Grandes Antillas	1 436	296	89	0.2	2 305
Caribe - Pequeñas Antillas y Bahamas	1 576	35	4	0.0	1 535
América del Sur	1 638	29 012	12 849	29.9	31 610
Guyana	2 363	895	340	0.8	253 921
Andes	2 053	9 639	5 462	12.7	40 307
Brasil	1 761	14 995	5 661	13.2	28 254
América del Sur	845	3 483	1 386	3.2	20 007
Asia	828	26 855	11 865	27.6	2 756
Oriente Medio	217	1 422	484	1.1	1 503
Península Arábiga	85	263	6	0.0	84
Cáucaso	682	127	73	0.2	4 369
Irán (República Islámica del)	228	398	129	0.3	1 659
Oriente Próximo	414	634	276	0.6	1 786
Asia Central	273	1 271	242	0.6	2 545
Asia Meridional y Oriental	1 139	24 162	11 139	26.0	2 865
Asia Meridional	1 063	4 767	1 935	4.5	1 179
Asia Oriental	634	7 454	3 410	7.9	2 104
Sudeste Asiático Continental	1 872	3 629	1 898	4.4	8 116
Sudeste Asiático Meridional	2 747	8 312	3 896	9.1	9 932
Europa	545	12 561	6 578	15.3	8 846
Europa Occidental y Central	829	4 099	2 128	5.0	3 969
Europa Septentrional	937	1 235	836	1.9	32 107
Europa Occidental	929	1 319	621	1.4	2 386
Europa Central	669	745	249	0.6	2 192
Europa Mediterránea	731	801	423	1.0	3 096
Europa Oriental	467	8 462	4 449	10.4	21 466
Europa Oriental	585	597	136	0.3	2 115
Federación de Rusia	460	7 865	4 313	10.0	30 196
Oceanía	586	4 733	892	2.1	29 582
Australia y Nueva Zelanda	574	4 598	819	1.9	29 409
Islas del Pacífico	2 055	135	73	0.2	31 669

Tabla1. Disponibilidad en el agua dulce. Precipitación y recursos hídricos internos renovables (RHIR). Fuente: FAO. 2014. AQUASTAT Base de datos. <http://www.fao.org/nr/aquastat>.

a las células y tejidos, a la vez que retiran los residuos de las actividades celulares. El agua es imprescindible.

La huella hídrica de la humanidad

La huella hídrica de un producto o servicio corresponde a la suma del agua utilizada a lo largo de los diferentes pasos de la cadena de producción. Es el indicador hídrico con el enfoque más holístico en cuanto a factores socio-económicos, ecológicos e industriales.

La huella hídrica considera el lugar de donde proviene el agua y, en función de ello, la clasifica en tres tipos o colores: azul, verde y gris. Agua azul se refiere a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros, etcétera) y subterráneos, es decir, la extracción de agua superficial y subterránea de determinada cuenca; agua verde es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad (particularmente el uso de agua de lluvia ocupada durante el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal) y agua gris es toda el agua contaminada durante un proceso. Sin embargo, este no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de estos y los estándares locales de calidad del agua vigentes. La suma del agua verde, el agua azul y el agua gris que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su huella hídrica.

En el día a día el ser humano usa agua para diferentes fines: beber, higiene personal, coladas, regar jardines... Estos usos directos del agua no incluyen toda el agua que se utiliza, ya que los humanos empleamos agua para producir prácticamente todo lo que consumimos, alimentos, viviendas, tecnologías, ropa..., esta agua indirecta, no visible, se conoce como «agua virtual». Por lo tanto, una medida completa de la huella del agua o huella hídrica de un individuo, un sector industrial o una sociedad es la combinación del uso directo del agua y del agua usada indirectamente para producir los bienes y servicios que se consumen.

El «comercio de agua virtual» hace referencia al flujo oculto de agua si los alimentos u otras comodidades se comercian de un sitio a otro. Hoekstra and Chapagain han definido el contenido de «agua virtual» de un producto (una comodidad, bien o servicio) como «el volumen de agua dulce usada para producir el producto, medida en el lugar donde el producto fue en realidad producido».

La huella del agua ha surgido como una herramienta para identificar y cuantificar estos impactos. La huella hídrica de una nación indica el agua total que consume la población, se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de la nación. Parte de los productos consumidos se producen en otras

naciones, por lo que la huella hídrica de una nación consiste en el uso de recursos hídricos domésticos y uso de agua fuera de los bordes de la nación.

La huella hídrica interna son los recursos hídricos domésticos utilizados (comprende el agua utilizada en los sectores agrícola, industrial y doméstico, que son los tres sectores de la actividad humana que más agua consumen) menos el agua virtual exportada. Y la huella hídrica externa es el volumen anual de recursos hídricos usado en otros países para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de la nación en cuestión. Es igual al agua virtual importada al país menos el agua virtual reexportada.

En resumen, si se parte del volumen de recursos hídricos domésticos utilizados, para conocer la huella de una nación, se debe sustraer el agua virtual que se exporta y añadir la que se importa. El consumo de «agua virtual» y la polución asociada a la producción de bienes tienen una dimensión global ya que muchos países dependen fuertemente de recursos hídricos extranjeros, y muchos países tienen un impacto significativo sobre el agua que se consume y la polución en otro territorio.

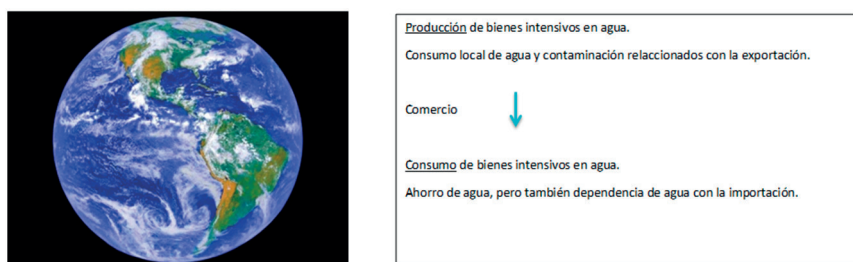


Figura 15. Flujo de aguas virtuales. Elaboración propia.

Fuente: Y. Hoekstra, A. K. Chapagain. «Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern».

Los cuatro factores directos que determinan la huella hídrica de un país son:

- El volumen de consumo (relacionado con el ingreso nacional bruto).
- El patrón de consumo (ex. consumo de carne alto frente a bajo).
- El clima (las condiciones de crecimiento).
- Las prácticas agrícolas (la eficiencia del uso del agua).

En los países ricos la gente consume más bienes y servicios por lo general, lo que se traduce inmediatamente en un aumento de las huellas hídricas. La demanda de agua no solo se determina por el volumen de consumo, el «patrón de consumo» es relevante, algunos bienes como el arroz o la carne y los productos lácteos tienden a ser intensivos en agua⁴². Los productos

⁴² Productos intensivos en agua son aquellos que consumen grandes cantidades de agua en su cadena de producción.

agrícolas y/o alimentos que más contribuyen a las huellas hídricas externas de las naciones son la carne de vacuno, la soja, el trigo, el azúcar de caña, el arroz, el algodón y el maíz⁴³.

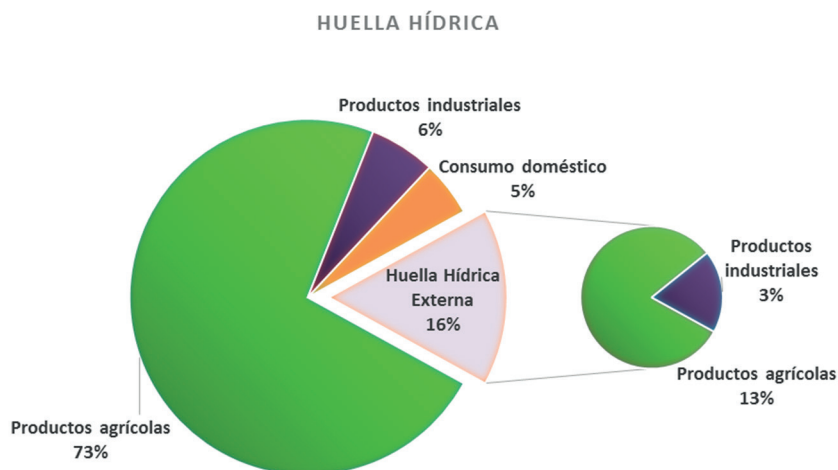


Figura 16. Contribución de las diferentes categorías de consumo a la huella hídrica global, distinguiendo entre huella interna y externa. Fuente: Hoekstra, A. Y., y Mekonnen, M. M. (2012). «The water footprint of humanity». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (9), 3232-3237. doi:10.1073/pnas.1109936109.

La huella interna supone el 84 % del total. El tamaño de la huella hídrica global está mayormente determinado por el consumo de alimentos y otros productos agrícolas (86 % del total, el 73 % del agua se corresponde con la huella interna y 13 % con la externa). Después de los productos agrícolas contribuyen los industriales (9 % del total, 6 % del agua se corresponde con la huella interna y 3 % con la externa), el 5 % restante se destina a usos domésticos. Una quinta parte de la huella hídrica mundial está relacionada con la producción de bienes para exportar. El volumen total de agua virtual que fluye entre los países con el comercio de productos agrícolas e industriales fue de 2.320 Gm³/año para dicho periodo (68 % verde, 13 % azul, 19 % gris). La suma de las huellas hídricas externas de las naciones es el 16 % de la huella hídrica global. Existen diferencias significativas entre los países. Algunos países africanos, como Sudán, Mali, Nigeria, Etiopía, Malawi y Chad, apenas tienen huella hídrica externa, simplemente porque importan muy poco. Por otro lado, la huella hídrica externa de algunos países europeos como Italia, Alemania, Holanda o Reino Unido supone entre el 50-80 % de la huella hídrica nacional, porque tienen un gran volumen de importaciones.

⁴³ Hoekstra, A. Y., y Hung, P. Q. (2005). «Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade».

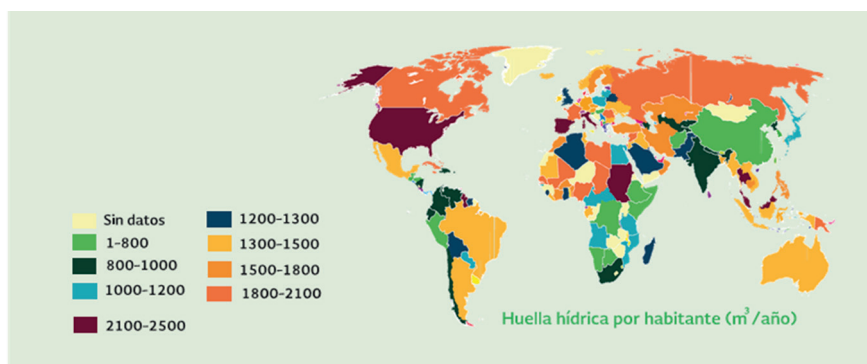


Figura 17. Fuente: Arreguín-Cortés, F.; López-Pérez, M.; Marengo-Mogollón, H., y Tejada-González, C. Agua virtual en México, Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXII, n.º 4, octubre-diciembre, 2007, pp.

La media anual de la huella hídrica mundial para el periodo entre 1996 y 2005 fue de $9.087 \text{ Gm}^3/\text{año}$ (el 74 % de las aguas utilizadas eran verdes, el 11 % azul y un 15 % gris). La huella hídrica media por consumidor a nivel global fue de $1.385 \text{ m}^3/\text{año}$. Ocho países (India, China, Estados Unidos, Rusia, Indonesia, Nigeria, Brasil y Paquistán) contribuyen al 50 % del total de la huella hídrica global (figura 33).

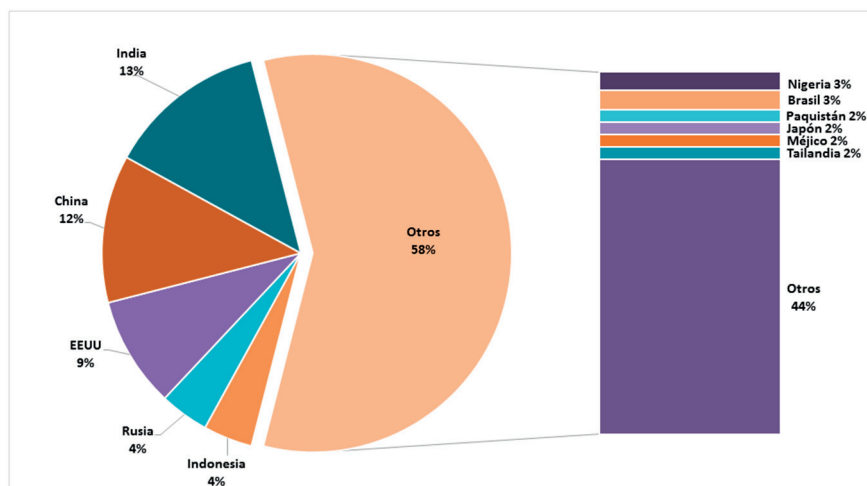


Figura 18. Contribución de los principales consumidores a la huella hídrica global. Fuente: Hoekstra, A. Y., y Mekonnen, M. M. (2012). «The water footprint of humanity». Proceedings of the National Academy of Sciences, 109 (9), 3232-3237. doi:10.1073/pnas.1109936109.

En términos de huella hídrica per cápita, en Estados Unidos el consumidor medio tiene la huella hídrica más alta, una huella hídrica de $2.842 \text{ m}^3/\text{año}$, mientras que las poblaciones de China e India tienen una huella hídrica relativamente baja, con una media de 1.071 y 1089 m^3 respectivamente, en parte

debido al alto consumo de carne y de productos industriales; en segundo lugar están las poblaciones de países del sur de Europa, como Grecia, Italia y España (2.300-2.400 m³/cap/año). En términos absolutos, India es el país con la mayor huella hídrica, sin embargo, mientras que la India contribuye en un 17 % a la población global, la población de la India solo contribuye en un 13 % a la huella hídrica global. China, India y Estados Unidos tienen las huellas hídricas internas más altas, seguidos de Brasil. India tiene la mayor huella hídrica azul y la emplea en la producción de trigo (un 33 %), en el cultivo de arroz (un 24 %) y en el cultivo de caña de azúcar (un 18 %). China es el país con la mayor huella hídrica gris, corresponde al 26 % de la huella hídrica gris global (figura 32).

La mayor huella hídrica per cápita corresponde a la población de Estados Unidos (2.480 m³/cap/año). La huella hídrica per cápita de Irán es relativamente alta (1.624 m³/cap/año), influye el bajo rendimiento de los cultivos y la alta evapotranspiración.

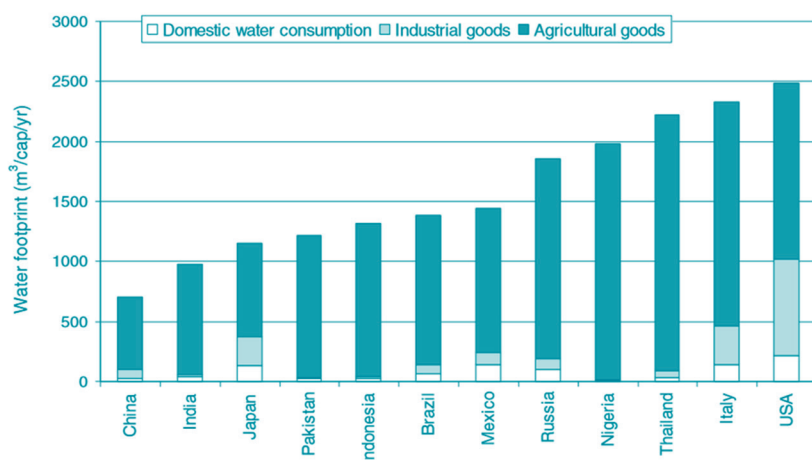


Figura 19. Huella hídrica per cápita y la contribución de las diferentes categorías de consumo en algunos países seleccionados. Fuente: Hoekstra, A. Y., y Mekonnen, M. M. (2012). «The water footprint of humanity». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (9), 3232-3237. doi:10.1073/pnas.1109936109.

Las necesidades de agua del ser humano abarcan ámbitos muy variados, hay que cubrir las necesidades fisiológicas básicas humanas y del entorno, y el volumen de agua demandado como herramienta; el agua tiene una serie de propiedades o ventajas, como su gran capacidad de limpieza o la conducción de calor. Podríamos categorizar las aguas extraídas según la finalidad de las mismas en:

- **Aguas destinadas a usos domésticos:** comprenden las aguas que se utilizan en las actividades cotidianas, como agua para bebida, higiene, preparación alimentos, usos recreativos, riegos de jardines, limpieza doméstica, mascotas, etc...

- **Aguas destinadas a usos agrícolas:** o aguas para irrigación de cultivos, en parte destinados a alimentación humana y del ganado, y cultivos de materias primas para posterior procesamiento industrial, por ejemplo, el algodón para la ropa, las plantaciones de tabaco, los cultivos para fabricación de biocombustibles...
- **Aguas destinadas a usos industriales:** comprenden las aguas empleadas en la producción de los bienes y servicios consumidos, así como los volúmenes de agua consumidos para obtener energía.

Necesidades por sector

A nivel global el 8 % del agua necesaria se usa a nivel doméstico, el 22 % se lo lleva la industria y el 70 % la agricultura⁴⁴, los productos que más contribuyen a la huella hídrica del consumidor global son los cereales (27 %), seguidos de la carne (22 %) y de los productos lácteos (7 %).

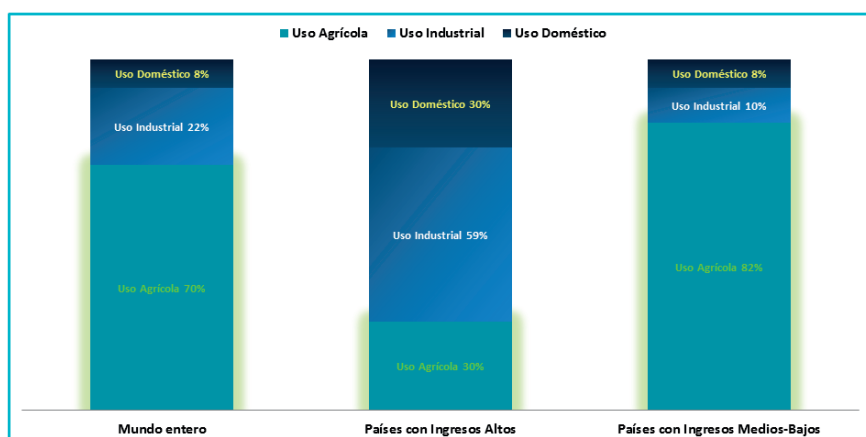


Figura 20. Porcentaje de agua usada según finalidad. Elaboración propia. Fuente: UNESCO, informe del desarrollo de agua en el mundo de 2003, «Water for people, Water for life».

Alimentación y agricultura

La contribución estimada de la agricultura (6.390 Gm³/año) al total de la huella hídrica global es mayor del sugerido anteriormente, debido a la inclusión del uso de aguas verdes (uso del agua del suelo). Si también se tiene en cuenta las pérdidas en irrigación, que globalmente suponen 1.590 Gm³/año, el volumen total de agua utilizada en agricultura es de 7.980 Gm³/año. Aproximadamente un tercio es agua azul extraída para irrigación y los otros dos tercios es agua verde (agua del suelo). El agua usada en agricultura incluye:

⁴⁴ UNESCO, informe del desarrollo de agua en el mundo de 2003, «Water for people, water for life».

-  Riego (incluye forrajes y pastos para el ganado)
-  Ganadería (agua para abrevado y limpieza del ganado)
-  Acuicultura

La huella hídrica de los productos agrícolas varía mucho entre los mismos, lo que se traduce en una mayor o menor huella hídrica de las poblaciones, según su patrón de consumo. En general, los productos de ganadería son intensivos en agua y tienen asociado un volumen alto de agua virtual ya que consumen muchos cultivos, agua para beber y aguas de servicios, antes de generar beneficios (figura 26).

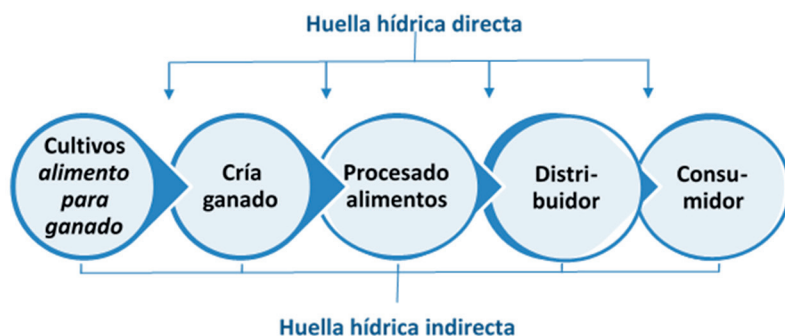


Figura 21. Huella hídrica de la cadena de producción de animales de granja. Fuente: Arjen Hoekstra. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/arjen_hoekstra_the_water_footprint_of_humanity.pdf

Respecto a los cultivos de materia vegetal, el arroz y el trigo contribuyen al 33 % del total de la huella hídrica de los mismos, pero a pesar de que ambos se producen en cantidad similar, el trigo supone el 12 % de la huella y el arroz el 21 % debido a la alta evapotranspiración en el cultivo del mismo (es necesaria una capa de 10-20 cm de agua para preparar el suelo y proteger a la planta)⁴⁵.

Existe una marcada diferencia entre los volúmenes de recursos hídricos que se destinan a la agricultura en función del poder económico de los países, los países con ingresos medios-bajos (82 % del total, hasta un 90 % en algunos países), frente a los de ingresos altos (30 % del total). También influye la abundancia y continuidad de las precipitaciones, por ejemplo, dentro de Europa, en Inglaterra que recibe lluvias estables todo el año, menos del 1 % del total de las aguas extraídas se emplean en agricultura, frente a más de un 70 % en países como Portugal, Grecia o España.

⁴⁵ FAO Water Report 38, «Irrigation in the Middle East region in figures», AQUASTAT Survey 2008.

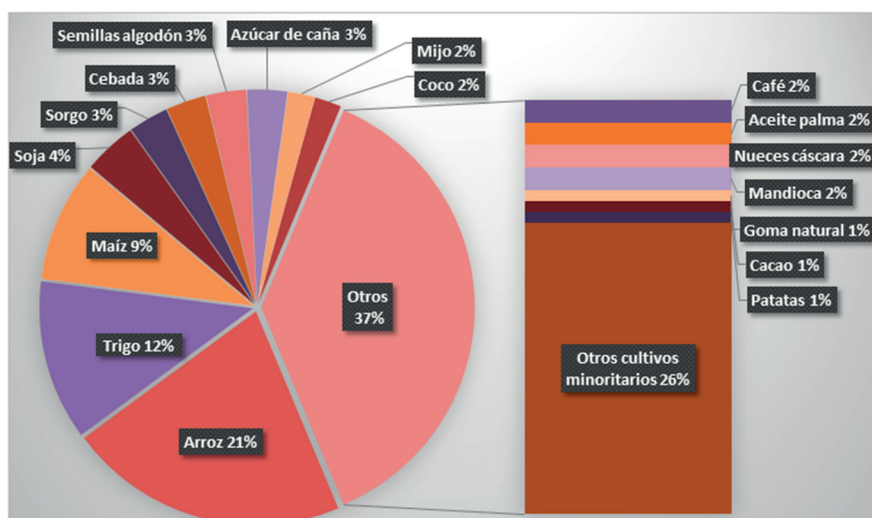


Figura 22. Contribución de los diferentes cultivos a la huella hídrica global. Fuente: Hoekstra, A. Y., y Hung, P. Q. (2005). «Globalization of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade».

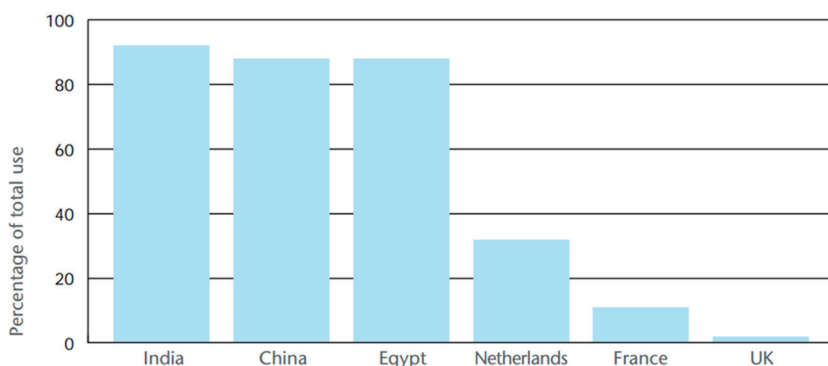


Figura 23. Porcentaje del agua total usada para regadío por la población. Saeijs, H. F. L., y Van Berkel, M. J., «Global Water Crisis, the Major Issue of the 21st Century», European Water Pollution Control, 1995. Vol. 5.4, pp. 26-40; cited by Corporate Water Policies, Dec. 2003.

En muchos países pobres la combinación de condiciones climáticas adversas (demanda evaporativa elevada) y de prácticas agrícolas ineficientes (que resultan en baja productividad del agua) generan una huella hídrica elevada. Contribuyen a las malas prácticas agrícolas la falta de precios adecuados para el agua, los subsidios, el uso de tecnologías hídricas ineficientes y la falta de conocimientos de medidas básicas de ahorro de agua entre los agricultores. Entre las diferentes técnicas agrícolas, la irrigación ha permitido aumentar la producción de los cultivos entre un 100 y un 400 %⁴⁶, es una de

⁴⁶ FAO. 1996. Agriculture and food security. World Food Summit, November 1996, Rome.

las prácticas agrícolas que permitido que la producción cubra el aumento en la demanda de alimentos por el incremento de la población, aumentando en 2,5 veces la producción⁴⁷.

Ya que el agua extraída para fines agrícolas supone casi un 70 % sobre el total, principalmente destinada a la producción de alimentos, el aumento de la competencia por los recursos hídricos y las prácticas de regadío ineficientes pueden suponer un problema a la hora de cubrir el aumento en la demanda de agua que se espera debido al aumento de la población, y los países con limitaciones de agua dulce dependen de la importación de alimentos para compensar la incapacidad para producirlos, es decir importan agua virtual para suplir la carencia de recursos hídricos. El principal alimento que importan los países con escasez de agua son los cereales (Yang-Zehnder, 2002). La figura de extracciones de agua para irrigación insostenibles muestra las áreas en las que no hay suficiente agua dulce para cubrir la demanda de agua para los cultivos. Actualmente se estima que a nivel mundial el 15-35 % de las extracciones de agua para regadío son insostenibles.

Ya que la extracción para la agricultura es la mayor necesidad de agua, es necesario realizar estudios que lleven a una buena planificación de sistemas de irrigación y eficiencia de los cultivos.

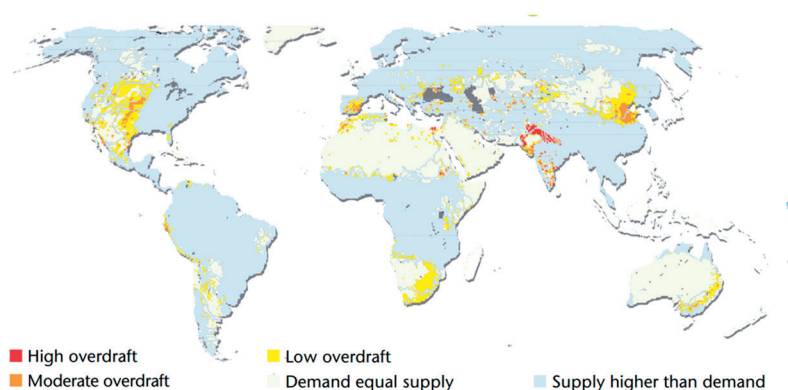


Figura 24. Extracciones de agua para irrigación insostenibles. Fuente: Millennium Ecosystem Assessment, «Ecosystems and Human Well-being: Synthesis», 2005.

Industria y energía

La industria es después de la agricultura la mayor extractora de agua. Sin embargo, lo que más preocupa de las extracciones de este sector no es el volumen extraído, ya que la mayor parte del agua no es consuntiva, y no permanece en los productos, sino que una vez usadas se devuelven a las

⁴⁷ Kindall, H. W., y D. Pimentel. 1994. Constraints on the expansion of the global food supply. *Ambio* 23:3, The Royal Swedish Academy of Sciences.

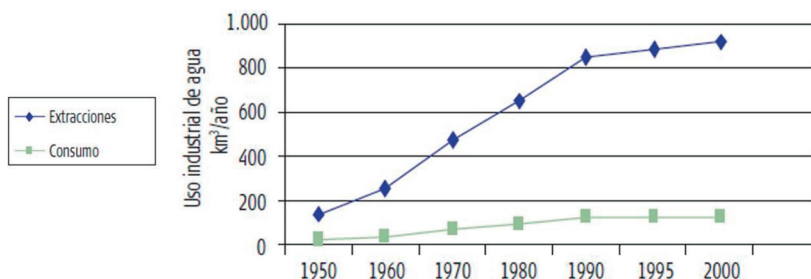


Figura 25. Extracción de agua para la industria y consumo mundial entre los años 1950 y 2000. Fuente: I. A. Shiklomanov, «Appraisal and Assessment of World Water Resources», Water International Journal, Volume 25, 2000 - Issue 1.

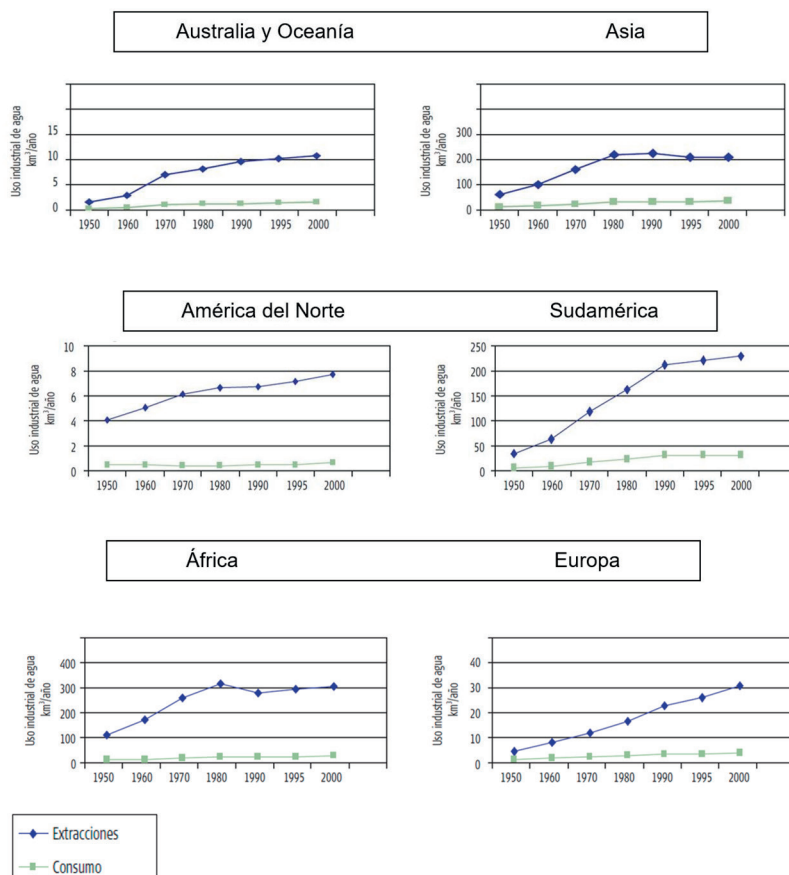


Figura 26. Tendencias en el uso industrial de agua por región, entre los años 1950 y 2000. Fuente: Shiklomanov, I. A., «Appraisal and Assessment of World Water Resources», Water International Journal, Volume 25, 2000 - Issue 1.

fuentes, por lo que la mayor preocupación son los efectos negativos en el medio ambiente, la contaminación de las fuentes de agua y la reducción de los recursos hídricos.

Las figuras siguientes representan el uso industrial total de agua en el mundo y a nivel regional, respectivamente, para el periodo entre los años 1950 y 2000. Entre 1960 y 1980 hubo un importante crecimiento en la extracción de agua para la industria, este incremento se ha estabilizado bastante en todo el mundo. En Europa ha disminuido desde 1980, a pesar de que la expansión industrial ha continuado.

Las extracciones de agua en África y Sudamérica continúan creciendo, cabe considerar que partían de valores muy bajos. En Asia la extracción de recursos hídricos por la industria aumentó rápidamente hasta 1990, desde entonces crece a un ritmo más lento a pesar del gran crecimiento de la producción industrial.

Situación actual y logros de los objetivos de desarrollo del milenio. Impacto económico y social del agua

El bienestar y el desarrollo económico de una nación o área dependen directamente de la calidad y cantidad de agua disponible para su población. Las inversiones en infraestructuras hídricas son fundamentales para liberar todo el potencial de crecimiento económico en las etapas iniciales del desarrollo económico de un país. Una vez que los beneficios marginales del desarrollo posterior decrecen, el énfasis debe desplazarse paulatinamente hacia la construcción de capacidades humanas e institucionales para mejorar la eficiencia hídrica y la sostenibilidad y garantizar los beneficios del desarrollo económico y social⁴⁸.

Las pérdidas económicas debidas a los peligros relacionados con el agua han aumentado considerablemente en la última década. Desde 1992 las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4.200 millones de personas (el 95 % de todas las personas afectadas por todos los desastres medioambientales) y han ocasionado 1,3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63 % de todos los daños)⁴⁹.

El suministro de agua (cantidad y calidad) allí donde el usuario lo necesite debe ser fiable y predecible para apoyar las inversiones sostenibles desde el punto de vista financiero en las actividades económicas. Ello requiere infraestructuras, tanto materiales como inmateriales, que se financien, exploten y mantengan de forma fiable. Para alcanzar la cobertura universal se necesitarían 53.000 millones de dólares estadounidenses al año durante

⁴⁸ Informe de la ONU sobre los recursos hídricos en el mundo 2015. «Agua para un mundo sostenible. Datos y cifras».

⁴⁹ United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), annual report 2012.

un periodo de cinco años⁵⁰ —menos del 0,1 % del producto mundial total (en 2010) y con un rendimiento de la inversión mucho mayor—. Se estima que los beneficios de lograr el acceso universal al saneamiento son mayores que los costes, con una proporción de 5,5 a 1, mientras que para el acceso universal al agua potable la proporción estimada es de 2 a 1. En las regiones en desarrollo el rendimiento de la inversión en servicios hídricos y de saneamiento se ha estimado entre 5 y 28 dólares por cada dólar invertido⁵¹.

El acceso inadecuado al agua, saneamiento e higiene es una de las muchas privaciones que todavía sufren los grupos de poblaciones más pobres y marginadas del mundo y puede ser fruto no solo de presiones económicas, sino también de presiones sociopolíticas y ambientales, de gobernanza y capacidades humanas débiles, y de una falta de infraestructuras. Aunque los enfoques de gestión integrada de los recursos hídricos se guían por una preocupación equilibrada por la eficiencia económica, la sostenibilidad ambiental y la igualdad social, en la práctica, al objetivo de la igualdad social se le da menos prioridad a la hora de tomar decisiones relacionadas con la asignación de agua⁵². Grupos comparativamente sin poder tienden a quedar excluidos del acceso al agua y al saneamiento, a pesar de estar reconocido como un derecho humano, y ha sido durante mucho tiempo el foco de políticas y objetivos de desarrollo internacional^{53, 54}). Sin embargo, la discriminación basada en el origen étnico, la religión, la clase económica, la condición social, el sexo, la edad o las capacidades físicas a menudo limita el acceso de las personas a la tierra y al agua y a sus servicios relacionados. Dicha exclusión tiene efectos sociales y económicos a largo plazo. Las mujeres y las niñas son a menudo las encargadas de ir a buscar el agua; en el África subsahariana rural, por ejemplo, muchas dedican al menos media hora a esta tarea⁵⁵ y algunas de ellas hacen varios viajes que les ocupa hasta dos o cuatro horas al día. Existen más probabilidades de que la falta de fuentes de agua seguras y saneamiento suponga un obstáculo para la educación de una niña que para la de un niño.

⁵⁰ Hutton G. «Global costs and benefits of reaching universal coverage of sanitation and drinking-water supply». *J Water Health*; 2013. Mar 11(1):1-12. Doi: 10.2166/wh.2012.105.

⁵¹ WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2012). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2012 Update and MDG Assessment».

⁵² UNDP-SIWI Water Governance Facility (WGF), WGF Report 1 - «Human Rights-Based Approaches and Managing Water Resources», January 2012, Stockholm International Water Institute (SIWI).

⁵³ UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights (CESCR), General Comment No. 15: «The Right to Water» (Arts. 11 and 12 of the Covenant), 20 January 2003, E/C.12/2002/11.

⁵⁴ UN General Assembly (UNGA) 2010, resolución A/64/PV.108 28 July 2010 GA/10967 122-0-41, «The human right to water and sanitation».

⁵⁵ WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2012). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2012 Update and MDG Assessment».

Entre las iniciativas en materia de agua destaca un proyecto global que se inició en el año 2000, cuando los Estados miembros de las Naciones Unidas firmaron la declaración del milenio y que posteriormente llevó a fijar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La meta número 7, para asegurar la sostenibilidad medioambiental, incluía como objetivo que supone un reto para toda la comunidad global reducir a la mitad la proporción de gente sin acceso a fuentes de agua y sistemas de saneamiento mejorados. El programa de Monitorización Conjunto de la OMS/UNICEF para Suministros de Agua y Saneamiento comenzó a monitorizar el sector en el año 1990 y ha proporcionado estimaciones sobre los progresos en los ODM de manera continua durante veinticinco años.

La OMS junto con UNICEF realizó en 2015 un Informe de Seguimiento del Suministro de Agua Potable y Saneamiento en contraste con los Objetivos de Desarrollo del Milenio sobre la evolución de estos objetivos⁵⁶.

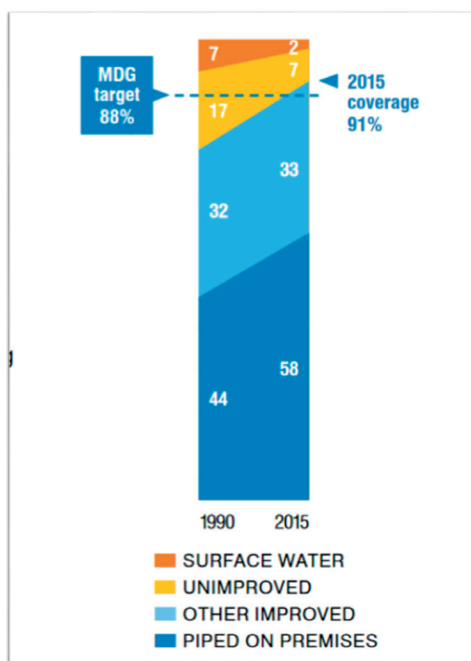


Figura 27. Evolución mundial del acceso a fuentes de agua mejoradas entre 1990 y 2015.

Fuente: Informe 2015 del PCM, sobre el acceso a agua potable y saneamiento.

El Informe concluye que la meta mundial de los ODM relativa al agua potable (que el 88 % de la población tuviera acceso a fuentes mejoradas para 2015) se alcanzó y superó en 2010 (figura 36). Quedando 663 millones de personas que no tienen acceso a agua potable mejorada en todo el mundo (una cifra

⁵⁶ WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2015). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2015 Update and MDG Assessment».

que por primera baja de los 700 millones), frente a 6.600 millones que sí lo tienen. Un 42 % de la población actual ha logrado acceso a agua potable desde 1990. Los niveles más bajos de cobertura se encuentran en los cuarenta y ocho países menos avanzados designados por las Naciones Unidas, estos países no lograron los ODM.

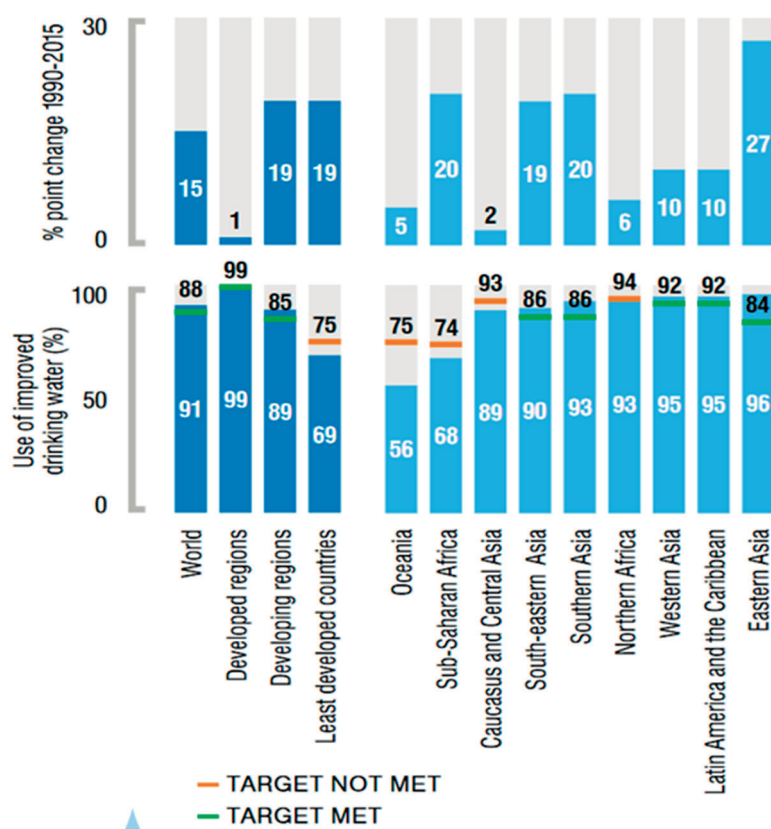


Figura 28. Porcentaje de población con acceso a fuentes de agua mejoradas frente a los ODM y evolución porcentual entre 1990 y 2015. Fuente: UNICEF y WHO, Progress on Sanitation and Drinking Water - 2015 update and MDG assessment.

Las poblaciones sin acceso se encuentran principalmente en el África subsahariana y Asia: África subsahariana (319 millones), Asia meridional (134 millones), Asia oriental (65 millones), Asia sudoriental (61 millones) y el resto de regiones (84 millones).

En las dos últimas décadas se han hecho unos progresos impresionantes, con 2.300 millones de personas que han logrado acceder a mejores fuentes de agua potable y 1.900 millones a mejores servicios de saneamiento. De las personas que han logrado tener acceso a agua potable, 1.600 millones disfrutan ahora de unos niveles de servicio superiores (suministro de agua corriente), pero todavía queda mucho por hacer, 748 millones de personas

no disfrutaban de una buena fuente de agua potable y 2.500 millones no gozan de buenas instalaciones de saneamiento⁵⁷.

Respecto al acceso a saneamiento, la meta de los ODM exigía reducir a la mitad la proporción de la población sin saneamiento básico y por tanto ampliar el acceso, que pasaría del 54 al 77 % de la población mundial. Se estima que en 2015 un 68 % de la población mundial tiene acceso a una instalación de saneamiento mejorada, 9 puntos porcentuales por debajo de la meta de los ODM. La meta de los ODM no se ha alcanzado, se ha progresado, 2.100 millones de personas han obtenido acceso a una instalación de saneamiento mejorada desde 1990, quedando 2.400 millones de personas sin acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas. De ellas, 946 millones defecan al aire libre.

Algunas regiones han obtenido mejores resultados que otras, los países menos avanzados no alcanzaron la meta y tan solo el 27 % de su población actual ha logrado acceso a saneamiento desde 1990. El 50 % de la población en Asia occidental y el 41 % en África septentrional han logrado acceso a saneamiento desde 1990. En cambio, en el África subsahariana el porcentaje de acceso es inferior al 17 % y el aumento de la población, junto con un progreso insuficiente, ha llevado a un aumento en el número de personas en el África subsahariana sin acceso a saneamiento frente a 1990.

La defecación al aire libre sigue siendo un importante problema mundial, la población sin acceso a saneamiento vive principalmente en Asia, África subsahariana y América Latina y el Caribe: Asia meridional (953 millones), África subsahariana (695 millones), Asia oriental (337 millones), Asia sudoriental (176 millones), América Latina y el Caribe (106 millones), el resto de zonas (98 millones).

Al ritmo de reducción actual la práctica de la defecación al aire libre no se eliminará entre las poblaciones más pobres de las zonas rurales para 2030. De hecho, el número de personas que practican la defecación al aire libre se ha incrementado en el África subsahariana, que registra actualmente un porcentaje del total mundial superior al de 1990. Sin embargo, algunos países y regiones han progresado notablemente: Etiopía logró el descenso más pronunciado en el porcentaje de población que practica la defecación al aire libre, se ha reducido del 92 % (44 millones de personas) en 1990 al 29 % (28 millones de personas) en 2015. En Asia meridional, donde se registra el número más elevado de personas que defecan al aire libre, Bangladesh, Nepal y el Pakistán han conseguido reducciones de más de 30 puntos porcentuales desde 1990, y en la India se ha reducido en 31 puntos porcentuales, lo que representa 394 millones de personas.

⁵⁷ WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2014). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update and MDG Assessment».

Estimaciones de necesidad

Se espera que la población actual aproximada de 7.400 millones de personas alcance los 8.500 millones en 2030, los 9.700 millones en 2050 y los 11.200 en 2100. Se estima un crecimiento dramático de las poblaciones urbanas de África, Asia, América Latina y el Caribe, doblándose la población en África, casi doblándose en Asia y un 50 % más en América Latina y en el Caribe⁵⁸.

Debido al rápido crecimiento de la población el agua potencialmente disponible para la población mundial ha disminuido de 12.900 m³ per cápita/año en 1970 a 9.000 m³ en 1990, y a menos de 7.000 m³ en 2000^{59, 60, 61}. Se estima que esta cantidad disminuya a 5.100 m³ en 2025⁶². Esta cantidad sería suficiente para cubrir la mayoría de las necesidades humanas si estuviera homogéneamente distribuida.

Según las estimaciones de la FAO, la producción de alimentos necesita aumentar un 60 % para cubrir las necesidades nutricionales mundiales en 2050. Habrá un incremento del 40 % en la población y la producción agrícola deberá aumentar un 70 % para generar anualmente un billón de toneladas de cereales y 200 millones de toneladas de carne más de los producidos en 2005. Este volumen de alimentos distribuido homogéneamente equivale a una media de 3.130 kcal/persona/día. Este incremento en la agricultura para obtener alimentos no tiene en cuenta el aumento de la agricultura con fines de materia prima para producción de biocombustibles, ni el impacto del cambio climático⁶³.

Las políticas globales deben tener entre sus retos hacer frente a la escasez de agua, al deterioro de los suelos, a las sequías y a la desertificación, así como estar preparados para actuar y responder antes las dudas que surjan, para garantizar la seguridad alimentaria.

Entre las diferentes maneras en que el agua enriquece a una población, su disponibilidad afecta directamente a las economías fundamentalmente agrícolas, en África el sector agrícola supone más del 60 % de los puestos de trabajo, el 20 % de todas las exportaciones y el 17 % del PIB⁶⁴. El potencial de desarrollo económico en los continentes rurales como África depende de la mejora en la productividad y la rentabilidad de la agricultura. A la vez son ne-

⁵⁸ Informe de 2015 de la UNDESA, «World Population Prospects: The 2015 Revision».

⁵⁹ Clarke, R., *Water: The International Crisis*, 1991. Earthscan, London.

⁶⁰ Jackson, R. B.; Carpenter, S. R.; Dahm, C. N.; McKnight, D. M.; Naiman, R. L.; Postel, S. L., y Running, S. W. *Water in a Changing World*, 2001. Ecological Applications Vol. 11 No. 4, August 2001.

⁶¹ Shiklomanov, I. A. (1999). *World Water Resources and their Use*. París, UNESCO.

⁶² Shiklomanov, I. A. (1999). *World Water Resources and their Use*. París, UNESCO.

⁶³ FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050 24-26 June 2009.

⁶⁴ FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050 24-26 June 2009.

	1990-92		2012-14	
	Desnutridos (en millones)	Prevalencia de la desnutrición (%)	Desnutridos (en millones)	Prevalencia de la desnutrición (%)
Mundo	1.014,5	18,7	805,3	11,3
Regiones desarrolladas	20,4	<5	14,6	<5
Regiones en desarrollo	994,1	23,4	790,7	13,5
África	182,1	27,7	226,7	20,5
<i>África Subsahariana</i>	176,0	33,3	214,1	23,8
Asia	742,6	27,3	525,6	12,7
<i>Asia Oriental</i>	295,2	23,2	161,2	10,8
<i>Asia Sudoriental</i>	138,0	30,7	63,5	10,3
<i>Asia Meridional</i>	291,7	24,0	276,4	15,8
<i>Asia Occidental</i>	8,0	6,3	18,5	8,7
América Latina y el Caribe	68,5	15,3	37,0	6,1
<i>América Latina</i>	60,3	14,4	29,5	5,1
Oceanía	1,0	15,7	1,4	14,0

Tabla 2. Incidencia de la desnutrición a nivel mundial (1990-2014). Fuente: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>.

cesarias infraestructuras de irrigación y saneamiento, carreteras y redes de transporte, rutas comerciales domésticas..., todo esto requiere de grandes inversiones, de fondos que los países en desarrollo no disponen, se necesita el apoyo real de los países desarrollados.

Las necesidades y demandas de agua presentan disparidades entre zonas urbanas y rurales, por un lado las áreas rurales presentan mayores dificultades para cubrir las necesidades de fuentes de agua dulce y de saneamiento que las áreas urbanas, por ejemplo el 82 % de la población mundial urbana frente al 51 % de la población rural utiliza instalaciones de saneamiento mejoradas; y siete de cada diez personas sin instalaciones de saneamiento mejoradas y nueve de cada diez personas que todavía practican la defecación al aire libre viven en zonas rurales. Existe una tendencia de migración a núcleos urbanos que supone un cambio en los estilos de vida y un cambio en el patrón del consumo de agua, en las ciudades aumenta el consumo de

agua domésticas, y de alimentos animales y otros productos con una huella hídrica alta.

Posibilidades de incremento de disponibilidad

Aproximadamente el 70 % de la superficie del planeta está cubierta de agua, desafortunadamente solo el 1 % es agua dulce, agua que el ser humano puede utilizar. Para poder aumentar la cantidad de agua utilizable, el acceso a fuentes de agua mejoradas y a instalaciones de saneamiento se han identificado una serie de retos que se deben afrontar, estos incluyen⁶⁵:

- *Desafío financiero*: los sistemas de financiación actuales no dan la debida consideración al empoderamiento social y el fortalecimiento de la capacidad para hacer frente a las necesidades locales y de trabajar dentro del contexto local.
- *Descentralización*: esto es necesario cuando se trabaja en zonas rurales y con circunstancias locales altamente variables en las diferentes culturas, es un reto. Por lo tanto, se necesitan enfoques a medida, así como un proceso de entrenamiento y apoyo continuo que permita un cambio duradero.
- *El reto escalado*: es un paquete, un enfoque integral que incluye la tecnología, las habilidades, el conocimiento y la información, el cambio de pensamiento, la confianza, la sensibilidad cultural: una combinación de herramientas duras y blandas que son a menudo el dominio de las diferentes instituciones / organizaciones.

Cooperación integral

Para superar los retos y lograr el acceso universal al agua, y que además provenga de fuentes sostenibles, es necesaria la colaboración e involucración de [Estado+Sector Privado+Instituciones Académicas]+Población, y además debe establecerse una cooperación internacional lo más estable posible.

Eficiencia en el uso del agua

Aumentar la disponibilidad no es la única forma de reducir la diferencia entre agua disponible y necesaria, la clave para disminuir el agua necesaria radica en aumentar la eficiencia del uso del agua. El gasto de agua para fines domésticos es relativamente bajo comparado con el de la industria o la agricultura;

⁶⁵ Conclusiones de la reunión de la Sociedad Civil en la Conferencia de Zaragoza ONU-Agua 2015. Fuente: Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio. J. M. Unturbe. «El agua, fuente de vida 2005-2015».

entre la industria y la agricultura, la industria es relativamente eficiente en cuanto a volumen de agua utilizado, pero la agricultura es significativamente ineficiente. El alcance de la ineficiencia del uso del agua en la agricultura incluye la ineficiencia del uso de las materias primas generadas con esa agua. Producción sostenible de alimentos y desarrollo rural sostenible.

Mejora de la eficiencia en el uso del agua y en concreto en la agricultura que es el mayor consumidor. Implantación de sistemas de irrigación, adecuación de cultivos a las condiciones climáticas, educación agrícola y conservación de suelos, regulación gubernamental.

Analizando la cadena de valor que representa el camino que sigue el agua desde su ubicación en la naturaleza hasta su recepción y uso por el consumidor final, el problema del acceso puede estar originado por diferentes factores.

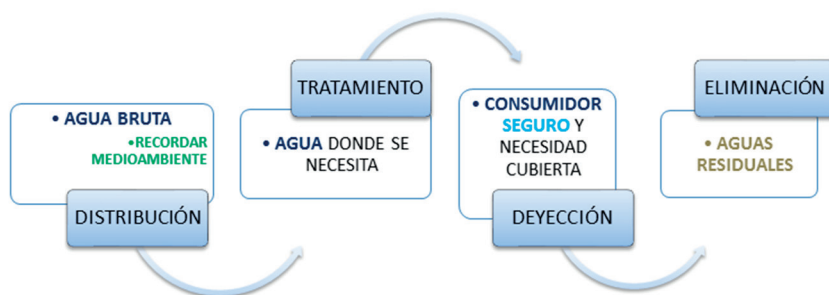


Figura 29. Proceso clásico del agua desde su inicio como recurso natural bruto, hasta su eliminación como desechos de la actividad humana. Elaboración propia.

Los dos factores clave que limitan el acceso a agua segura son que la región físicamente no tenga agua o que el acceso esté imposibilitado, ya sea por falta de dinero o por una mala administración. Esto se traduce en la necesidad de infraestructuras que preparen el agua según el uso que se le vaya a dar y la distribuyan allí donde sea necesario. El coste económico de este desarrollo es grande y a pesar de que se han esclarecido los beneficios económicos de la inversión en agua, los fondos necesarios pueden ser inaccesibles para muchas sociedades, por lo que se necesita afrontarlo desde la colaboración internacional. Las herramientas políticas por lo tanto son imprescindibles para alcanzar el éxito en el proyecto de una fuente de agua segura, sostenible y allí donde se necesite, pero actualmente muchas Administraciones comprometen el desarrollo de los recursos hídricos.

Aguas transfronterizas

Más de la mitad de la población mundial depende diariamente de los recursos hídricos compartidos entre más de un país, ya sea de las aguas superficiales de ríos y lagos transfronterizos o bien de las aguas subterráneas

contenidas en acuíferos que se extienden por varios países. Puesto que la demanda de este preciado recurso continúa aumentando, la exigencia de una cooperación entre países para lograr una mejor gestión de este recurso jamás ha sido mayor.

Desde una perspectiva jurídica internacional, la cooperación transfronteriza está anclada en la ley de las naciones, codificada en muchos aspectos en la Carta de la ONU. Por lo tanto, la gestión pacífica de los recursos hídricos transfronterizos compartidos es estimulada por los principios fundamentales: promover la paz y la seguridad regionales, lograr la cooperación y garantizar las libertades fundamentales de todos (artículo 1, Carta de la ONU). Además, la Convención de las Naciones Unidas sobre Cursos de Agua incluye la obligación de cooperar, establecida en su artículo 8, de nuevo desarrollada en el artículo 5, que introduce la obligación de «participar en el uso, el desarrollo y la protección de un curso de agua internacional de una manera equitativa y razonable» e «incluye tanto el derecho de utilizar el curso de agua como la obligación de cooperar en la protección y el desarrollo del mismo».

Las normas del derecho internacional disponen que cada Estado con cursos de agua transfronterizos tiene derecho (y la obligación de proporcionar a otros países ribereños) a una utilización equitativa y razonable de los recursos de agua dulce compartidos. Este derecho y deber correlativos se determinarán caso por caso, tomando en consideración todos los factores relevantes —incluido los alcances del daño causado— con una conclusión sobre la legalidad del uso propuesto alcanzado sobre la base del conjunto. Esta regla de uso equitativo y razonable es una norma universal del derecho consuetudinario, contenida en la mayoría de los tratados relacionados con el agua y seguida en la práctica estatal.

La historia de los tratados internacionales sobre el agua se remonta al año 2.500 a. C., cuando las dos ciudades-Estado de Lagash y Umma, en Sumeria, establecieron un acuerdo para poner fin a una controversia sobre el agua a lo largo del río Tigris, este suele considerarse el primer tratado de la historia⁶⁶. Desde entonces, el conjunto de tratados sobre el agua que se han establecido es considerable. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, desde el año 85 de nuestra era se han redactado más de 3.600 tratados relacionados con recursos hídricos internacionales. La mayoría de ellos se relaciona con la navegación y la demarcación de límites. El contenido central de las negociaciones y del establecimiento de tratados en el último siglo ha pasado de la navegación a la utilización, el desarrollo, la protección y la conservación de recursos hídricos.

⁶⁶ UN water. Aguas transfronterizas. http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/transboundary_waters.shtml.

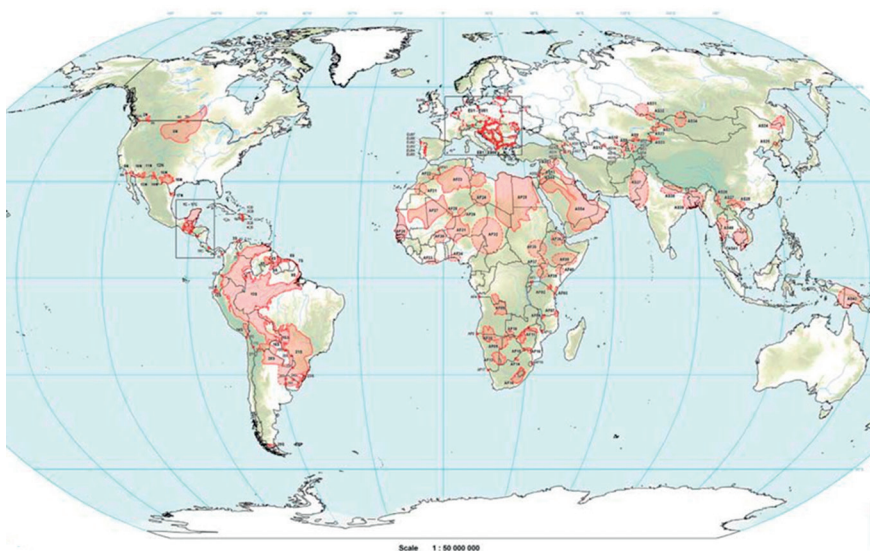


Figura 30. Detalle de los acuíferos transfronterizos en el mundo (actualización 2009). Atlas of transboundary aquifers. International Hydrological Programme Division of Water Sciences.

La declaración de Mérida de la Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOC) postula la gestión por cuenca como una forma integral de solucionar los futuros problemas de agua.

«Este llamado pretende brindar algunos de los elementos clave para fortalecer la acción y posicionar la importancia de la gestión integral de los recursos hídricos por cuenca como nexos. Los recursos hídricos, su disponibilidad y su calidad constituyen un elemento clave en todos los procesos relacionados con la vida. Requieren procesos de adaptación a los retos del desarrollo sustentable, desde las perspectivas ambientales, sociales, políticas y económicas, concentrándose en la unidad física y de planeación denominada cuenca. La planificación y realización de la adaptación a todos los niveles de gobernanza depende de los valores sociales, los objetivos y las percepciones del riesgo. El reconocimiento del capital social de una cuenca en cuanto a los diversos intereses, circunstancias, contextos socioculturales y expectativas puede favorecer los procesos de toma de decisiones.

Los instrumentos económicos pueden generar incentivos y recursos para la gestión integral del agua por cuenca, entre los que destacan la aplicación de los principios usuario-contaminador pagador, las asociaciones público-privadas, los pagos por los servicios ambientales, el establecimiento de tarifas eficientes y equitativas, la optimización de subsidios, la adecuación de normas y reglamentaciones, así como mecanismos de compensación por sobreexplotación y contaminación.

Es fundamental innovar para propiciar la estabilidad, suficiencia, equidad, integridad y transparencia en la definición y aplicación de los recursos financieros en el sector.

La implementación de las decisiones es más eficaz cuando se incorporan los intereses múltiples en materia de desarrollo; por ello, fomentar organizaciones que hacen de puente entre los varios socios, la ciencia y la política, para favorecer la toma de decisiones, trascenderá en la mejor comunicación, adquisición, transferencia y evolución de los conocimientos en la gestión del agua por cuenca»⁶⁷.

Conclusiones

A pesar de estar reconocido el acceso al agua como un derecho humano, la realidad es que una de cada seis personas en el año 2016 carece de acceso a una fuente de agua mejorada, y una de cada tres carece de acceso a saneamiento. Esta situación de carencia de acceso al agua y a sus instalaciones de soporte conlleva graves problemas de salud, de higiene, de epidemias y en general frena el desarrollo de las sociedades en todos sus aspectos (económico, cultural, tecnológico...). La carencia de un recurso básico como es el agua tiene potencial para generar un conflicto a nivel local, regional y, últimamente, interestatal.

Hay suficiente agua, pero no siempre es accesible o es dulce. Será necesario gestionar una distribución eficiente y fiable, con implicaciones internacionales y una administración seria y limpia de las aguas transfronterizas, el agua debe y puede ser una fuente de cooperación.

El agua como recurso natural se debe contemplar desde una visión de economía circular, e incorporar las aguas residuales como materia prima en el uso de fuentes de agua no convencionales. Estas aguas residuales se pueden tratar y adaptar de nuevo al uso humano. Y tanto las aguas recién extraídas como las residuales se pueden tratar o preparar con diferentes calidades adaptadas a diferentes usos, y así reducir la extracción de aguas naturales y disminuir costes en la producción.

A medida que la calidad del agua se degrada o la cantidad disponible de la misma tiene que satisfacer demandas cada vez mayores, la competencia entre los usuarios del agua se intensifica. En ningún lugar esta situación es más desestabilizadora que en las cuencas de los ríos que atraviesan fronteras políticas. Sin embargo, la experiencia muestra que, en muchas situaciones, lejos de causar conflictos, la necesidad de compartir el agua puede generar cooperación.

⁶⁷ Declaración de Mérida. Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOCI).

«Pese a la complejidad de los problemas, la experiencia acumulada permite afirmar que las controversias relacionadas con el agua pueden manejarse por la vía diplomática. En los últimos ciento cincuenta años solo se han producido treinta y siete controversias graves en las que ha habido estallidos de violencia, en comparación con los ciento cincuenta tratados que se han firmado»⁶⁸.

Bibliografía

- Shiklomanov, I. A., «World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for the 21st Century», 1999. (Summary of World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, prepared in the framework of the IHP UNESCO). Federal Service of Russia for Hydrometeorology & Environment Monitoring, State Hydrological Institute, St. Petersburg.
- Shiklomanov, I. A., «Appraisal and Assessment of World Water Resources», *Water International Journal*, Volume 25, 2000 - Issue 1.
- AQUASTAT 2005 «Precipitaciones medias anuales en el continente africano».
- B. M. D. Matlock, «A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies». University of Arkansas, The Sustainability Consortium White Paper n.106, April 2011.
- Bain, *et al.*, 2014. «Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review», *Trop Med Int Health*. 2014. Aug; 19(8): 917-927. Published online 2014 May 8. Doi: 10.1111/tmi.12334, PMID: PMC4255778.
- Baum, *et al.*, 2013, «Sanitation: A Global Estimate of Sewerage Connections without Treatment and the Resulting Impact on MDG Progress». The Water Institute, Department of Environmental Sciences and Engineering, Gillings School of Global Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, 135 Dauer Drive, CB#7431, Chapel Hill, North Carolina 27599, United States.
- Contribución de la UNESCO a la edición 2015 del Informe de las Naciones Unidas para el Desarrollo Hídrico Mundial. «Afrontar los retos, estudios de casos e indicadores».
- Falkenmark, «The massive water scarcity threatening Africa-why isn't it being addressed». *Ambio* 18, n.º 2 (1989): 112-118.
- FAO Water Report 20, «Irrigation in Latin America and the Caribbean in Figures», 2000.
- FAO Water Report 29, «Irrigation in Africa in figures», AQUASTAT Survey 2005.

⁶⁸ Decenio del Agua 2005-2015. Aguas transfronterizas.
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/transboundary_waters.shtml.

- FAO Water Report 38, «Irrigation in the Middle East region in figures», AQUASTAT Survey 2008.
- FAO Water Report 42, «Drought characteristics and management in the Caribbean», 2016.
- FAO Water Report 7, «Irrigation in Africa in figures», 1995.
- FAO. 1996. Agriculture and food security. World Food Summit, November 1996, Rome.
- Gleick, P. H. 1996. «Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs». Water International. Vol. 21, n.º. 2, pp. 83-92.
- Graphic Maps, «The List», noviembre de 2001 (www.graphicmaps.com/geoquiz/thelist.htm).
- Groombridge y M. Jenkins, «Freshwater Biodiversity: A Preliminary Global Assessment», 1998. World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WC-MC) - World Conservation Press, Cambridge, UK.
- Hoekstra, A. Y., y Hung, P. Q. (2005). Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade. Global Environmental Change Part A, 15 (1), 45 – 56. doi:10.1016/j.gloenvcha.2004.06.004. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_regional/en/index.html. (2004).
- J. A. Boswinkel, «Information Note, 2000». International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC), Netherlands Institute of Applied Geoscience, Netherlands.
- L. Burke, K. Reyntar, M. Spalding y A. Perry, «Reefs at Risk Revisited», febrero de 2011.
- N. Alvis y, M. T. Valenzuela, «Los QALYs y DALYs como indicadores sintéticos de salud». Rev Med Chile 2010; 138 (Supl 2): 83-8.
- New, M., Hulme, M., y Jones, P. D. 1999. Climate Research Unit of the University of East Anglia, UK.
- P. H. Gleick, «Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources», 1993. Oxford University Press, New York.
- P. N. Acha y B. Szyfres. «Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales». Tercera edición. Publicación Científica y Técnica n.º 580. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la OMS.
- R. B. Jackson, *et al.*, «Water in a Changing World». Ecological Applications. Vol. 11, n.º 4, agosto de 2001.
- R. Clarke, «Water: The International Crisis», 1991. Earthscan, London.
- S. L. Wear y R. V. T. Ann. «The Year in Ecology and Conservation Biology» NY Acad Sci. 2015 Oct; 1355(1): 15-30. Published online 2015 May 8. Doi: 10.1111/nyas.12785 PMID: PMC4690507.
- UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2003, «Agua para todos, agua para la vida».

- UNESCO, Informe sobre el Desarrollo del Agua 2009, «El agua en un mundo en cambio».
- UNESCO Informe sobre el Desarrollo del Agua 2015, «Water and Jobs».
- UNESCO Informe sobre el Desarrollo del Agua 2015, «Water for a Sustainable World».
- VITAL WATER GRAPHICS, «An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters, 2nd Edition» - 2008 unep.org.
- Water for Food, «Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture», 2007. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.
- WBCSD resources, World Business Council for Sustainable Development, «Water, Energy and Climate Change», 2009.
- WBCSD resources, World Business Council for Sustainable Development, «Water: Facts and trends (The world water resources)», second revision 2005.
- WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2012). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2012 Update and MDG Assessment».
- WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2014). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update and MDG Assessment».
- WHO and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) (2015). «Progress on Drinking Water and Sanitation, 2015 Update and MDG Assessment».
- Y. Hoekstra y M. M. Mekonnen, «The water footprint of humanity», Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) February 28, 2012, vol. 109, n.º 9. Doi: 10.1073/pnas.1109936109.
- Y. Hoekstra y A. K. Chapagain. «Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern». Water Resource Manage (2007) 21:35-48 DOI 10.1007/s11269-006-9039-x.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), annual report 2012.
- Hutton G. «Global costs and benefits of reaching universal coverage of sanitation and drinking-water supply». J Water Health; 2013 Mar; 11(1):1-12. Doi: 10.2166/wh.2012.105.
- UNDP-SIWI Water Governance Facility (WGF), WGF Report 1 - «Human Rights-Based Approaches and Managing Water Resources», January 2012, Stockholm International Water Institute (SIWI).

Capítulo segundo

El agua, un recurso cada vez más estratégico

Javier del Valle Melendo

Resumen

El agua es un elemento fundamental e insustituible, no solo para la vida también para muchas actividades, entre ellas la producción de alimentos y el normal funcionamiento de muchos sectores socioeconómicos (industria, turismo, producción energética, etc.).

Muchos recursos hídricos en el mundo, tanto superficiales como subterráneos, son compartidos por dos o más Estados, lo que crea divergencia de intereses que pueden derivar a tensiones, como ocurre en numerosos lugares del planeta. Sin embargo, esta situación también da muchas oportunidades de cooperación mediante acuerdos o tratados de gestión conjunta de los recursos, intercambio de información, etcétera.

El aumento de presión general sobre los recursos hídricos que se prevé a lo largo del siglo XXI hace pensar en un posible aumento de las tensiones entre territorios, usuarios y Estados por asegurar el abastecimiento de agua, pero también en una intensificación de las acciones diplomáticas encaminadas a evitar posibles conflictos mediante la gestión conjunta y sostenible de los recursos.

Palabras clave

Recursos hídricos, cooperación hídrica, garantía de abastecimiento, tensiones por el agua.

Abstract

Water is a fundamental and irreplaceable element not only for life, but also for many activities, including food production and the normal functioning of many socio-economic sectors (industry, tourism, energy production, etc.).

Many water resources in the world, both surface and underground, are shared by two or more States, which creates divergence of interests, which can lead to tensions, as take place already in many places on the planet. However, this situation also gives many opportunities for cooperation through agreements or treaties for joint management of resources, exchange of information, etc.

The general increase in water pressure foreseen throughout the twenty-first century suggests a possible increase in tensions between territories, users and States, in order to ensure water supply. In this context is also foreseen an intensification of diplomatic actions to avoid potential conflicts through the joint and sustainable management of resources

Keywords

Water resources, water cooperation, security of supply, tensions over water.

El agua, un recurso imprescindible e insustituible

Es un recurso abundante a nivel global en sus tres estados, y repartido por todo el planeta mediante el ciclo del agua, pero con una distribución temporal y espacial irregular. Es absolutamente imprescindible para muchas actividades, comenzando por la más importante: el desarrollo de la vida tal y como la conocemos en nuestro planeta. Además, como se desarrollará más adelante, su papel es fundamental en muchas actividades socioeconómicas destinadas a satisfacer las necesidades básicas del ser humano (bebida, producción de alimento, higiene) y otras relacionadas con el desarrollo, como generación de energía eléctrica, fabricación de productos elaborados, actividades de ocio, etcétera. En todas ellas es un recurso insustituible. Se puede emplear en mayor o menor cantidad, con una gestión adecuada o inadecuada, pero no existe alternativa a su uso.

Agua: soporte para la vida

El desarrollo de la vida en la Tierra se basa, entre otros elementos y características naturales, en la presencia de agua. Todos los seres vivos del reino animal y vegetal cuentan con importantes porcentajes de agua en la composición de sus tejidos, que en algunos organismos acuáticos superan el 90 %.

El agua tiene unas características especiales: es el único elemento que en condiciones normales está presente en el planeta en sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso). No es ácida ni básica, pero combinada con otras sustancias puede presentar una u otra característica.

Cuenta con un amplio rango de temperatura en el que mantiene el estado líquido (de 0 a 100° a una atmósfera de presión), lo que permite que vivan en este estado seres vivos adaptados a temperaturas próximas a 0° y otros que soportan valores superiores a 70°.

Presenta un comportamiento de la densidad anómalo, pues esta va aumentando a medida que el agua se enfría, alcanza un máximo a 4°. Con temperaturas inferiores la densidad disminuye, por lo que cuando se convierte en hielo este es menos denso que el agua y flota, permitiendo así el mantenimiento de la vida piscícola y vegetal bajo él.

Sus características eléctricas le dan gran capacidad de disolver casi todos los compuestos, lo que explica que la mayoría de los procesos químicos tienen lugar entre sustancias disueltas en ella. Su capacidad de disolvente y las propiedades de capilaridad le permiten movilizar nutrientes del suelo y llevarlos a los tejidos de las plantas, aportando los elementos necesarios para la fotosíntesis.

En los animales está presente en todos los tejidos, incluso los óseos, y principalmente en la sangre que transporta el alimento a todas las células.

las. También tiene un papel fundamental en la eliminación de desechos del metabolismo a través de la orina y toxinas a través del sudor, que además facilita la regulación térmica.

Todas las sustancias eliminadas por los seres vivos después de ser utilizadas en sus funciones vitales, gracias al agua, vuelven al medio natural, donde se transforman de nuevo en componentes útiles para la vida de otros seres vivos. El ciclo del agua se convierte así en un gigantesco mecanismo de reutilización de sustancias vitales en el que el agua es el hilo conductor.

Agua para actividades socioeconómicas

El agua también es fundamental para el desarrollo de muchas actividades socioeconómicas. En sociedades poco desarrolladas estas actividades se limitan al consumo, la higiene y la producción de alimentos mediante el regadío y la ganadería. En las sociedades desarrolladas aumentan debido a la mejora en los hábitos higiénicos, mayor demanda de productos manufacturados y servicios, cambio en las pautas alimenticias, aumento del consumo de energía, incremento de las actividades de ocio, etc., muchas de las cuales provocan una mayor demanda de recurso hídrico. El aumento en el nivel de desarrollo general, aunque a diferentes ritmos, de las sociedades de principios del siglo XXI lleva, por lo tanto, aparejado un incremento en la demanda de agua.

Consumo humano, higiene y salud

Sin duda se trata de una utilización fundamental para todo ser humano. Es necesario beber unos 2 litros diariamente, aunque esta cifra puede aumentar notablemente en climas cálidos o si se realizan actividades físicas intensas. Sin agua no podríamos absorber los alimentos, ni eliminar los desechos. Todos los seres vivos tienen altos porcentajes de agua, que en el caso del ser humano está en torno al 70 %. La disminución excesiva de este porcentaje se denomina deshidratación y puede tener consecuencias graves: una disminución de solo el 2 % en la presencia de agua acarrea una disminución del 20 % en la capacidad de trabajo¹. El primer aviso en ese proceso para la corrección del posible desequilibrio es la sed.

También la higiene está muy asociada al uso del agua. Se calcula que en las sociedades desarrolladas una persona utiliza unos 150 litros de agua al día para higiene personal, limpieza de ropa, vivienda y utensilios, etcétera, aunque esta cifra puede ser muy variable.

¹ Confederación Hidrográfica del Ebro, «El agua, placer y equilibrio». Colección de Textos Informativos. P. 14. Zaragoza. 1999.

Utilizar agua de adecuada calidad para estas actividades es fundamental, pues evita o disminuye el riesgo de contraer algunas enfermedades. Existe una relación directa entre algunas epidemias y la insalubridad de las aguas. Según Eberad-Metzer² ha habido siete grandes epidemias que han asolado al mundo y en tres de ellas la relación con este parámetro es directa, se trata de las siguientes:

- Cólera debido a las aguas fecales. La mejor forma de prevenirla es disponer de un buen sistema de alcantarillado y recogida de aguas fecales, especialmente evitando la mezcla de estas con las de abastecimiento.
- Malaria o paludismo debido a los mosquitos (hembra) que viven en zonas pantanosas como marismas, lagunas o zonas encharcadas y transmiten mediante su picadura el agente causante *Plasmodium*.
- Fiebre amarilla por los mosquitos que viven en zonas pantanosas.

Actualmente las enfermedades relacionadas con la falta de acceso a agua potable segura, saneamiento deficiente e higiene insuficiente son las siguientes:

- Enfermedades diarreicas. Para evitarlas es fundamental un acceso adecuado a agua de consumo de calidad bien separada de las aguas de vertido, por lo que no solo es necesario recurso hídrico de calidad, sino también infraestructuras adecuadas de abastecimiento y saneamiento aisladas. El número de casos de disentería y cólera van disminuyendo, pero de esta última todavía se produjeron entre 1,4 y 4,3 millones de casos, que causaron entre 28.000 y 142.000 defunciones³.
- En los países desarrollados han surgido algunas enfermedades de este tipo, como la legionela neumófila, que puede asentarse en los sistemas de circulación de agua de edificios.
- Enfermedades causadas por helmintos intestinales: lombriz intestinal (*Ascaris*), la triquina (*Trichuris*) y las tenias (*Ancylostoma* y *Necator*). Se transmiten principalmente a través del suelo contaminado, por lo que están directamente relacionados con la calidad de las instalaciones sanitarias.
- Enfermedades oculares, como el tracoma, y de la piel. Muchas están relacionadas con una higiene insuficiente y un abastecimiento de agua inadecuado. Una vez que hay disponible suficiente cantidad de agua y que se utiliza para la higiene personal y doméstica, su afección disminuye, por lo que a menudo se las clasifica como enfermedades «que se van con el agua».

² Eberad-Metzer, C., «Las epidemias». Acento Editorial. Madrid. 1998.

³ OMS. Nota descriptiva n.º 107. 2015. Accesible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs107/es/>. Consultado septiembre 2016.

- Enfermedades relacionadas con el agua, transmitidas por vectores. En estos casos el agua es lugar de incubación de vectores que transmiten el patógeno causante de la enfermedad. Las más importantes son la malaria, la fiebre amarilla, filariasis linfática, esquistosomiasis, dengue, etcétera.

Disponer de agua suficiente y con adecuados niveles de calidad para el consumo humano, la higiene y la salud supone contar con adecuadas infraestructuras de abastecimiento y alcantarillado. Las primeras necesitan infraestructuras de regulación, captación, distribución y potabilización para llevar hasta cada punto de demanda el recurso. Las segundas una red de colectores que conduzcan las aguas residuales a plantas depuradoras para la eliminación de sustancias contaminantes previamente a su devolución a los cauces naturales.

Llevar el agua hasta cada casa ha sido un logro que solamente parte de la Humanidad disfruta. En ocasiones lo consideramos tan habitual que no somos conscientes de la enorme comodidad que significa poder abrir los grifos y disponer de agua abundante, de calidad y normalmente barata, algo fuera del alcance de muchas personas que tienen que acudir a puntos de abastecimiento colectivos, en ocasiones lejos de sus domicilios y que no siempre ofrecen las necesarias garantías de calidad para el consumo humano (figura 1).

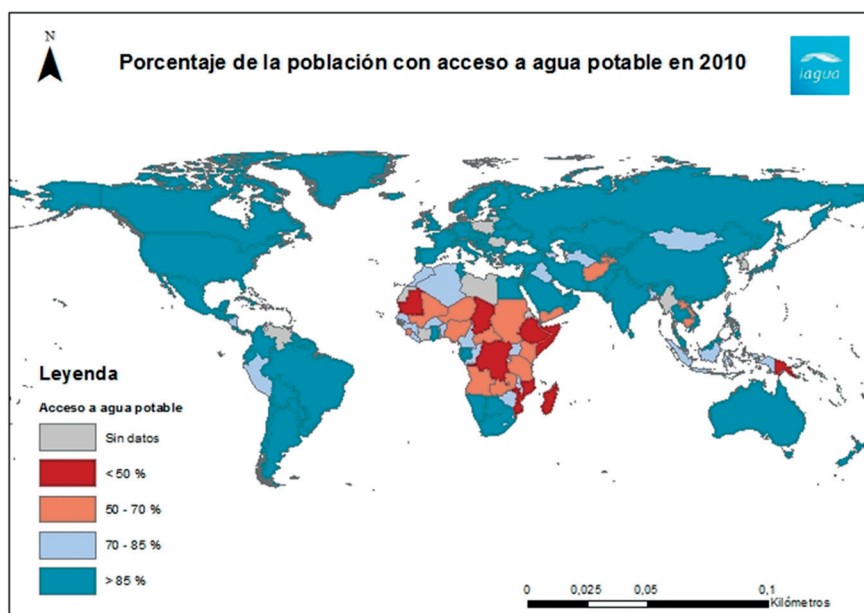


Figura 1. Porcentaje de la población con acceso a agua potable en 2010.

Fuente: «El acceso al agua y al saneamiento en el mundo. Iagua»⁴.

⁴ Disponible en:

<http://www.iagua.es/blogs/agueda-garcia-de-durango/el-acceso-al-agua-y-saneamiento-en-el-mundo>. Consultado octubre de 2016.

Según la OMS (2015) en el mundo hay 663 millones de personas sin acceso a agua potable mejorada (9 % de la población mundial). La situación de 2010 (figura 1) muestra que la peor situación se observa en África subsahariana.

La utilización doméstica del agua significa aproximadamente el 7 % del total mundial, cifra que asciende hasta el 15 % en los países industrializados. Se trata de una demanda moderada si la comparamos con la de la agricultura de regadío que se expondrá a continuación, pero es la más exigente en cuanto a calidad, pues las personas no pueden consumirla con ciertos elementos extraños que pondrían en peligro su salud, por lo que la potabilización es clave como paso previo a la distribución.

El uso doméstico es poco consuntivo, pues la mayoría del agua empleada es devuelta a los ríos mediante la red de alcantarillado. Esta red es casi tan compleja como la de distribución y su misión es evacuar las aguas cargadas de residuos después de su utilización por la población. Si son vertidos a los cauces naturales sin depuración previa son una agresión y provocan pérdidas de calidad, pues van cargados de residuos orgánicos, químicos, detergentes, etcétera. Por ello cada vez adquiere más importancia la depuración de residuos urbanos que reestablezca a las aguas unos niveles de calidad que permitan su devolución a los ríos sin causar daños, lo que a su vez permitiría volver a utilizar sus aguas posteriormente, evitando así conflictos con poblaciones, comunidades o Estados situados aguas abajo.

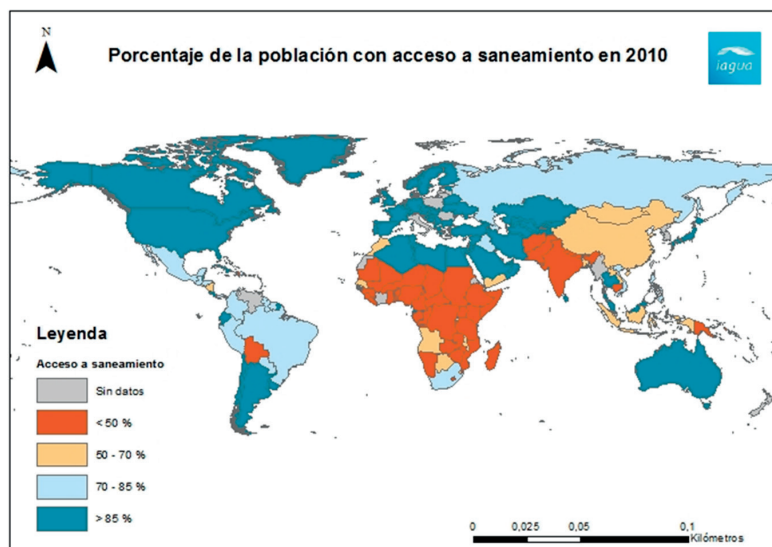


Figura 2. Porcentaje de la población con acceso a agua potable en 2010.
Fuente: «El acceso al agua y al saneamiento en el mundo»⁵.

⁵ Disponible en:

<http://www.iagua.es/blogs/agueda-garcia-de-durango/el-acceso-al-agua-y-saneamiento-en-el-mundo>. Consultado octubre de 2016.

La situación de acceso a saneamiento se muestra en la figura 2, en la que se aprecia que son numerosos los países con menos del 50 % de su población con este servicio, concentrados principalmente en África subsahariana, pero también en Asia meridional y Sudamérica.

Las redes de distribución de agua y alcantarillado en una ciudad las podríamos comparar con los sistemas arterial y venoso de una persona, el primero distribuye la sangre limpia y oxigenada necesaria para el normal funcionamiento del cuerpo, mientras el segundo recoge la ya utilizada, y que para poder ser utilizada de nuevo necesita una depuración. Esta función en el cuerpo la realizan los riñones, en el medio hídrico las depuradoras y los procesos de depuración natural; son esenciales para el mantenimiento de niveles de calidad adecuados para el normal desarrollo de los ecosistemas asociados al agua y de la utilización del recurso por el ser humano para múltiples usos.

Producción de alimentos

Durante la segunda mitad del siglo XX los sistemas mundiales de producción y distribución de alimentos respondieron a la duplicación de la población mundial produciendo más del doble de alimentos. Durante el mismo periodo los países en vías de desarrollo aumentaron el consumo de alimentos per cápita en un 30 %, lo que supuso una mejora de la nutrición. Además, la agricultura siguió produciendo cultivos no alimentarios (algodón, caucho, cultivos para producir bebidas y aceites, etcétera). Paralelamente, mientras aportaba la principal base alimentaria al mundo, la agricultura se confirmó como la mayor consumidora de agua del planeta. La irrigación representa en estos momentos cerca del 70 % de la apropiación total de agua dulce apta para el consumo humano, porcentaje que en algunos países como España supera el 80 %. Este elevado porcentaje obliga a la agricultura a acomodar sus demandas a un complejo escenario en el cual los objetivos sociales, económicos y medioambientales deben negociarse con otros sectores demandantes del recurso. Por ello, una adecuada gobernabilidad del agua es fundamental para garantizar su uso adecuado orientado a la satisfacción de las necesidades alimentarias en armonía con las crecientes demandas de agua para otros usos.

Tal y como se muestra en la figura 3, la situación nutricional ha mejorado en todo el mundo y hacia el cambio del siglo la media mundial alcanzó la calificación de «aprobado» con 2.800 kcal/persona/día. Por lo tanto, a nivel global la seguridad alimentaria universal (alimentos para todos) está a nuestro alcance. No obstante, un análisis más detallado muestra diferencias destacables:

Las regiones del África subsahariana y del sur de Asia, donde el consumo alimentario es el más bajo, han mejorado su situación, pero su nivel sigue siendo bajo. Los países en vías de desarrollo del este y del sudeste de Asia,

al igual que los países de Iberoamérica y el Caribe, se sitúan muy próximos al umbral.

En los países desarrollados el consumo alimentario ha seguido creciendo de forma considerable, dándose el caso de que su población se ve afectada por la obesidad, se produce creciente despilfarro de alimentos.

El mayor progreso en la situación alimentaria ha tenido lugar en algunos de los países en vías de desarrollo más poblados, como Brasil, China e Indonesia. Un avance significativo se ha producido también en India, Nigeria y Pakistán. Sin embargo, quedan todavía treinta naciones con un nivel muy bajo de consumo alimentario (por debajo de las 2.200 kcal/persona/día), incapaces de producir la suficiente cantidad de alimentos y de conseguir las divisas para importar los alimentos que necesita su población. De ellos veinte están en África subsahariana.

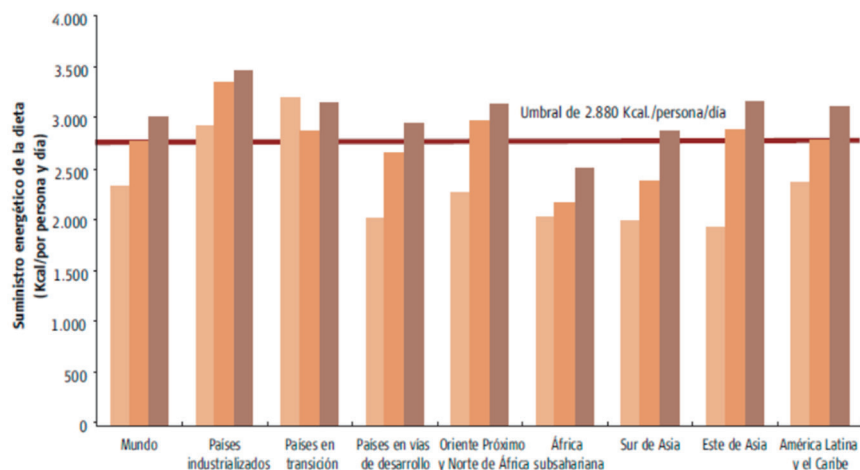


Figura 3. Consumo alimentario per cápita en el mundo y por regiones en dos periodos (1964-1966 y 1997-1998) y proyección a 2030. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida»⁶.

Producir alimentos necesita mucha agua: entre 2.000 y 5.000 l/persona/día⁷ dependiendo de las características del clima, diferencias de la dieta, eficiencia de los sistemas de producción de alimentos, eficiencia en la gestión del recurso, etcétera. La mayoría de esta cantidad procede del agua de lluvia que se acumula en el suelo desde donde la toma la planta. En muchos lugares y momentos hay que aplicar riego, aportación suplementaria de agua a los cultivos para protegerles de los periodos sin precipitación, normales en algunos climas.

⁶ «El agua, una responsabilidad compartida». Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. UNESCO, Zaragoza. 2006.

⁷ «El agua, una responsabilidad compartida». *Op. cit.*

En el conjunto del planeta la lluvia proporciona el 90 % del agua necesaria para la agricultura y el 10 % restante procede del riego. No es un porcentaje muy elevado, pero puede alcanzar cifras muy altas en determinados lugares del planeta, como los países mediterráneos, el sureste de Asia o muchas zonas semiáridas subtropicales o del interior de los continentes. Este 10 % supone, como ya se ha expuesto, el 70 % del total de agua dulce que utiliza el ser humano para satisfacer diferentes demandas, por lo que es fundamental su gestión adecuada, motivo por lo que suscita tanto interés cuando se habla de la gobernabilidad del agua dulce.

El arroz, el trigo y otros cereales son los principales componentes de la dieta humana, representando más de la mitad del suministro energético de los alimentos consumidos (figura 4). Sin embargo, el peso relativo de los cereales en la dieta humana tiende a descender a medida que aumenta la renta, viéndose un incremento del consumo de aceites vegetales, carne y lácteos.

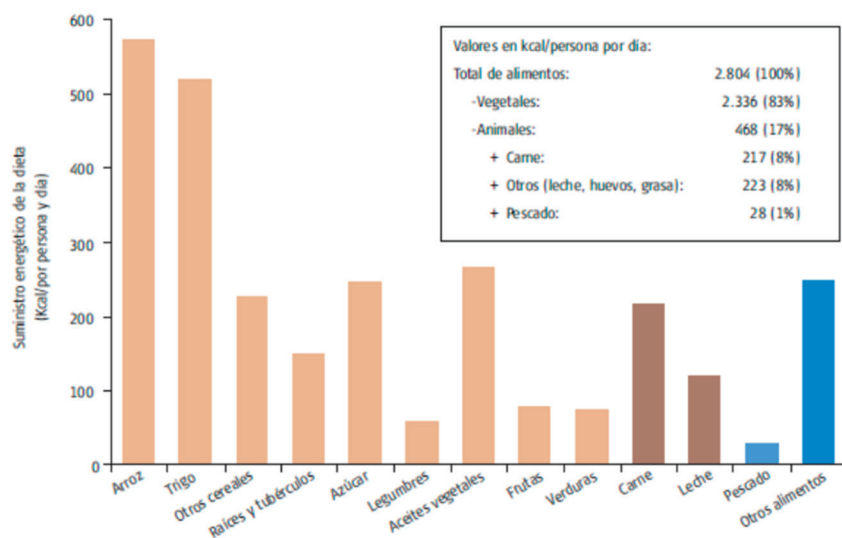


Figura 4. Principales fuentes de suministro de alimentos en el mundo en 2002.
Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Paralelamente a la demanda de cereales destinada al consumo humano aumenta la demanda para consumo de la ganadería. Cerca de un tercio de todos los cereales producidos se destinan a alimentar a los animales y la agricultura sigue respondiendo a esta fuerte demanda añadida. La ganadería representa cerca del 40 % del valor bruto de la producción agrícola, y su papel está en constante crecimiento al adoptar los consumidores una dieta más rica en carne y productos lácteos a medida que crece el nivel de desarrollo. Las tendencias a principios del siglo XXI (figura 5) muestran un fuerte crecimiento del componente cárnico en las dietas, lo que ha de redundar en aumento de la demanda de agua para alimento del ganado (cereales y forrajes) y para uso directo en bebida y limpieza de los animales.

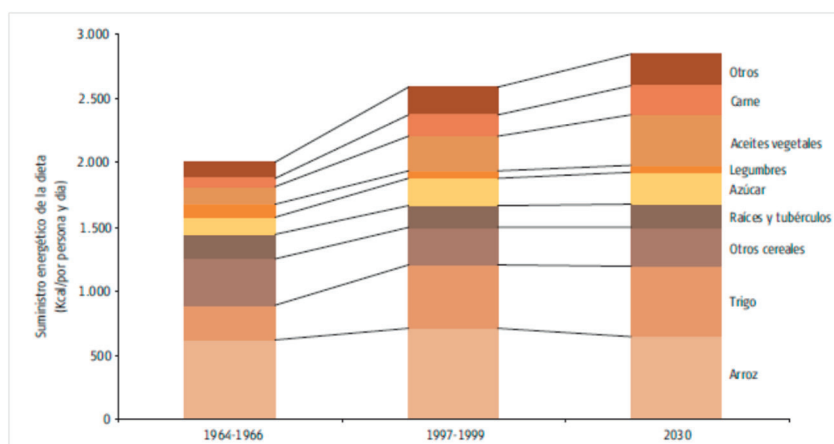


Figura 5. Cambio en la dieta en los países en vías de desarrollo entre 1965 y 2030 (proyección).

Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Tradicionalmente la ganadería ha aprovechado los pastos naturales permanentes o estacionales, lo que significaba una forma de transformar el agua de lluvia almacenada en el suelo a través de las plantas en proteínas. En los últimos años ha aumentado muy considerablemente la alimentación de la ganadería a través de cereales, en parte conseguidos mediante irrigación, lo que significa un notable cambio en las demandas de agua, que ya no se orienta a la producción de alimentos directamente para el ser humano, sino indirectamente mediante su transformación en proteína animal y, por lo tanto, con una menor eficiencia energética respecto a la cantidad de agua consumida.

Se calcula que el 12 % de la superficie terrestre está cultivada, lo que significa unos 1.500 millones de ha. De ellas un 18 % están irrigadas, aunque con diferentes sistemas, eficiencias y niveles de garantía. En términos de población, las tierras de cultivo ascienden a un promedio mundial de 0,25 hectáreas por persona.

Las posibilidades para incrementar la cantidad de tierra dedicada a la agricultura a expensas de terrenos naturales son limitadas, pues las necesidades y preocupación por mantener superficies en estado natural con objetivos ambientales (mantener la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas) es cada vez mayor. Las necesidades alimentarias de una población en crecimiento están por lo tanto en gran parte cubiertas gracias al aumento de la productividad de la tierra, lo que significa obtener una mayor cantidad de cosechas a partir de la superficie agrícola existente, fija en términos generales. La irrigación suprime la limitación sobre la productividad de los cultivos derivada de un nivel de precipitaciones insuficiente o irregular. Por ello, durante la segunda mitad del siglo XX se convirtió en parte fundamental de la estrategia para alimentar a una población mundial que estaba crecien-

do rápidamente, con el consiguiente aumento de la cantidad de agua usada para este propósito. El Banco Mundial otorgó numerosos créditos para proyectos de irrigación, especialmente durante la segunda mitad de los años 70 y primera de los 80.

Este hecho y la disminución de la superficie per cápita de tierras de cultivo se muestran en la figura 5.

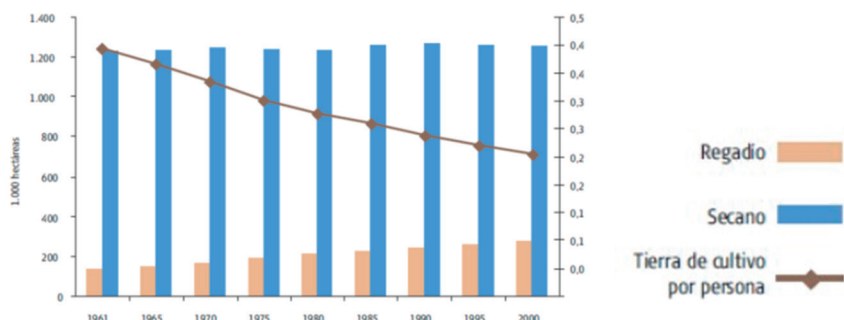


Figura 6. Evolución de las tierras de cultivo de secano y regadío y tierras por persona en el mundo. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Según las proyecciones de la FAO se espera que la superficie de cultivos de regadío aumente en un 34 % para 2030 y la demanda de alimento un 55 % respecto a la de 1998. En el mismo periodo se calcula que la cantidad de agua dulce destinada al regadío aumente aproximadamente un 14 % hasta llegar a 2.420 km³ en 2030. En comparación con el citado aumento previsto en la superficie de cultivo de regadío y de la demanda de alimentos, el aumento del 14 % en la extracción de agua para la irrigación es modesto, pero en determinados lugares donde ya existe escasez de agua (norte de África, Oriente Medio, Asia central) la competencia cada vez mayor entre la agricultura, las ciudades y las industrias exacerbará la escasez de agua y probablemente la proporción de agua dulce disponible para la agricultura disminuirá⁸.

El regadío significa el 70 % de la demanda global de agua dulce, porcentaje muy superior en algunas regiones del planeta. Paralelamente se está produciendo un intenso proceso de urbanización: para el año 2030 más del 60 % de la población vivirá en zonas urbanas (Naciones Unidas, 2004), reclamando una parte cada vez mayor de los recursos hídricos. Gran parte de esta agua tendrá que restarse de la utilizada por la agricultura, que emplea el agua con escasa rentabilidad económica, por lo que se espera una creciente tensión entre los órganos de irrigación, deseosos de mantener sus derechos, y las aglomeraciones urbanas, con necesidades crecientes de satisfacer sus

⁸ Faurès, J. M.; Hoogeveen, J., y Bruinsma, J. (2003). «The FAO Irrigated Area Forecast for 2030». FAO. Roma.

necesidades de agua (Johnson III, *et al.*, 2002)⁹. A esta situación ha de añadirse la progresiva pérdida de calidad en el recurso, bien debido a las múltiples reutilizaciones en zonas semiáridas o a procesos de depuración, todavía insuficientes en muchos lugares.

Ante esta situación, hemos de plantear ¿cómo puede responder la agricultura de regadío a las crecientes demandas de agua garantizando a la vez la seguridad alimentaria?

Sin duda es uno de los debates clave sobre gestión y gobernanza del agua en el siglo XXI. Frecuentemente se considera que el regadío utiliza grandes cantidades de agua dulce con escasa eficiencia, término que fue definido como la relación entre el agua de riego absorbida por las plantas y la cantidad de agua realmente extraída de su fuente con fines de riego. Una escasa eficiencia suele asociarse con un gasto excesivo. Sin embargo, desde la perspectiva del balance hídrico el agua no absorbida y transpirada por las plantas cultivadas no es necesariamente malgastada, aunque haya sido extraída de su curso natural. El agua no usada puede ser empleada aguas abajo en un sistema de riego, puede fluir de nuevo al río o puede contribuir a la recarga de los acuíferos. El agua dulce renovable solo «se pierde» cuando se evapora del suelo, se contamina fatalmente o cuando entra en contacto con una masa de agua salada. Incluso en esos casos se trata de inutilizaciones temporales, pues en cualquier caso el agua se reincorpora al ciclo del agua y por lo tanto a la recirculación planetaria. Ciertamente extraer agua en exceso de sus cursos naturales tiene consecuencias ambientales no deseadas, pues puede dejarlos exhaustos o incluso secos en los periodos de mayor escasez. De la misma forma puede provocar carencias temporales o permanentes en los territorios situados aguas abajo. Por ello, aunque el agua no se pierda desde una perspectiva de balance hídrico global, una escasa eficiencia provoca consecuencias ambientales, sociales y en ocasiones políticas negativas.

Usos industriales

Las actividades de transformación de materias para generar bienes aportan aproximadamente el 30 % del PIB mundial, aunque en algunos países como China se acerca al 50 %. Es uno de los principales motores de la economía y de la transformación de las sociedades hacia cotas más elevadas de desarrollo y está teniendo un papel fundamental en la disminución de la pobreza en muchos países. Todas las industrias necesitan caudales de agua asegurados, cuya cuantía es muy variable según los procesos desarrollados.

La industria utiliza el agua de muchas formas: para limpiar, calentar, enfriar, obtener vapor, como disolvente de muy diferentes sustancias, como componente del producto, etcétera. Una parte de ella se evapora, otra permanece en los productos o residuos sólidos generados y el resto se deshecha

⁹ Johnson III, S.; Svendsen, M., y González, F. «Options for institutional reform in the irrigation sector». Seminario Internacional sobre Gestión Participativa del Riego, Pekín. 2002.

como vertido o agua residual. La cantidad que se consume sin ser devuelta a los cauces naturales es relativamente pequeña, por lo que con frecuencia el mayor problema de la industria no son los grandes consumos, sino la necesidad de tener importantes caudales garantizados, buena parte de los cuales se devuelven a los ríos en mucho peor estado. Estos vertidos pueden afectar negativamente al medio hídrico, contaminando un volumen de aguas mucho mayor que el del propio vertido. Si van cargados de metales pesados, determinadas sustancias químicas o exceso de materia orgánica, afecta a la calidad de la masa de agua receptora. También el calor puede afectar a la calidad (denominándose contaminación térmica) al reducir la presencia de oxígeno en las aguas, lo que acelera procesos de eutrofización y puede eliminar ciertas especies de fauna y flora.

Las aguas en su curso natural tienen una cierta capacidad de depuración natural, pero altos niveles de toxicidad y la falta de oxígeno pueden dañar o destruir completamente los ecosistemas acuáticos situados aguas abajo de los vertidos, al igual que los lagos y los embalses, afectando a los estuarios ribereños y a los entornos costeros marinos si los alcanzan. En las cuencas fluviales internacionales la contaminación habitual y los incidentes puntuales como los accidentes industriales y los vertidos accidentales pueden tener efectos transfronterizos. Existen numerosos ejemplos como la contaminación en 2005 del río Songhua, afluente del Amur (con largo tramo fronterizo entre Rusia y China), causado por un accidente en una industria petroquímica china que provocó un vertido de unas 100 Tm de benceno (cancerígeno de primera categoría), o los conflictos entre Argentina y Uruguay debido a la contaminación procedente de las papeleras instaladas por el segundo en el fronterizo río Paraguay.

El impacto de los vertidos industriales no se limita a su efecto sobre los ecosistemas fluviales, también puede tener repercusiones directas sobre la salud humana si el vertido industrial está localizado aguas arriba de:

- Una zona recreativa de baño o de zonas de pesca comercial, recreativa o de subsistencia.
- Un punto donde los agricultores extraen agua para regar campos de cultivo donde cosecharán productos de consumo humano.
- Un punto donde un municipio extrae agua para uso doméstico.
- Un punto donde las personas sin suministro de agua regulado y mejorado extraen agua para beber.

Son muchas, por lo tanto, las afecciones a la salud pública de algunos vertidos, que pueden imposibilitar el uso posterior del agua contaminada, por lo que también las consecuencias socioeconómicas pueden ser muy negativas. En la mayor parte de los casos existen abastecimientos a población que captan aguas abajo de vertidos industriales, lo que aumenta los costes de potabilización, pero la situación puede llegar a ser insostenible en episodios de

escaso caudal en los que los contaminantes alcanzan altas concentraciones que pueden estar por encima de la capacidad de depuración natural de los ríos. Este hecho es especialmente frecuente en zonas con marcado periodo de estiaje por cuestiones climáticas (climas mediterráneos o tropicales de estación seca) o en zonas con abundantes extracciones de agua de los ríos para diversos usos.

Como consecuencia de lo expuesto, se deduce que es vital para el desarrollo económico de un Estado contar con agua garantizada para las actividades industriales, pero que su uso si es en grandes cantidades o si no cuenta con una adecuada depuración posterior puede provocar conflictos internos con otros sectores o con otros Estados, cuyos intereses pueden verse afectados. Estos conflictos pueden ser especialmente vivos en zonas donde el crecimiento industrial ha sido acelerado en las últimas décadas, lo que ha supuesto un aumento paralelo de la demanda de agua que puede chocar con otros usos como el agrícola o el abastecimiento a la población si no se establecen medidas adecuadas a tiempo.

Para evitarlos o disminuirlos se deben desarrollar estrategias encaminadas a:

- Disminuir la demanda del recurso y aumentar la productividad, lo que significa producir lo mismo con menores cantidades de agua.
- Reducir los vertidos y mejorar su depuración previa.

Agua y energía

El agua y la energía son dos sectores fuertemente interconectados: la energía es necesaria a lo largo de muchos procesos de uso del agua, desde el suministro a los diversos usuarios, incluida la población urbana, hasta la recogida y el tratamiento de las aguas residuales. Por otro lado, el agua es esencial para producir energía, desde la producción en sí de energía hidroeléctrica hasta la refrigeración en las centrales térmicas y nucleares.

La demanda de electricidad es elevada en los países desarrollados y ha aumentado mucho en el conjunto del planeta, especialmente en los países emergentes y en vías de desarrollo.

En los países desarrollados la energía disponible es abundante, por lo que está disponible para los procesos de potabilización, que permiten un agua de calidad para la población, y la depuración de los vertidos. Esta situación facilita el aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos y facilita su uso, entre otros, para la generación de energía (figura 7).

Por el contrario, en los países menos desarrollados se da lo que se puede definir como círculo vicioso del agua y la energía (figura 8). La escasa energía disponible impide o dificulta realizar una adecuada potabilización, por lo que la calidad del agua de abastecimiento no es suficiente y tampoco se



Figura 7. Esquema de la relación entre energía y agua en los países desarrollados.
Elaboración propia.



Figura 8. Esquema de la relación entre energía y agua en los países no desarrollados.
Elaboración propia.

pueden realizar procesos de depuración. Esta situación dificulta un aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos, lo que puede dificultar su uso para aumentar la energía disponible.

Desempeña un papel fundamental en la superación de situaciones de pobreza extrema, mejora de la calidad de vida y salud, da oportunidades de educación y fomento de actividades económicas (manufacturas, artesanía, turismo, ocio, etcétera). Los Gobiernos han dado respuesta al crecimiento de la demanda aumentando la capacidad de generación mediante energías fósiles (carbón, gas y petróleo), nuclear, hidroeléctrica y otras fuentes renovables o nuevas como la solar o eólica. En todos estos sistemas de generación el agua participa de forma sustancial.

La generación de energía hidroeléctrica utiliza directamente la fuerza del agua en su recorrido descendente hacia el océano dentro del ciclo del agua. Al tratarse de un sistema de generación renovable que no implica la quema de combustibles fósiles, ha aumentado su interés debido a la preocupación sobre el cambio climático.

Existen grandes diferencias en el mundo sobre el peso de la hidroelectricidad: veinticuatro países generan más del 90 % de su energía por este medio, mientras otros no generan nada. En el caso de España supuso más del 14 % en 2010, aunque este porcentaje varía en función de las condiciones climáticas de cada año. También hay diferentes formas de generación, las más importantes son:

- Embalses. Supone la construcción de un dique (presa) y un reservorio artificial (embalse) cuyas aguas habitualmente se utilizan para múltiples fines como abastecimiento urbano e industrial, regadío y generación de electricidad.
- Centrales de agua fluyente. Se utiliza el flujo de agua por el río sin almacenamiento ni regulación. Tienen menos impactos ambientales que la construcción de grandes embalses, pero solamente se puede emplear en lugares donde el agua fluye con rapidez, normalmente zonas de montaña donde la orografía lo favorece.
- Almacenamiento en embalses reversibles. Supone la elevación mediante bombeo a embalses elevados en momentos en los que sobra energía eléctrica en el sistema, para su traslado a embalses bajos en momentos de mayor demanda, turbinando en este proceso.

Las plantas hidroeléctricas tienen una vida útil muy larga y unos costes de explotación bajísimos, lo que aumenta su interés como fuente generadora de energía. No obstante, también cuenta con limitaciones importantes, pues los lugares más adecuados desde un punto de vista físico, político y socio-económico han sido utilizados ya en muchos países para la construcción de embalses, por lo que resulta más difícil recibir la aprobación para nuevos

proyectos en zonas menos favorables, pues puede encontrarse con la oposición de las poblaciones afectadas y de grupos de orientación ecologista.

La generación de energía hidroeléctrica no supone disminución sustancial del recurso hídrico, salvo las pérdidas por evaporación, pero sí que significa cambios en el régimen fluvial aguas abajo de las centrales, que turbinan (y por lo tanto liberan agua) cuando la demanda lo requiere, lo que puede limitar o afectar a algunos usos del agua situados más abajo. Si se trata de ríos internacionales, estas alteraciones pueden provocar tensiones entre los países que controlan las cabeceras y los situados en los tramos medios y bajos. Además, como los grandes proyectos hidroeléctricos suelen ir acompañados de usos del agua para otros fines (en la mayor parte regadío), estos sí que significan una disminución de los caudales fluyentes por el río, con el consiguiente perjuicio para las poblaciones o Estados situados aguas abajo. Un ejemplo paradigmático de lo que señalamos es el proyecto de Anatolia Sudoriental (GAP) que Turquía está construyendo en las cabeceras de los ríos Tigris y Éufrates, un conjunto de veintidós embalses y diecinueve plantas hidroeléctricas encaminadas a aumentar la disponibilidad de agua en la zona oriental del país, multiplicar la superficie regada y generar hidroelectricidad. Supone la alteración de los caudales de ambos ríos y la disminución de la cantidad de los mismos, lo que afecta a Siria e Irak (situados aguas abajo de ambos ríos). Este hecho es especialmente delicado en zonas de clima semiárido como esta, muy en particular en lo que afecta a Siria, país cuya única fuente de agua abundante y asegurada es el río Éufrates, lo que contribuye a aumentar tensión en una zona ya muy conflictiva por otros motivos.

El agua también se emplea en la generación de energía térmica y nuclear. En una planta de energía térmica el calor es generado por la combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas) o a través de la fisión nuclear de material radioactivo. El calor se utiliza para producir vapor, que genera energía eléctrica mediante una turbina de vapor conectada mecánicamente a un generador eléctrico. El vapor que sale de la turbina debe condensarse, para lo que se emplean torres de refrigeración donde el agua de enfriamiento se pierde parcialmente a causa de la evaporación. Los costes de la central eléctrica y el tiempo de vida útil (normalmente entre treinta y cuarenta años) podrían verse seriamente afectados si la disponibilidad de agua de refrigeración quedase limitada.

Si se utiliza agua superficial para el enfriamiento y se devuelve directamente al río o lago de donde se extrajo (refrigeración directa) el agua devuelta estará varios grados más caliente, dando lugar a cambios de temperatura que pueden afectar a los ecosistemas acuáticos. Esta alteración se denomina contaminación térmica y disminuye la cantidad de oxígeno disuelto.

También la energía es imprescindible en muchos procesos de captación, distribución, potabilización y depuración del agua. Las fuentes más utili-

zadas de agua potable son las fuentes superficiales y los pozos de aguas subterráneas. La utilización de una fuente en un lugar depende de la disponibilidad y del coste de la extracción del agua, que suele ser menor si se trata de aguas superficiales, pues se intenta que la captación y posterior distribución se realice por gravedad y, por lo tanto, con coste energético nulo o muy bajo. Las fuentes de agua subterránea tienen una necesidad más directa de energía, ya que esta se necesita para extraer el agua, normalmente mediante perforaciones, dependiendo el coste energético de la profundidad del acuífero.

Las fuentes superficiales y subterráneas requieren normalmente algún tipo de tratamiento para alcanzar la calidad de potabilidad. La calidad de la masa de agua y el nivel deseado, así como el tipo de tratamiento, son variables clave en las aportaciones de energía necesarias para esta fase.

Aunque existen mejoras en la eficiencia que pueden reducir la energía necesaria en cada etapa del ciclo de utilización del agua, el ahorro más elevado de energía y agua es consecuencia de reducir el agua consumida por los distintos usos finales.

Al igual que en la distribución, la recogida de aguas residuales se hace, idealmente, utilizando sistemas de gravedad. Cuando no es posible, se utilizan bombas para empujar las aguas residuales a las instalaciones de tratamiento. El tratamiento de las aguas residuales necesita energía para eliminar los agentes contaminantes y preparar el agua para el vertido o la reutilización, aunque con diferencias según las tecnologías.

Debido a la interconexión entre el agua y la energía, es vital gestionarlas de forma conjunta. El ahorro energético derivado de la conservación del agua y el ahorro de agua debido a la eficiencia energética están intensamente unidos.

La demanda para generar energía en el futuro puede tener comportamientos diferentes:

- La generación de hidroelectricidad, al tratarse de una fuente no emisora de CO_2 , puede verse intensificada, por lo que puede aumentar el uso de caudales para este fin. La devolución de los caudales empleados es del 100 %, pero frecuentemente los proyectos hidroeléctricos acompañan a planes de irrigación, que sí que significan disminución del recurso. En esos casos pueden provocar conflictos entre territorios situados aguas arriba y aguas abajo del cauce fluvial afectado, muy especialmente si se trata de ríos internacionales.
- El uso de agua para refrigeración de centrales térmicas y nucleares probablemente no aumente de forma significativa debido a la incertidumbre sobre el calentamiento derivado de la emisión de CO_2 y a la ralentización de los planes nucleares como consecuencia de los accidentes de Chernobyl y Fukushima.

Ocio y turismo

Múltiples actividades de ocio necesitan agua para su normal desarrollo, de manera directa o indirecta.

Las zonas turísticas, especialmente de costa, son grandes demandantes de agua. En ellas pueden concentrarse importantes contingentes de población, sobre todo durante los meses cálidos y más soleados, que dependen del clima de cada parte del globo. En ellos suelen abundar las zonas ajardinadas, piscinas, parques acuáticos, zonas de ducha, etcétera. Los modos de vida desarrollados en ellas normalmente utilizan bastante agua. Es difícil la cuantificación de la demanda para uso turístico, pues está incorporada a la de abastecimiento urbano, por lo que son actividades que la incrementan. Dados los cambios en los modos de vida a finales del siglo XX y principios del siglo XXI se espera un progresivo aumento de la demanda para satisfacer estos usos, a los que podemos añadir algunos como la innivación artificial en estaciones de esquí de alta montaña con cierta irregularidad en la cubierta de nieve.

También muchos deportes se desarrollan en el agua, en medio marino y también en aguas continentales, como la pesca deportiva, el *rafting* o el remo, además del clásico baño.

No consumen agua y normalmente tampoco suponen deterioros significativos de su calidad, pero se desarrollan preferiblemente en zonas de agua de una cierta calidad. Posibles deterioros de esta o derivaciones para otros usos pueden interferir y dificultar su desarrollo normal. Por ejemplo una pérdida de calidad de las aguas de un río por contaminación o eutrofización puede significar el fin de actividades como la pesca, el remo o el baño en alguno de sus tramos, o la derivación de agua en ríos de montaña para generar hidroelectricidad en centrales fluyentes o mediante embalses puede afectar o incluso impedir en determinados periodos y tramos el piragüismo o el *rafting* aguas abajo.

Se prevé un aumento de las actividades de ocio a lo largo del siglo XXI, especialmente en los países en vías de desarrollo, debido al acceso de sectores cada vez más mayoritarios de la población, por lo que es muy probable que se incremente la conflictividad con otros usuarios.

Repercusiones sobre la calidad y la disponibilidad

Muchos de los usos descritos significan pérdidas de calidad de las aguas, lo que dificulta o impide su uso posterior para otras actividades. Las afecciones a la calidad del recurso hídrico proceden en su mayor parte de ciertos usos del agua que provocan pérdidas de calidad, de diferente grado de intensidad y reversibilidad. También algunos usos suponen presiones sobre el recurso, tanto superficial como subterráneo.

Las principales consecuencias son:

- a) Contaminación: un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural. Algunos usos provocan contaminación concentrada (caso de la industria o el abastecimiento urbano). Las aguas así deterioradas se devuelven a los cauces naturales a través de la red de alcantarillado o saneamiento que vierten en puntos concretos, por lo que son fácilmente identificables las fuentes y los puntos de contaminación. En cambio, los usos agrícolas provocan la llamada contaminación difusa, que llega a los cauces naturales a través de escorrentías subterráneas o subsuperficiales, mucho más difíciles de localizar e identificar. En estos casos las fuentes de contaminantes suelen ser los productos químicos utilizados, como pesticidas, herbicidas o un posible exceso de fertilizantes. En el caso de la contaminación concentrada la depuración es relativamente sencilla mediante la instalación de plantas que recogen las aguas de la red antes de su vertido a los ríos. La contaminación difusa no se puede atajar con este sistema, por lo que es necesario hacerlo mediante la limitación del uso de los productos contaminantes en origen.

Los principales contaminantes y sus efectos son los siguientes:

- Materia orgánica biodegradable: disminuye el oxígeno disuelto en las aguas, lo que puede dañar a las especies más exigentes en este elemento.
 - Sólidos en suspensión: provoca turbidez, que disminuye la entrada de luz, dificultando la actividad fotosintética y pueden causar daños a algunas especies piscícolas.
 - Presencia de sustancias peligrosas: provocan toxicidad que afecta a plantas, animales, pudiéndose acumular en la cadena trófica.
 - Eutrofización: provoca una excesiva presencia de algas y el descenso de los niveles de oxígeno disuelto.
 - Presencia de agentes tensoactivos: provoca la formación de espumas superficiales que dificultan la oxigenación del agua al crear una película entre esta y la atmósfera.
 - Contaminación térmica: provoca la disminución de los niveles de oxígeno disuelto.
 - Presencia de gérmenes patógenos: pueden provocar enfermedades.
- b) Sobreextracción: es la extracción excesiva de aguas superficiales de sus cauces naturales para utilizarlas en irrigación, abastecimiento, usos industrial, energético, etcétera. Sus consecuencias son muy variadas, dependiendo del nivel de sobreextracción, el porcentaje de re-

tornos (que a su vez es variable según los usos del agua) y la calidad de estos retornos. Las principales son:

- Escasez o desabastecimiento aguas abajo, lo que puede dificultar o impedir cubrir las necesidades para regadío, usos industriales o, en casos extremos, abastecimiento urbano.
 - Conflicto entre usuarios al verse dañados sus intereses. También pueden mezclarse con conflictos entre territorios, pues los situados aguas abajo de las zonas de sobreextracción pueden sentirse agraviados y perjudicados por el uso que hacen los de aguas arriba. También puede traducirse en conflictividad entre Estados si se dan estas circunstancias.
 - Agravamiento de los problemas de contaminación. Al disminuir los caudales circulantes, si se mantienen estables los vertidos, la capacidad de dilución de la contaminación disminuye, y al aumentar su concentración se agravan sus efectos.
 - Dificultades para la navegación o la pesca, lo que puede tener repercusiones en la seguridad alimentaria de ciertas poblaciones.
- c) Sobreexplotación. Es la extracción excesiva de aguas subterráneas por encima de su recarga natural, provocando un descenso en el nivel de los acuíferos. Sus consecuencias también son múltiples, destacando:
- Disminución de la cantidad de agua circulante en los ríos superficiales debido a la conexión entre aguas subterráneas y superficiales y a la posible infiltración de aguas superficiales para recuperar los niveles de los acuíferos.
 - Subsidiencias en los suelos, que a su vez pueden provocar daños o deformidades en vías de comunicación, edificios, infraestructuras, etcétera.
 - Intrusiones marinas en los acuíferos costeros, lo que provoca su salinización que puede significar que queden inutilizados para su uso.
 - Posibles conflictos en acuíferos transfronterizos.

Los usos anteriormente analizados tienen repercusiones diferentes, tanto en la calidad como en la cantidad. Tradicionalmente se ha considerado al regadío como el de impacto más elevado, debido a su alta demanda (especialmente en zonas áridas y cálidas), su bajo porcentaje de retorno (se considera entre el 0 y el 20 % dependiendo de las técnicas utilizadas) y a la dificultad de luchar contra la contaminación difusa que provoca el excesivo uso de productos químicos, aunque también facilita la recarga en los acuíferos, pero acompañada de importantes pérdidas por evaporación.

Los usos urbanos pueden provocar elevadas demandas en el caso de grandes concentraciones de población, pero su porcentaje de retorno se calcula aproximadamente en el 80 %. Sí que pueden provocar escasez puntual en los tramos situados inmediatamente aguas abajo de las extracciones del cauce

natural y muy especialmente problemas de contaminación en los lugares de vertido si no se realiza una depuración adecuada, lo que ocurre en numerosas ciudades del mundo, especialmente en países de escaso nivel de desarrollo. El caso de los usos para la industria es muy similar, de hecho frecuentemente es difícil separarlos de los urbanos, pues suelen utilizar las mismas redes de abastecimiento y evacuación de residuos, especialmente en las zonas urbanas.

El aumento del nivel de desarrollo va acompañado de mayor presión sobre los recursos hídricos, lo que sin duda tiene consecuencias sobre la cantidad de agua disponible en aquellos lugares en los que se produzca mayor extracción para cualquier uso. También el aumento de vertidos, tanto concentrados como dispersos, provoca una pérdida de calidad que puede impedir o dificultar los usos posteriores de las aguas afectadas. Esta situación también es favorable a la aparición de nuevos conflictos entre usuarios del agua o incluso entre Estados afectados.

Agua y desarrollo

Tras lo expuesto hasta aquí, es fácil deducir la importancia capital del agua en el desarrollo socioeconómico de los Estados y de la sociedad en conjunto. Podemos destacar su importancia en aspectos como:

- Mejoras de las condiciones higiénicas y disminución del riesgo de contraer ciertas enfermedades.
- Aumento de la seguridad alimentaria mediante el desarrollo de los regadíos.
- Mejoras en el abastecimiento de energía al romper el llamado círculo vicioso del agua y energía (figura 8), según el cual la escasa utilización de los recursos hídricos repercute en una escasa disponibilidad de energía lo que dificulta no solo la vida con unos mínimos niveles de comodidad, sino la posible instalación de negocios artesanales, turísticos o pequeñas industrias que puedan ayudar a crear riqueza y empleo.
- Posibilidad de desarrollo industrial, pues no puede haber industrialización sin agua garantizada.
- Desarrollo de sectores como el turismo o el ocio (para visitantes o población autóctona).

Para que un Estado pueda garantizar el abastecimiento de agua a los sectores y usuarios que lo requieren es necesario que tenga una cierta capacidad de gestión de su propio territorio y recursos hídricos. Significa que es capaz de regular los ríos, si es necesario, para lo que han de construir y gestionar infraestructuras de regulación, puede construir y mantener infraestructuras de conducción (canales y redes de distribución), potabilizadoras y depurado-

ras (ambas instalaciones demandantes de energía eléctrica). También puede ser necesaria, y en cualquier caso conveniente, la incorporación de la población afectada por la gestión o por algún proyecto de especial relevancia mediante procesos de participación y en muchos casos la negociación con otros Estados para llegar a acuerdos de gestión de cuencas compartidas, ríos o acuíferos internacionales.

Satisfacer las demandas de recurso hídrico supone, por lo tanto, contar con un marco legislativo adecuado y disponer de instituciones lo suficientemente fuertes como para hacerlo, algo que no en todos los países del mundo ocurre por la debilidad institucional que sufren algunos de ellos, que les imposibilita asegurar el cumplimiento de las leyes y realizar un control efectivo de su territorio y recursos. Así, encontramos una fuerte relación entre escaso desarrollo, debilidad institucional y falta de adecuada satisfacción de las necesidades de agua para la economía y la población. En muchos países en los que el porcentaje de población con acceso a fuentes de agua mejorada es bajo (figura 1) la cantidad de recurso hídrico disponible per cápita es muy alta. Congo, con menos del 50 % de su población con acceso a agua mejorada, cuenta con un índice de disponibilidad de recursos hídricos (TARHH) de 217.920 m³/persona y año (dato de 2005, «El agua una responsabilidad compartida», 2006) que está entre los más elevados del mundo. Mozambique, con un porcentaje de acceso a agua mejorada similar al de Congo, dispone de más de 11.320 m³/persona y año.

Por el contrario, Israel, donde prácticamente el total de su población dispone de acceso a agua mejorada, dispone de solo TARHH de solo 250 m³/persona y año, o Kuwait de solo 8 m³/persona y año.

El uso adecuado de los recursos hídricos de un país, sin duda, es un elemento fundamental en el proceso de desarrollo, mientras que la no satisfacción de las necesidades de recurso de la población y sectores económicos supone un lastre que dificulta la mejora de calidad de vida de la población, el desarrollo de la mayoría de los sectores económicos y, en casos límite, el abandono de situaciones de pobreza extrema.

Un recurso estratégico, fuente de conflicto y oportunidad de cooperación

El agua es fuente de tensión en muchos lugares del mundo, especialmente en aquellos en los que se dan ciertas circunstancias, como progresiva presión para su aprovechamiento o la existencia de algún Estado que desarrolle políticas de gestión o aprovechamiento que causen perjuicio a otros Estados (o estos perciban que lo hace).

Parecería lógico que una escasez creciente del recurso condujera a un aumento de la conflictividad entre los usuarios y también entre los Estados. Sin embargo, las investigaciones sistemáticas sobre los indicadores de conflic-

tos por aguas transfronterizas de Kramer, A., *et al.*¹⁰, no encontraron ningún parámetro físico estadísticamente significativo. Según la mencionada obra los climas áridos no son más proclives al conflicto que los húmedos y, en realidad, durante los periodos de sequía la cooperación internacional aumentó. De hecho, no se demostró un nexo causal con casi ninguna variable en sí: las democracias eran tan propensas al conflicto como las autocracias, los países ricos como los pobres, los países con alta densidad demográfica como los pocos poblados y los grandes como los pequeños. Según estos autores la clave del éxito de las prácticas de gestión en zonas áridas es la capacidad de las instituciones. Afirman que los países naturalmente áridos cooperan para conseguir agua: para vivir en un medio en el que el agua escasea las poblaciones se adaptan a él elaborando estrategias institucionales: acuerdos oficiales, grupos de trabajo oficiosos o relaciones generalmente cordiales. Los citados investigadores también llegaron a la constatación de que la probabilidad de conflicto aumentaba significativamente cuando entraban en juego dos factores:

- Si el entorno físico o político de la cuenca experimenta un cambio de gran magnitud o rápido, como la construcción de una presa, un programa de riego o una reestructuración territorial.
- Si las instituciones existentes son incapaces de asimilar y hacer frente eficazmente a ese cambio.

En similar línea de investigación, Carius *et al.*¹¹ afirman que el conflicto no es el resultado inevitable de la escasez.

Según Gorvachov, M. (2008)¹² el concepto de «Agua para la paz» tiene tres manifestaciones principales:

- La relación multifacética entre el agua y la guerra. En épocas de tensión política o étnica y en conflictos civiles, regionales o de reconstrucción de posguerra tener una estrategia hídrica sólida y bien ejecutada que tenga en cuenta tanto el recurso natural como su gestión y distribución es decisivo para evitar la violencia y facilitar que los ciudadanos construyan comunidades estables y pacíficas. Para crear condiciones de paz a largo plazo, el mejor medio es luchar contra la pobreza, el hambre y las enfermedades. El agua es clave para conseguirlo. Estudios recientes han revelado que dos de los indicadores más claros de los conflictos de alta intensidad son las sequías prolongadas y la mortalidad infantil elevada, lo que constituye un cóctel especialmente mortífero si lo combinamos con

¹⁰ Kramer, A.; Wolf, A.; Carius, A., y Dabelko, G., «Cooperación y conflictos en torno al agua». Claves para manejarlos. Un mundo de ciencia (número especial). Vol. 11, n.º 1. (enero-marzo), pp. 3-12. UNESCO. 2013.

¹¹ Carius, A.; Dabelko, G. D. y Wolf, A. T. «Water, conflict, and cooperation». ECSP Report, n.º 10, pp. 60-66. 2004.

¹² Gorvachov, M. «Agua para la paz, paz para el agua». Ed. Expoagua Zaragoza. 2008.

la proliferación de armas de bajo calibre¹³. No haber caído en la importancia del agua en regiones áridas inestables, especialmente después de conflictos, ha ocasionado que haya amplias franjas del mundo atrapadas en círculos viciosos de violencia y pobreza que han durado décadas.

- El suministro de agua y servicios sanitarios seguros, fiables y equitativos es la base de la relación de los ciudadanos con sus autoridades públicas locales. Tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo la vida cotidiana se ve interrumpida por la necesidad constante del agua. El abastecimiento de agua crea una relación de total dependencia entre las personas y los proveedores del servicio, un fallo en este suministro puede debilitar rápidamente la autoridad moral de la Administración responsable del servicio y originar descontento civil que puede llevar a revueltas e inestabilidad.
- Las cuencas hidrográficas compartidas que hay en el Planeta en las que vive el 40 % de la población mundial (casi 3.000 millones de personas). Dado que ni los ríos «respetan» las fronteras ni sus cuencas coinciden con los Estados en muchos casos, es necesario que los Estados que comparten una cuenca realicen una gestión basada en la cooperación y en el derecho internacional. El agua es, por su misma naturaleza, un recurso de tipo indivisible. A nivel nacional un Estado ejerce el dominio (o propiedad) sobre las aguas que nacen y mueren dentro de su territorio, pero los Estados que comparten un río ejercen una especie de condominio sobre las aguas del mismo, que se fundamenta en la indivisión natural de las aguas y que deriva en una soberanía compartida del agua.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación de 1997 establece una serie de facultades y deberes para los Estados que tienen parte o todo su territorio en cuencas compartidas. Entre ellos:

- Utilización equitativa. La Convención de 1997 establece en su artículo 5 que «Los Estados del curso de agua utilizarán en sus territorios respectivos un curso de agua internacional de manera equitativa y razonable. En particular, los Estados del curso de agua utilizarán y aprovecharán un curso de agua internacional con el propósito de lograr la utilización óptima y sostenible y el disfrute máximo compatibles con la protección adecuada del curso de agua, teniendo en cuenta los intereses de los Estados del curso de agua de que se trate». Como el concepto de utilización equitativa es ambiguo, la Convención de 1997 establece una serie de factores (geográficos, necesidades de los Estados ribereños, población, efectos de los usos, etcétera) para la determinación de la misma.

Para determinar lo que constituye una utilización equitativa y razonable se examinarán conjuntamente todos los factores pertinentes y se llegará a una

¹³ Gorvachov, M. 2008. *Op. cit.*

conclusión sobre la base del conjunto de esos factores. Un posible conflicto entre los diferentes usos del agua en un curso internacional se ha de resolver teniendo en cuenta la satisfacción de las necesidades humanas vitales.

- Deber de no causar daño. No existe en Derecho Internacional una prohibición absoluta de no contaminar, pero el artículo 7 de la Convención de 1997 establece que «los Estados del curso de agua, al utilizar un curso de agua internacional en sus territorios, adoptarán todas las medidas apropiadas para impedir que se causen daños sensibles a otros Estados del curso de agua». Es una obligación derivada del «principio de buena vecindad». Según él los Estados parte de una cuenca compartida deben abstenerse de realizar, dentro de sus respectivas jurisdicciones, cambios en el régimen existente que puedan afectar en forma adversa al aprovechamiento de la cuenca que pueda hacer otro Estado parte de la misma.
- Deberes procesales. Los Estados tienen un deber de intercambiar información sobre el estado de la cuenca, particularmente aquellos de carácter hidrológico, meteorológico, ecológico y de calidad de las aguas. Antes de la ejecución de una medida que pueda causar un efecto perjudicial sensible a otros Estados del curso de agua, el Estado que la proyecte deberá notificarla oportunamente a otros Estados.
- Protección de los ecosistemas. Los Estados protegerán y preservarán individualmente, y cuando proceda en forma conjunta, los ecosistemas de los cursos de agua internacionales.

Las medidas proyectadas no serán ejecutadas sin el consentimiento de los Estados a los que se haga la notificación. Sin perjuicio de los plazos mencionados y, teniendo en cuenta las disposiciones sobre uso equitativo y el deber de no causar un daño significativo, las medidas proyectadas podrán ser inmediatamente ejecutadas en aquellos casos en los cuales ello sea necesario para proteger la salud y la seguridad públicas u otros intereses igualmente importantes.

No queda muy claro en la Convención de 1997 a qué se refiere cuando habla de ecosistemas, si a los ribereños de cada país o al ecosistema fluvial en conjunto, pero teniendo en cuenta la necesidad de aplicar un enfoque por ecosistemas, recogido en la propia Convención, la lectura más adecuada que puede darse a los interrogantes es que se refiere al ecosistema del curso de agua en su totalidad.

Una parte esencial en la protección de los ecosistemas es la necesidad de mantener caudales ambientales, que está siendo aceptada de manera creciente como un componente esencial de la gestión integrada del agua. El concepto de caudal ambiental (en ocasiones denominado ecológico) ha evolucionado mucho y está sujeto a múltiples interpretaciones y sistemas de cálculo, pero en general se refiere al caudal mínimo que hay que respetar en

los cuerpos de agua naturales para que se mantengan los valores naturales de los mismos y los bienes y servicios que aportan (agua potable, recarga de acuíferos, usos recreativos, pesquerías, valores estéticos, etcétera).

No obstante, consideramos muy importante señalar que el mero reconocimiento del medio ambiente como «usuario del agua» no es suficiente si no va acompañado de medidas para asegurar su cumplimiento, como por ejemplo: organizativas, preventivas, disuasorias, de participación, etcétera.

Según la Comisión de Derecho Internacional de las Naciones Unidas, los principios generales que pueden ayudar a prevenir conflictos asociados a los recursos hídricos e incluso a resolverlos¹⁴ son los siguientes:

- Utilización equitativa. Implica que los Estados de una cuenca tienen derecho a una porción razonable y equitativa del uso beneficioso del agua compartida.
- Prevención de perjuicios importantes a otros Estados: obligación de no causar daños importantes a otros Estados mediante acciones que afecten a cursos de agua internacionales.
- Obligación de notificar e informar a otras naciones sobre acciones o actividades que puedan afectarles.
- Obligación de compartir datos. Es un principio en el que se ha avanzado mucho, a lo que ha contribuido la facilidad para acceso y puesta en común de información, pero en algunas zonas del mundo todavía la información sobre recursos hidráulicos se considera clasificada y se niega a los vecinos.
- Gestión cooperativa de los ríos internacionales. Derecho de todos los Estados de una cuenca a tomar parte en el desarrollo, uso y protección de los recursos hídricos compartidos.
- Obligación de resolver las disputas de modo pacífico.

Se ha denominado «Hidrodiplomacia» a estos principios generales que afectan a doscientas setenta y seis cuencas hidrográficas compartidas en el mundo. Por lo tanto, casi tres mil millones de personas dependen de una colaboración todavía escasa, pero que ha de incrementarse, que les asegure el abastecimiento con garantías de este bien imprescindible. Se trata de un enorme potencial de colaboración internacional en el que se ha avanzado, especialmente en algunas zonas del mundo, pero no lo suficiente. Por el contrario, si la gestión de las cuencas de ríos internacionales queda supeditada a intereses nacionalistas o de grupos de poder, el potencial de generación de carencias, disputas y conflictos es enorme.

¹⁴ Carrillo, L., «La geohídrica. Nuevo paradigma de las relaciones internacionales para alcanzar el desarrollo sostenible». Ed. Ministerio de Relaciones Exteriores de Perú. Lima. 2008.

Actualmente la tendencia internacional camina hacia un enfoque integral de cuenca y del curso de agua que establece algún límite fronterizo entre Estados¹⁵. La regulación y la gestión de los recursos hídricos con un enfoque de cuencas requieren una integración del agua superficial con otros recursos interconectados, principalmente con el agua subterránea (*Winter et al.*, 1998)¹⁶. Debido a su estrecha interrelación se deben considerar como un recurso único, lo que refuerza la necesidad de cooperación encaminada a la gestión integral de recursos subterráneos y superficiales compartidos.

Es de prever un aumento de la actividad diplomática para reforzar la colaboración, sobre las bases citadas anteriormente, y un incremento del intercambio de conocimientos técnicos, información sobre recursos hídricos compartidos, etcétera.

La necesidad de realizar una gestión racional

A escala nacional

Los Estados tienen una serie de obligaciones respecto al derecho al agua que fundamentalmente son:

- La obligación de respetar: exige a los Estados que se abstengan de obstaculizar directa o indirectamente el goce del derecho al agua. Como consecuencia de su aplicación los Estados deberán abstenerse de: contaminar los recursos hídricos que impidan sus usos posteriores, efectuar cortes arbitrarios e ilegales de los servicios de agua y saneamiento, reducir el suministro de agua potable a los asentamientos precarios para satisfacer la demanda de otras zona, destruir los servicios y la infraestructura de abastecimiento de agua como castigo durante un conflicto armado o agotar los recursos de agua que los pueblos indígenas utilizan.
- La obligación de proteger: exige a los Estados que impidan a terceros toda injerencia en el disfrute del derecho al agua. Por lo tanto, los Estados deberían adoptar legislaciones u otras medidas para asegurarse de que los usuarios privados (la industria, los proveedores de agua, etcétera) acaten las normas de derechos humanos relacionadas con el derecho al agua. Por ejemplo, los Estados deberían adoptar las medidas legislativas y de otra índole necesarias para garantizar que terceros no efectúen cortes arbitrarios de los servicios de agua y saneamiento, que las comunidades estén protegidas contra la extracción excesiva por terceros

¹⁵ Del Valle, J., y Escribano, F. «La creciente importancia del agua como recurso estratégico: el caso de las cuencas hidrográficas compartidas». Actas del I Congreso Internacional de Historia Militar, p. 6, Granada. 2014.

¹⁶ *Winter et al.*, «Ground Water and Surface Water, a single resource». US Geological Survey Circular 1139, Estados Unidos, 1998.

de los recursos de agua que necesitan para beber, que la seguridad física de las mujeres y los niños no se vea amenazada cuando van a recoger agua o utilizan servicios de saneamiento situados fuera del hogar, que las leyes relativas a la propiedad de la tierra no impidan a las personas y las comunidades acceder a agua potable, etcétera.

- La obligación de realizar exige a los Estados que adopten medidas legislativas, administrativas, presupuestarias, judiciales, de promoción y de otra índole, adecuadas para hacer plenamente efectivo el derecho al agua. Los Estados deben adoptar una política nacional sobre los recursos hídricos que priorice los usos personales y domésticos esenciales, defina la extensión de los servicios de abastecimiento de agua (centrándose en los grupos desfavorecidos), determine los recursos disponibles para cumplir esos objetivos, especifique la forma más rentable de utilizarlos, indique las responsabilidades y los plazos para llevar a la práctica las medidas necesarias y vigile los resultados, garantizando una reparación adecuada en caso de violación.

En virtud de esta obligación, los Estados deben, en la medida que lo permitan los recursos disponibles, hacer extensivos los servicios de agua y saneamiento a los grupos vulnerables y marginados, aumentar la accesibilidad a los servicios de agua y saneamiento, y velar por una educación apropiada sobre el uso correcto del agua y los servicios de saneamiento, la protección de las fuentes de agua y los métodos para reducir al mínimo el desperdicio. La aplicación de esta obligación permite prever un aumento de la construcción de infraestructuras, especialmente en los Estados que todavía tienen un importante porcentaje de población sin acceso a agua mejorada o de saneamiento.

Las empresas y el sector privado también son actores importantes, pues los proveedores intervienen directamente en el suministro. Las empresas pueden contribuir positivamente al disfrute de los derechos humanos, pero también pueden dañarlo o impedirlo, por ejemplo a través de la contaminación, la sobreexplotación o la apropiación de los recursos hídricos. La responsabilidad de que los agentes privados respeten los derechos humanos es de los Estados, pero las empresas tienen la obligación de respetar todos ellos, incluido el derecho al agua.

La normativa internacional de derechos humanos no indica si los servicios de abastecimiento de agua deben ser prestados por proveedores públicos o privados, o por una combinación de ambos. Sin embargo, el marco de derechos humanos exige a los Estados que velen porque, independientemente de quien lo preste, este servicio garantice el acceso en pie de igualdad a recursos de agua potable asequible, suficiente, salubre y aceptable.

Las autoridades locales son responsables, con frecuencia, del abastecimiento de agua potable y de los servicios de saneamiento, pero en su Observación General número 15 el Comité de Derechos Económicos y Sociales de las Na-

ciones Unidas subrayó que, cuando el suministro de agua se haya delegado en las autoridades regionales o locales, el Estado deberá velar para que las autoridades no discriminen y dispongan de recursos suficientes para mantener y ampliar la prestación y la calidad de los servicios de abastecimiento de agua.

Al margen de las obligaciones señaladas, existen diferentes modelos de gestión de recursos hídricos en los Estados. En algunos casos se han implementado modelos de gestión basados en las cuencas hidrográficas. Aunque existen diferencias entre ellos, especialmente en las características y competencias de los organismos de gestión, en general pueden considerarse adecuados al adaptarse la Administración a las unidades naturales del agua en superficie. Este modelo también facilita la creación de organismos internacionales de gestión en el caso de las cuencas hidrográficas compartidas.

Consideramos importante señalar que, dada la creciente presión sobre el recurso hídrico que se observa de forma generalizada, es presumible un aumento de la conflictividad entre usuarios y entre territorios dentro de un mismo Estado. Por ello, una adecuada gestión de estos ha de prever esta posibilidad y contar con sistemas para evitarla o, en su caso, rebajarla. Políticas de transparencia y mecanismos de participación de ciudadanos, afectados y usuarios en la toma de decisiones sobre políticas de agua suelen ser beneficiosas, pues permiten mostrar los diferentes planteamientos e intereses y acercar posturas.

En cualquier caso, lo expuesto hasta aquí supone que los Estados han de tener la suficiente fortaleza institucional como para que los organismos encargados de la gestión de los recursos hídricos sean capaces de implementar en sus territorio las políticas establecidas.

En cuencas y acuíferos compartidos

Las doscientas setenta y seis cuencas hidrográficas compartidas que existen en el planeta son una realidad física y geopolítica de gran importancia, pues como ya se ha expuesto la gestión del agua que se realice en ellas afecta aproximadamente al 40 % de la población mundial.

Todo Estado por el hecho de pertenecer a la Comunidad Internacional renuncia al ejercicio ilimitado de su soberanía territorial y a la invocación de la integridad absoluta de su territorio, por lo que su soberanía sufre una restricción parcial. Sus acciones no deben causar un daño a Estados vecinos y debe tolerar las consecuencias o efectos de poca importancia de actos realizados por Estados vecinos, en tanto y cuanto tales efectos provengan del uso lícito de la propiedad y no afecten intereses de una cierta magnitud¹⁷.

¹⁷ Aguilar, G., e Iza, A., «Gobernanza de aguas compartidas. Aspectos jurídicos e institucionales». UICN, serie de política y derecho ambiental n.º 58, Bonn. 2009.

Los principios fundamentales que rigen la actuación de los Estados en el uso de las aguas de una cuenca compartida son los siguientes:

- Cooperación: es un deber que deriva de la idea de unidad de la cuenca hidrográfica y de la comunidad de intereses existente entre los Estados que forman parte de ella. Solamente mediante la cooperación entre todos los Estados de una cuenca compartida se puede lograr un desarrollo sostenible de la misma y mantener su integridad ecológica. Se trata de un deber general que no especifica qué instituciones y hasta qué grado tienen que cooperar. Una vez más destacamos que la existencia de instituciones con competencias adecuadas y suficiente capacidad es fundamental para llevar a cabo este principio.
- Gestión integrada: se manifiesta de dos maneras:
 - Por una parte, se refiere a la integración en la gestión de las diferentes fases del agua. Así, los Estados deberán hacer esfuerzos por alcanzar una gestión unificada de las aguas superficiales, subterráneas y otras aguas que se estime necesario.
 - Por otra, se refiere a la incorporación de otros recursos naturales. En virtud ella, los Estados deberán hacer esfuerzos por integrar adecuadamente la gestión de las aguas con la de otros recursos naturales.
- Sostenibilidad: en el contexto actual de creciente presión sobre el recurso hídrico la sostenibilidad es un principio esencial para lograr un equilibrio entre desarrollo y conservación de los valores naturales. Se relaciona estrechamente con el principio de precaución, que implica que los Estados deben adoptar todas las medidas necesarias para prevenir, reducir o controlar un daño al medio hídrico cuando exista el riesgo de un efecto negativo, incluso en aquellos casos en los que no haya pruebas contundentes de relación causal.
- Prevención del daño: supone que cada Estado que forma parte de una cuenca compartida tiene el derecho de aprovechar la parte de la cuenca que se encuentra bajo su jurisdicción, siempre que dicho aprovechamiento no afecte en forma significativa al derecho de los otros Estados de la misma. De él se deriva la obligación de prever y minimizar el daño ambiental. Guarda estrecha relación con el principio de sostenibilidad y se orienta a asegurar la continuidad de los ecosistemas y de la vida en el planeta.
- Participación, con dos aspectos fundamentales:
 - Participación equitativa de los Estados de la cuenca. Indica que los Estados que son parte de una cuenca compartida tienen el derecho a participar en la gestión de las aguas de dicha cuenca en forma equitativa, razonable y sostenible. Los acuerdos celebrados entre los Estados parte de una cuenca compartida pueden definir las aguas a las que dichos acuerdos se aplican, pues pueden aplicarse a toda o parte de la cuenca, a

un proyecto o a un uso específico de las aguas, dependiendo de la voluntad de los Estados que realizan dicho acuerdo. Este principio indica que ningún acuerdo podrá afectar los derechos de un Estado de la cuenca sin su propio consentimiento.

- Participación pública. Indica que los Estados deben tomar las medidas necesarias para asegurar que las personas que puedan verse afectadas puedan participar en el proceso de toma de decisiones respecto de la gestión de las aguas. No obstante, su aplicación a las aguas es muy genérico, por lo que cada Estado puede materializarlo de formas muy diferentes.

Casos concretos

Existen numerosos casos de discrepancias por la utilización del agua entre Estados cuyo territorio se localiza en la misma cuenca hidrográfica y que tienen intereses enfrentados. En ellos no se ha producido, hasta el momento, un nivel de cooperación suficiente como para llegar a acuerdos de gestión de los recursos hídricos, por lo que se detectan situaciones de tensión en diferentes grados. Algunos ejemplos significativos pueden ser:

El mar de Aral y sus ríos tributarios

Kirguistán y Tajikistán son los dos principales «productores de agua» de la región, pues en ellos nace o se alimentan principalmente las corrientes fluviales más importantes de la zona: los ríos endorreicos Amu Darya y Syr Darya (mucho menos caudaloso que el anterior), ambos tributarios del mar de Aral (figura 9). Aguas abajo se localizan Uzbekistán, Turkmenistán y Kazajistán, con una fuerte dependencia de los recursos hídricos de estos dos ríos.

Durante el periodo soviético se construyeron grandes sistemas de regadío para producir algodón a gran escala con aguas del río Syr Darya, actualmente en su mayor parte en territorio de Turkmenistán y Uzbekistán. El consumo de agua relacionado con estos regadíos tiene una influencia notable en un fenómeno que se sufre en la región: la reducción del mar de Aral.

Turkmenistán, Kirguizistán y Tayikistán no tienen fuentes importantes de petróleo y gas natural para proveer de calefacción y electricidad a su población y a su economía. Los principales proveedores de electricidad en estos tres países son las centrales hidroeléctricas. Por lo tanto sus reservas de agua son necesarias para producir electricidad en el frío invierno, pero también para regar los campos de algodón durante el verano en los países corriente abajo. Por ello, actualmente Kirguistán está llevando a cabo el proyecto Kambaratinsk, la construcción de un conjunto de presas en el río Naryn, afluente del Syr Darya. También Tayikistán está construyendo la gran presa



Figura 9. Cuencas hidrográficas de los ríos Amu Darya y Syr Darya, principales aportaciones del mar de Aral.

Fuente: <http://www.karakalpak.com/stanaral.html>¹⁸.

de Rogun, con objetivos principalmente hidroeléctricos. A Kirguistán y Tayikistán les interesará turbinar caudales de las centrales hidroeléctricas en los periodos de mayor demanda de electricidad (invierno principalmente), generando así caudales circulantes por los ríos. Por el contrario, a los países situados aguas abajo, especialmente Turkmenistán y Uzbekistán, les interesan los caudales de primavera y verano para poder satisfacer las necesidades de las grandes plantaciones de algodón.

Se puede así dibujar un panorama de intereses enfrentados entre los dos países que controlan las cabeceras de ambos ríos (Kirguistán y Tayikistán) con los restantes de la región (Uzbekistán, Turkmenistán y Kazakistán).

En este contexto se localiza el mar de Aral, uno de los principales lagos interiores de Asia Central, que ha visto cómo se ha reducido su volumen de agua y la superficie ocupada de una forma drástica durante finales del siglo XX y principios del XXI. Se trata de un fenómeno muy relacionado con la extensión a gran escala de los mencionados regadíos orientados al algodón, en los tramos medio y bajo de los ríos Syr Darya y Amu Darya. La ampliación de los mismos alcanzó la enorme cifra de 7 millones de hectáreas (figura 10), para lo que se construyó un sistema de más de noventa presas y unos 24.000 km de canales de regadío. Inmensos planes de regadío desarrollados y puestos en práctica en un periodo en el que toda la zona estaba incorporada a la

¹⁸ <http://www.karakalpak.com/stanaral.html>. Consultado diciembre de 2016.



Figura 10. Principales zonas de regadío en la cuenca del mar de Aral.
Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Unión Soviética y sometida a un régimen político totalitario de planificación centralizada.

Estos usos masivos de los caudales de los dos ríos, principales tributarios del mar de Aral, ha significado un enorme descenso en su aportación al mencionado lago, por lo que este ha reducido su volumen en aproximadamente un 75 % desde los valores de 1960, cuando era la segunda superficie de agua de mayor extensión de Asia Central después del mar Caspio. Actualmente el mar de Aral ha quedado reducido a un conjunto de cuencas lacustres desconectadas (figura 11), lo que ha dejado al descubierto su antiguo lecho. Al tratarse de un lago salado su fondo seco está cubierto de una costra de sal con presencia de componentes químicos procedentes de la escorrentía de las tierras de regadío próximas. Esta costra es removida y arrastrada por el viento, lo que provoca las llamadas «deposiciones salinas» secas o en forma de lluvia en miles de kilómetros cuadrados de su entorno, con las lógicas consecuencias sobre la salinización de las tierras y la pérdida de fertilidad. También la salud de los habitantes de su entorno se ha visto dañada, pues han aumentado de forma exponencial las enfermedades de la vista, respiratorias e incluso cancerígenas, como consecuencia de la presencia en el aire de partículas procedentes de la mencionada deposición salina con elementos químicos en el fondo seco del antiguo lago, procedentes de las escorrentías de las miles de hectáreas de tierras irrigadas en sus ríos tributarios.

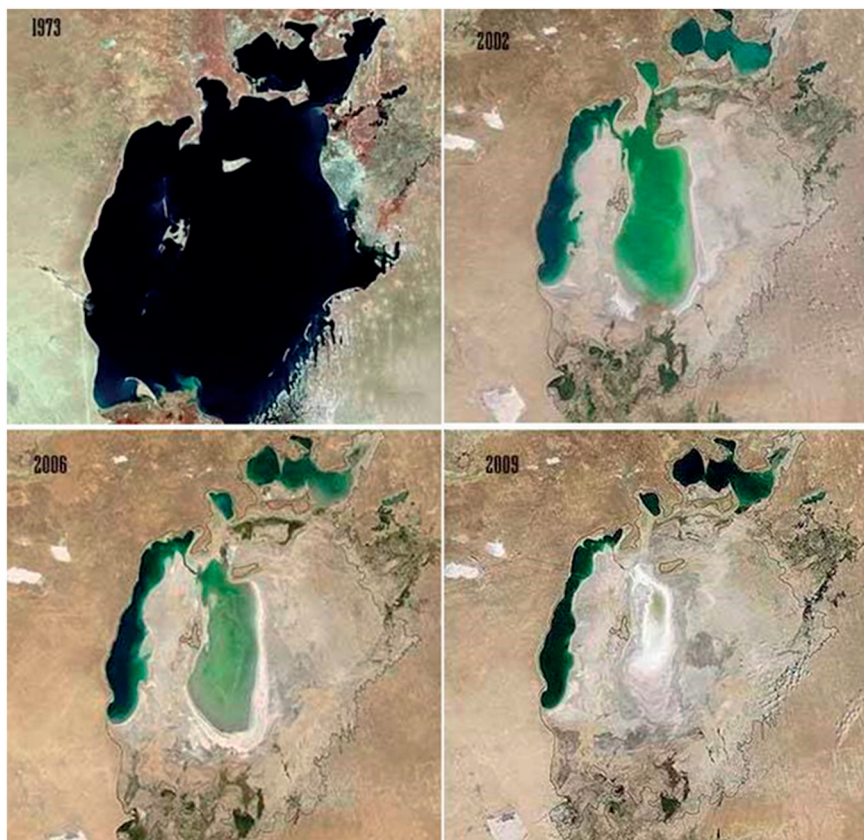


Figura 11. Extensión del mar de Aral a través de imágenes de satélite.

Fuente: <http://jadonceld.blogspot.com.es/2012/07/la-muerte-del-mar-aral-un-desastre.html>¹⁹.

Otra consecuencia importante ha sido el descenso intensísimo de las capturas pesqueras: 50.000 Tm de pescado en 1959, lo que era materia prima de una importante industria de transformación para la exportación, y 5.000 Tm en 1994.

Las repercusiones ambientales también son evidentes, con una fuerte disminución de la biodiversidad tanto en sus aguas como en sus litorales, ahora convertidos en costas fósiles en muchos casos a kilómetros del contacto con la actual lámina de agua.

El mar de Aral está repartido entre Kazajistán y Uzbekistán, países que sufren especialmente los efectos mencionados, aunque el transporte de sales y productos químicos alcanza a muchos kilómetros de distancia desde el lago. Los regadíos, principal causa del desastre económico y ambiental, se

¹⁹ <http://jadonceld.blogspot.com.es/2012/07/la-muerte-del-mar-aral-un-desastre.html>. Consultado enero de 2017.

sitúan, como se ha desarrollado anteriormente, fundamentalmente en Turkmenistán y Uzbekistán (figura 10).

El caso del Nilo

El Nilo es el río más largo del planeta (6.700 km considerando desde el nacimiento de su tributario el Kagera) y estructura una cuenca de gran complejidad geopolítica, marcada por la variedad y diversidad natural, la pobreza (cuatro países entre los más pobres del mundo), el fuerte crecimiento demográfico, la inestabilidad y la degradación ambiental²⁰.

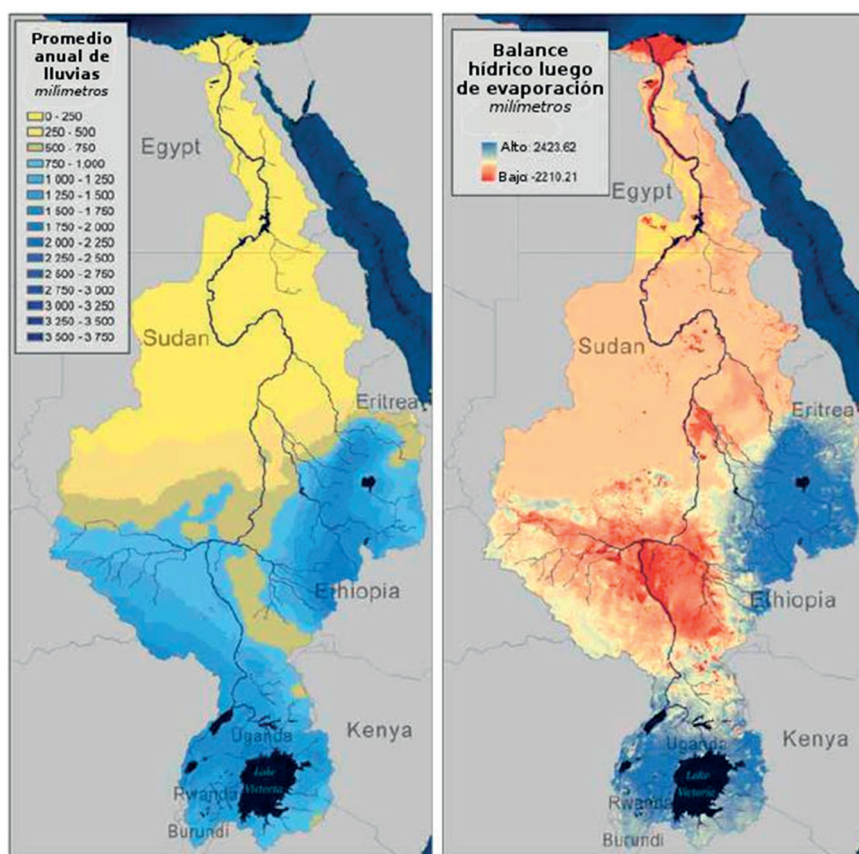


Figura 12. Precipitación media anual y balance hídrico en la cuenca del Nilo.
Fuente: <https://juanmgeo.files.wordpress.com/2013/06/nilo2.jpg>²¹.

²⁰ Abu Zeid, M., en Gorbachov, M., «Agua para la paz». Colección Palabras del Agua. Ed. Tribuna del Agua, Expoagua Zaragoza. 2008.

²¹ <https://juanmgeo.files.wordpress.com/2013/06/nilo2.jpg>. Consultado enero de 2017.

Su cuenca se reparte entre once países (incluyendo Sudán del Sur, escindido de Sudán). La clave del caudal del río capaz de atravesar de sur a norte el desierto del Sahara está en sus dos principales fuentes de agua: los lagos Victoria y Alberto, principales aportes de su cabecera (el llamado Nilo Blanco) y las montañas de Etiopía, que reciben abundantes precipitaciones en la estación de las lluvias, donde se forma el Nilo Azul. Debido a la fuerte evaporación que sufre el río al atravesar el desierto, la gran mayoría del agua que discurre por su tramo bajo, en territorio egipcio, procede del Nilo Azul, y por lo tanto de Etiopía. Pese a esta distribución en la que la inmensa mayoría de los recursos hídricos se genera en los sectores alto y medio oriental de la cuenca (figura 12), sin duda los países más beneficiados por las aguas del río son Sudán y muy especialmente Egipto, países en los que no hay pluviosidad efectiva (o muy escasa en el caso de Sudán), siendo incluso la evaporación superior a la aportación.

El reparto de las aguas del Nilo es motivo de una disputa ya antigua. En 1929, bajo dominio del Imperio británico, se firmó un tratado internacional que ha gobernado el reparto de los recursos hídricos. Fue modificado ligeramente en 1959, y otorga a Egipto una posición privilegiada: más de 50.000 millones de m³ (de un total de 84.000) para un país que prácticamente no aporta nada al caudal del río, y el derecho a vetar la construcción de cualquier embalse más allá de sus fronteras, con lo que controla en buena medida la cuenca desde la desembocadura, hipotecando los usos del agua de los países situados aguas arriba.

Entre Egipto y Sudán acaparan más del 90 % del caudal del Nilo, algo que el resto de los países de la cuenca consideran injusto. Egipto esgrime el argumento de que el reparto de agua debe hacerse basándose en las necesidades y no en las aportaciones de cada país, algo que les favorece, pues satisfacen aproximadamente el 95 % de sus necesidades hídricas con caudales procedentes del gran río. Debido a su población (casi 92 millones en 2016) es el país que menos agua dispone por habitante de la cuenca.

Movidos por este descontento, siete países no árabes de la cuenca firmaron en 2010 el Acuerdo de Entebe, que modifica a su favor el reparto de caudales, lo que puso en alerta a Egipto. Ni Egipto ni Sudán firmaron el mencionado acuerdo, aumentando la tensión cuando un año después Etiopía (uno de los países que más recurso hídrico aporta) anunció una importante ampliación en su proyecto hidráulico «Renacimiento» (entonces en fase inicial) para aumentar la superficie con regadío en el país. El descontento egipcio con dicho proyecto es manifiesto. Según Etiopía el proyecto no afecta a la disponibilidad de agua de Egipto, pues es para producción hidroeléctrica y no para regadío, pero Egipto lo niega, afirmando que las pérdidas por evaporación y el uso para la población del entorno restarán recurso y que los informes de impacto elaborados no son suficientes.

En 2013 el presidente egipcio M. Morsi afirma que «se barajan todas las opciones», haciendo referencia al conflicto con Etiopía²². La posterior caída de Morsi no quita valor a un posicionamiento de Estado.

Otra posibilidad barajada por el Gobierno de El Cairo es ahogar la necesaria financiación externa del proyecto, ya que Etiopía no cuenta con recursos propios suficientes.

En cualquier caso, consideramos necesario señalar que las tensiones descritas se enmarcan en un contexto de relaciones tradicionalmente escasas entre Egipto y los países de los sectores medio y alto de la cuenca, unido a la escasa vinculación con el resto de África que siente el país egipcio. No obstante, después de la revolución de 2011 se aprecian indicios para resolver el conflicto del agua a través de la diplomacia. Se han multiplicado los contactos y visitas de delegaciones egipcias a otros países de la cuenca y se ha creado un comité mixto con Etiopía para estudiar los impactos del proyecto «Renacimiento». Sin duda, unas relaciones de cooperación más estrechas entre Egipto y el resto de países de la cuenca del Nilo ayudarían a suavizar las tensiones, y algunas políticas de ahorro del agua, concienciación de la población y mejora de las técnicas de regadío (en su mayor parte por inundación) ayudarían a disminuir la dependencia egipcia de los recursos hídricos aportados por el Nilo.

El control de los ríos Tigris y Éufrates

Ambos ríos que delimitan la región de la antigua Mesopotamia nacen en el mismo Estado: Turquía (figura 13), que disfruta de una situación de privilegio sobre los países que atraviesan las dos corrientes fluviales (Siria e Irak). Esta situación otorga a Turquía una ventaja para el control de ambas corrientes, pues en su territorio se localizan los dos tramos altos. Es un caso similar al del Nilo Azul en Etiopía, pero Turquía cuenta con una fuerza política y económica mucho mayor que el país africano y puede explotar esta ventaja, pues es capaz de financiarlo con sus propios recursos.

En la región no existe ningún tratado para el aprovechamiento conjunto de los dos grandes ríos, que discurren por una zona cuya tradicional inestabilidad se ha acentuado en los últimos años con el asentamiento en la zona de Daesh. Además cuenta con gran valor para el abastecimiento energético de países lejanos, a través de su desembocadura en un estuario conjunto (Chat el Arab) en el golfo Pérsico o bien a través de oleoductos hacia el Mediterráneo.

Existe un gran proyecto hidroeléctrico, el llamado proyecto de Anatolia del Sudeste (única región de Turquía que padece escasez de agua), también de-

²² <http://www.abc.es/internacional/20130611/abci-crece-tension-entre-egipto-201306111441.html>. Consultado noviembre 2016.



Figura 13. Próximo Oriente y red hidrográfica.

nominado como GAP (*Guneydady Anadolu Projesi*). GAP está compuesto por trece subproyectos (seis en el Tigris y siete en el Éufrates) que incluyen la construcción de veintiún embalses y diecinueve centrales hidroeléctricas. Entre ellos destaca un gran embalse (Ataturk). Estas obras permitirían la irrigación de aproximadamente 1,7 millones de has de las 3,5 millones de tierras cultivables situadas en el sureste de Turquía (figura 14).



University of Minnesota Cartography Lab

Figura 14. Zona afectada por las transformaciones del proyecto GAP.

Es un gran proyecto financiado por Turquía y rechazado por los países árabes vecinos, que ven cómo aumenta considerablemente su dependencia (especialmente de Siria e Irak), quien se aseguraría el control de los caudales de ambos ríos en su beneficio, mejorando las condiciones de vida de la zona más pobre y marginal de su territorio y consolidándose como potencia de producción agrícola. Turquía propuso construir un gran acueducto (al que denominó el Acueducto de la Paz) que transportaría agua desde el río Seyhan hasta Siria, Jordania y Arabia Saudí, pero estos países lo rechazaron para evitar lo que consideraban una excesiva dependencia de Turquía.

Turquía ha utilizado el poder de control que tiene sobre el agua al controlar los tramos altos para presionar a sus vecinos a cambio de petróleo con Irak y a cambio de que Siria no apoye a los independentistas kurdos del este de Turquía.

El caso del lago Chad

El lago Chad se sitúa entre Níger, Nigeria y Chad. Es el destino de la escorrentia superficial en una amplia cuenca endorreica repartida entre ocho países (algunos entre los más pobres del mundo) en plena región del Sahel. El clima muestra características tropicales con estaciones seca y húmeda muy marcadas, pero algunos años presentan características áridas debido a que no llegan con fuerza las precipitaciones asociadas al frente de convergencia intertropical, propias de la estación lluviosa. En general las precipitaciones son más abundantes hacia el sur y escasísimas en el norte, ya en los dominios del desierto del Sahara (figura 15).

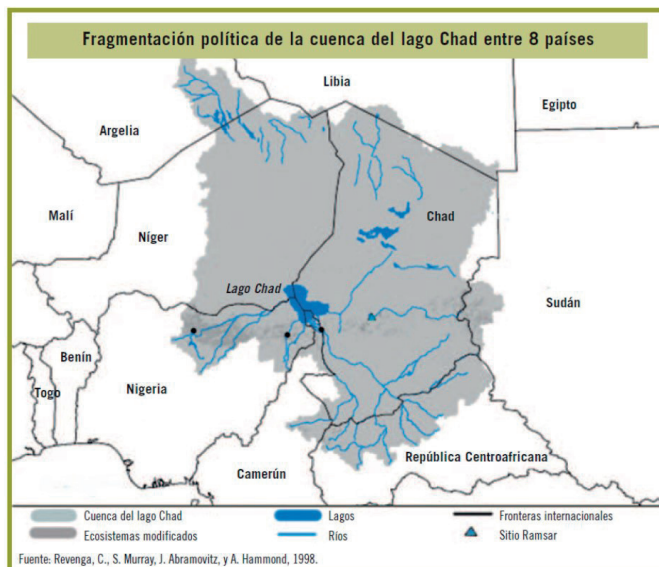


Figura 15. Cuenca endorreica del lago Chad.

El lago Chad, de características salinas, es el mayor humedal de África (con excepción de los lagos de África Oriental). Ha sido asiento de una enorme biodiversidad de mamíferos en su entorno, aves y peces en sus aguas, lo que posibilita un importante negocio de exportación de pescado en una zona alejada del mar, especialmente a Nigeria.

Su extensión en 1963 era de unos 23.000 km², pero se vieron reducidos a menos de 2.000 a mitad de la década de los años 80 del siglo pasado (figura 16), como consecuencia de múltiples factores, entre los que podemos destacar:

- Las fuertes sequías que afectaron toda la zona del Sahel durante los años 70 y 80, que redujeron notablemente las precipitaciones durante la época de las lluvias, causando además tremendas hambrunas en la región.
- El sobrepastoreo y eliminación de la cubierta vegetal por diferentes causas, contribuye a disminuir la precipitación al bajar la humedad relativa media. También favorece los procesos erosivos y con ellos dificulta la regeneración del suelo, que a su vez dificulta la regeneración vegetal, especialmente con especies exigentes en suelos de calidad.
- Los proyectos de irrigación con aguas de ríos afluentes al lago, especialmente en Nigeria, Camerún, Chad y Níger, lo que disminuye las aportaciones naturales al mismo.

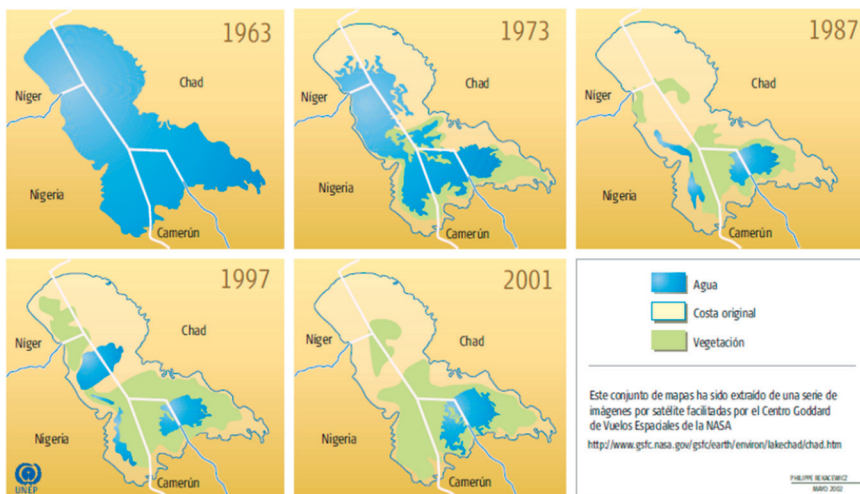


Figura 16. Evolución del lago Chad. Fuente: «El agua, una responsabilidad compartida».

Desde finales de los años 90 el nivel del lago tiene una tendencia ascendente, aumentando la superficie ocupada por las aguas especialmente en su zona sur, pero las previsiones del IPCC indican un aumento del riesgo de sequías (con la consiguiente repetición de alguna de las causas que generaron la disminución) y una tendencia de disminución de las lluvias en la

región. Este escenario podría significar: escasez generalizada de agua en la zona, aumento de la salinidad del terreno y del entorno del lago, como consecuencia del transporte de sales del sustrato desecado por el viento, disminución de la pesca, además de consecuencias negativas para la biodiversidad y valores naturales del lugar, como la disminución o desaparición de ciertas especies de peces o de aves migratorias que pasan el verano en Europa y son invernantes en el lago.

Este proceso se desarrolla en una región de características muy particulares, entre las que podemos destacar:

- Elevados niveles de pobreza. Chad y Níger se encuentran entre los Estados más pobres del mundo.
- Debilidad e inestabilidad de muchos Estados de su cuenca hidrográfica, como los mencionados Chad y Níger, pero también Libia, Sudán o la República Centroafricana.
- Desarrollo de grupos terroristas de orientación yihadista, con especial asentamiento en el territorio de Nigeria que drena al lago Chad (noreste del país), cuyo control por parte del Estado nigeriano no es efectivo.

La disminución del nivel del lago se produce, por lo tanto, en un contexto en el que se dan las circunstancias ya citadas anteriormente de debilidad institucional en el que los Estados son incapaces de dar respuesta adecuada a los procesos de cambio rápido²³.

Cachemira

La región ya presenta una inestabilidad histórica por su reparto entre India (de mayoría hinduista) y Paquistán (de mayoría musulmana), a lo que se suma la ocupación por China de parte de la Cachemira india y la entrega a este mismo país de otro sector de Paquistán sin reconocimiento ni aprobación de la India. Paquistán y China son países aliados y ambos enfrentados con la India, y las tres son potencia nucleares.

El río Indo nace en el Tíbet occidental ocupado por China en los años 50 y con un sentido sureste-noroeste penetra en territorio de la India. Este país controla buena parte de su cabecera. Después penetra en territorio paquistaní y dibujando una amplia curva toma dirección suroeste hasta su desembocadura en el Índico. Se trata de la principal fuente de suministro de agua de Paquistán y vertebrada en buena medida el país. Su cabecera se localiza en la región de Cachemira, dividida entre este país y la India desde 1947. La situación de división tal y como está actualmente no satisface a ninguna de las dos partes, que han protagonizado tres guerras desde ese momento y

²³ Kramer *et al.*, *op. cit.*



Figura 17. Red hidrográfica del río Indo y fronteras nacionales. Fuente: Wikipedia.

una escalada de tensión entre los dos países, ambos con capacidad nuclear, en 2002.

Las razones de las tensiones son múltiples, pero sin duda el control del agua es una de las más importantes, y este lo ostenta la India en la situación actual.

Desde 1960 existe un tratado para el reparto de los recursos hídricos que distribuye el control de los ríos y limita los regadíos en Cachemira, pero el fuerte crecimiento demográfico producido, tanto en territorio indio como paquistaní y la consiguiente mayor presión sobre el recurso hídrico, lo deja en situación de debilidad. El recurso hídrico disponible por habitante ha disminuido drásticamente en ambos países en los últimos años, acercándose en el caso de Paquistán al umbral de la escasez²⁴.

En este contexto Paquistán presenta una enorme sensibilidad al tema, y se opone tajantemente a que la India realice proyectos hidroeléctricos en la

²⁴ Overdorf, J. «Paquistán e India enfrentadas por el agua». Accesible en file:///D:/Agua %20recurso %20IEEE/Agua %20y %20cachemira.pdf. Consultado diciembre de 2016.

parte de Cachemira, que controla por miedo a que reduzca los recursos hídricos que llegan a su territorio ahogando así sectores claves de su economía, como la industria o el regadío, o incluso el abastecimiento a grandes ciudades como Lahore. Por su parte, la India también se opone a que Paquistán realice presas en su territorio con ayuda china, país con el que India mantiene una fuerte enemistad y rivalidad, y auspicia sentimientos que consideran ciertos lugares de la cuenca alta del Indo como sagrados para la religión hinduista, favoreciendo peregrinaciones que refuerzan la presencia de población de esta religión en zonas de mayoría musulmana y reforzando la consideración del río Indo como elemento muy vinculado a la religión hindú.

A la situación de tensión entre ambos países hay que sumar el crecimiento de los movimientos que promueven la independencia de la Cachemira controlada por la India. Uno de sus argumentos más fuertes es que el tratado de reparto del agua vigente entre ambos desde 1960 supone una fuerte limitación para el desarrollo de la región, al no permitir el desarrollo del regadío en una región muy rica en recursos hídricos, además de poner muchas dificultades al aprovechamiento hidroeléctrico de sus ríos, dejando así el control del agua de la región a los Gobiernos de India y Paquistán. Argumentan también que el Gobierno utiliza el conflicto como excusa para no invertir en la región, por miedo a una hipotética cesión futura de territorio a Paquistán, lastrando así su desarrollo.

Sin duda, el agua es uno de los elementos claves de la tensión entre India y Paquistán por Cachemira y una escalada de la tensión conduciría a que India, como potencia que controla la cabecera del Indo, pudiera utilizar el agua como arma para hacer daño a Paquistán.

Lago Baikal

Se localiza en el sur de Siberia, con una superficie de 31.700 km² y 2.100 km de costa. Tiene una forma alargada en sentido noreste-suroeste, con 636 km de largo y 79 km en el punto de mayor anchura. Ocupa una depresión de origen tectónico, lo que explica su enorme profundidad, pues se trata del más profundo del mundo (1.642 m). Su tamaño y especialmente su enorme profundidad explican que sea la masa de agua dulce más grande del planeta, pues se considera que alberga el 27 % del agua dulce contenida en los lagos del mundo («El agua, una responsabilidad compartida», 2006). Lo alimentan numerosos afluentes con una cuenca de 540.000 km².

Debido a sus características especiales, especialmente su profundidad única en lagos de agua dulce del mundo, cuenta con un valor natural y ambiental extraordinario. Su biodiversidad es muy elevada (1.600 géneros de animales y 800 de vegetales), muchas de ellas endémicas, como la foca nerpa, la única del mundo que vive en un lago. Hemos de destacar la presencia de un

pequeño crustáceo llamado *Epischura* (*Epischura baikalensis*), que ejerce una labor de limpieza de las aguas mediante filtrado.

El lago sufre un grave problema de contaminación, especialmente debido a los vertidos de residuos de la fábrica de celulosa situada en el suroeste del mismo, en la localidad de Baikal'sk. Se calcula que ha venido vertiendo unos 140.000 m³ sin depurar al día, lo que provocó altos índices de contaminación y mortalidad de *epischura*, lo que se tradujo en ralentización de los procesos de depuración natural del agua. La planta fue cerrada en 2008 por los graves problemas de contaminación, pero se reabrió en 2010 tras una visita de Putin al fondo del lago en batiscafo acompañado de científicos, tras la que se afirmó que los daños ambientales eran mínimos. Se dio orden de dotarla de un ciclo cerrado de agua para disminuir los vertidos, pero el riesgo de contaminación sigue existiendo.

En uno de sus principales afluentes, el Selengá, Mongolia tiene proyectada la construcción de tres centrales hidroeléctricas.



Figura 18. Cuenca hidrográfica del río Selengá y límite entre Rusia y Mongolia.
Fuente: Wikipedia.

Estos proyectos han provocado la preocupación y protestas de Rusia, argumentando que disminuirá la cantidad de agua que recibe el lago, pudiendo comenzar un proceso similar al sufrido por el mar de Aral. Hay que señalar que una posible disminución del caudal entrante en el Baikal sí que podría repercutir en disminuir su nivel, pero la climatología de la zona es muy diferente a la del mar de Aral, mucho más expuesto a alta evapotranspiración debido a su localización más meridional y entorno más árido, además de ser un lago mucho menos profundo y con mayor superficie (casi el doble que el Baikal) antes de su proceso de desecación. También hay que señalar que el Baikal cuenta con importantes excedentes de agua que alimentan el río Angara.

Se puede afirmar que la situación del lago Baikal está amenazada por la contaminación que puede poner en peligro su equilibrio, especialmente en su zona meridional, un creciente turismo atraído por los valores naturales y paisajísticos de la zona, promovido interna y externamente por el Gobierno de Rusia, que ha convertido al lago en un símbolo nacional, y una creciente tensión con Mongolia, país muy necesitado de energía para su desarrollo, en el que nace una buena parte de los recursos hídricos que alimentan y mantienen el lago.

Capítulo tercero

La gestión del nexo agua-energía-alimentos: la clave para el desarrollo sostenible

María del Mar Hidalgo García

Resumen

Considerando el aumento de la población mundial, el crecimiento económico y el auge de la urbanización, es posible que el mundo se enfrente a una grave crisis de recursos hídricos en el año 2050. Para evitar esta situación es necesario realizar una gestión adecuada del agua teniendo en cuenta su compleja relación con el sector alimentario y con el energético.

Por otro lado, la gestión del agua juega un papel clave para alcanzar un desarrollo sostenible del planeta. Se ha conseguido un gran avance ya que el agua y el saneamiento constituyen un objetivo específico dentro de la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, en concreto el número 6. Sin embargo, a pesar de dedicar un objetivo específico es necesario considerar que el agua es un recurso estratégico y transversal que incide en el cumplimiento de todos los demás objetivos.

Palabras clave

Agua, ODS, sostenibilidad, recursos hídricos, saneamiento.

Abstract

Considering the increase of the world's population, the economic growth and the rise of urbanization, it is possible that the world is facing a serious crisis of water resources in the year 2050. To avoid this situation, it is necessary to make appropriate management of water taking into account its complex relationship with food and energy.

On the other hand, water management plays a key role for achieving sustainable development of the planet. Water and sanitation constitutes a specific objective within the Agenda 2030 for sustainable development, in particular the number 6. However, despite devoting a specific target, it is necessary to consider that water is a strategic and transversal resource that has a considerable impact on all the other objectives.

Keywords

Water, SDG's, sustainability, water resources, sanitation.

Introducción

El 71 % de la superficie de la Tierra está cubierta con agua. De este porcentaje, un 97,5 % corresponde a agua salada y el 2,5 % restante a agua dulce y de esta solo un 30 % está disponible para uso humano ya que el resto forma parte de glaciares¹.

Según el informe *World Water Development* de 2015 de la UNESCO, el mundo se enfrentará a una grave crisis de recursos hídricos en 2050 si se tiene en cuenta el aumento de población mundial, el crecimiento económico y la urbanización. Si además se consideran el aumento de la producción alimentaria y de la demanda de energía, asociados a este desarrollo imparable de la humanidad, no es difícil predecir que el mundo puede encontrarse en los próximos años en una situación muy preocupante de estrés hídrico.

Aparte de las amenazas más tradicionales como el terrorismo o los conflictos, en la actualidad el planeta se enfrenta a nuevos desafíos que están relacionados con el crecimiento de la población mundial, la degradación del medio ambiente y la competición de recursos. Del concepto de seguridad intrínsecamente unido a la defensa de los territorios, en los últimos años se ha pasado a considerar el concepto de seguridad desde un punto de vista multidisciplinar. En este contexto han surgido numerosos términos que particularizan los requisitos concretos que deben de alcanzarse en la gestión de determinados recursos para evitar que surjan conflictos. Como ejemplo de estas nuevas dimensiones de la seguridad se podrían citar la seguridad alimentaria, la seguridad energética o la seguridad hídrica².

En términos de seguridad y desarrollo en un mundo globalizado, el concepto de seguridad humana se alza como la meta a alcanzar. La seguridad humana es un concepto integrador que aborda tres perspectiva fundamentales: la libertad para vivir sin temor, es decir, con ausencia de conflictos, la libertad para vivir con dignidad conforme a la Declaración de los Derechos Humanos y la libertad para vivir sin carencias, teniendo acceso a los recursos necesarios para permitir un adecuado desarrollo que fomente el progreso y evite la aparición de conflictos.

¹ WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. París, UNESCO. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Venice/pdf/special_events/bozza_scheda_DOW02_1.0.pdf

² Según la ONU, por seguridad hídrica se entiende: «La capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política» (ONU-Agua, 2013).

Se estima que en 2015 la cantidad total de recursos de agua renovables en el mundo era, aproximadamente, de 38.000 km³. En ese año se extrajeron 3.800 km³ que suponen, por tanto, un 10 % de los recursos de agua dulce disponibles. Sin embargo, esta velocidad de extracción no es uniforme a nivel mundial, ya que hay zonas del planeta en las que esta cifra es mucho mayor, llegando incluso al 100 %, lo que origina que ciertas regiones presenten problemas de estrés hídrico³. En 2050, 3.500 millones de personas vivirán en zonas de estrés hídrico, donde la extracción de agua supondrá más de un 40 % en relación con su disponibilidad⁴.

Esta reducción de los recursos hídricos es un fenómeno visible, como lo demuestra la situación actual de las grandes reservas de agua tradicionales. Por citar varios ejemplos: el mar Muerto y el lago Urmia en Oriente Medio, el lago Chad en África, el mar de Aral en Asia Central o el lago Hongjiannao, en el que el área de agua ha disminuido de 67 km² en 1969 a 32,16 km² en 2013⁵.

Esta situación se va a agravar con el cambio climático, pues el calentamiento de 1 °C afecta de forma directa al ciclo de agua y a los patrones de precipitaciones. Una de las consecuencias del calentamiento global más evidentes son los cambios que se están produciendo en el ciclo hidrológico. El aumento de la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, los cambios en los modelos de precipitaciones, tanto en intensidad como adversidad, el deshielo de los glaciares o el cambio en las escorrentías son solo algunas de las alteraciones provocadas por el aumento de la temperatura del planeta⁶. Estos fenómenos pueden provocar cambios en la disponibilidad el agua, tanto en su distribución temporal como geográfica.

Por otro lado, no es posible abordar el problema de la escasez de infraestructuras para la gestión del agua sin tener en cuenta su relación con la producción de alimentos y la energía. Los tres recursos se encuentran vinculados y su gestión conjunta es una tarea compleja cuando se aborda desde el punto de vista de la sostenibilidad, la accesibilidad, la igualdad y el desarrollo económico, principalmente en países en desarrollo en donde la mayoría de la población no tiene un acceso adecuado al agua potable y saneamiento, a alimentos y a fuentes de energía accesibles y seguras.

Con una tasa de crecimiento de la población mundial de 80 millones de personas al año, un incremento de la demanda global de un 50 % de energía,

³ Informe: «Water Cooperation Quotient». Strategic Foresight Group. 2015.

⁴ *Ibid.*

⁵ http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-11/28/c_132926455.htm (fecha de consulta 20 de febrero de 2017).

⁶ Bates, B. C.; Kundzewicz; Z. W.; Wu, S., y Palutikof, J. P. (eds.), 2008: *Climate Change and Water. Technical*.

Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, pp. 210.

de un 50 % de alimentos y de un 30 % de agua, el único camino posible para afrontar la sostenibilidad del planeta es tener en cuenta la relación intrínseca entre estos tres factores. De lo contrario estaremos ante una situación que puede amenazar la seguridad mundial y que incluso algunos autores la han denominado la «tormenta perfecta»⁷.

El acceso al agua y al saneamiento como derecho humano

El agua es un recurso natural global único, vital e indispensable para la vida humana y para la función de los ecosistemas. Es insustituible y su gestión no puede ser estudiada desde el punto de vista exclusivamente económico ya que incide en la realización de otros derechos básicos como el derecho a un nivel de vida adecuado, la alimentación, la vivienda e incluso el derecho a vivir con dignidad. A pesar de que estas afirmaciones resultan obvias, el agua no se incluyó de forma explícita en la declaración de los Derechos Humanos ya que se consideró tan fundamental e ilimitada que no pareció necesario incluirla de forma explícita⁸. Sin embargo, este planteamiento no es válido en el siglo XXI, donde los cambios demográficos, el cambio climático, la contaminación y el crecimiento económico ejercen presión sobre los recursos naturales y en especial sobre el agua, provocando situaciones de escasez y de estrés hídrico.

El problema del derecho al acceso agua y al saneamiento es nuevo dentro del seno de las Naciones Unidas puesto que no ha sido hasta 2010 cuando Bolivia lo presentó en la Asamblea General, dando lugar a la aprobación de la Resolución 64/292, en la que se reconoce explícitamente el derecho al agua y al saneamiento como un condicionante previo para la realización de todos los derechos humanos. La resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a que «proporcionen recursos financieros y propicien el aumento de la capacidad y la transferencia de tecnología por medio de la asistencia y la cooperación internacionales, en particular a los países en desarrollo, a fin de intensificar los esfuerzos por proporcionar a toda la población un acceso económico al agua potable»⁹.

Posteriormente, en 2014 el Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas aprobó una resolución sobre el derecho humano al acceso a agua

⁷ <http://www.igd.com/our-expertise/Nutrition-food-and-farming/Sustainable-diets/14827/Perfect-Storm-Scenario-and-Nexus-Thinking/> (fecha de consulta: 18 de abril de 2017).

⁸ Hortelano, L., e Hidalgo, M. Documento de Análisis 78/2016: «El agua como derecho humano: retos y limitaciones». Disponible en: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2016/DIEEEA78-2016_DerechoAgua_MMHG.pdf (fecha de consulta: 30 de diciembre de 2016).

⁹ Consultar: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

potable y al saneamiento¹⁰, en la que se reconoce y clarifica el derecho humano al agua y al saneamiento y reafirma que este derecho significa que toda persona, sin discriminación, tiene derecho a agua suficiente, segura, aceptable, accesible y asequible para su uso personal y doméstico. La resolución contempla también el derecho al acceso «desde el punto de vista físico y económico, en todas las esferas de la vida, a un saneamiento que sea inocuo, higiénico, seguro y aceptable social y culturalmente y que proporcione intimidad y garantice la dignidad»¹¹.

Finalmente, en 2015 se dio un paso más, muy importante para la consolidación del derecho humano al agua y al saneamiento. A propuesta de Alemania y España, la Asamblea General de la ONU aprobó por consenso la Resolución 70/169, en la que por primera vez se distinguía el derecho humano al agua y el derecho humano al saneamiento. La importancia de esta distinción radica en el reconocimiento de la priorización y en la necesidad de abordar los muchos impactos que provoca la insuficiencia de servicios de saneamiento en las mujeres y niñas¹².

El impacto de la creciente urbanización, junto con los cambios en el ciclo hidrológico como consecuencia del cambio climático, pueden poner en riesgo la disponibilidad de agua en el futuro tanto en cantidad como en calidad. Al igual que sucede con el cambio climático, cualquier retraso en tomar las medidas adecuadas no hace sino agravar el problema y los costes asociados. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la falta de saneamiento puede alcanzar el coste de 260.000 millones de dólares, lo que supone entre 1 y 6 % del PIB dependiendo del país¹³.

Evidentemente, el reconocimiento del derecho al acceso al agua y del derecho al saneamiento —aunque puede considerarse un logro de la comunidad internacional y es vinculante— no garantiza el acceso universal, pero puede suponer un avance para obligar a los Estados a incluir políticas de financiación y de ayuda para la distribución de los recursos hídricos, sobre todo entre los más desfavorecidos. También puede fomentar las ayudas destinadas a la adaptación al cambio climático y a priorizar el uso del agua para consumo humano y la alimentación frente a otros sectores como el industrial o el energético.

¹⁰ <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G14/177/90/PDF/G1417790.pdf?OpenElement> (fecha de consulta 20 de enero de 2017).

¹¹ Consultar: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

¹² <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/169> (fecha de consulta: 20 de enero de 2017).

¹³ World Bank, 2015. A Water-Secure World for All. Water for Development Responding to the Challenges Conference Edition. Washington, DC: World Bank.

La clave de la sostenibilidad: el nexo agua-alimentos-energía

El concepto de desarrollo sostenible apareció por primera vez en 1987 en el informe titulado «Our Common Future» de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo¹⁴. En él se definía el desarrollo sostenible como «la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades» y lo establecía como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo¹⁵.

Según se indicaba en el informe, el desarrollo sostenible solo se puede alcanzar si el crecimiento de la población mundial se desarrolla en armonía con un cambio en el potencial productivo del ecosistema. Este estado armónico no se concibe como un proceso estático sino, todo lo contrario. Se trata de un proceso de cambio continuo en el que la explotación de los recursos, el destino de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales se realizan teniendo en cuenta las necesidades del presente y del futuro. El informe señala que este camino no es fácil y que implica el pago de una factura a nivel político.

El desarrollo sostenible del planeta se sustenta en tres pilares: el económico, el social y el medioambiental¹⁶ y en todos ellos el agua constituye el elemento clave. Bien de forma directa o bien de forma indirecta, el agua es fundamental para alcanzar la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria, la salud pública, la igualdad, el crecimiento económico y vivir con dignidad conforme a la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

La población mundial se enfrenta a un gran desafío en las próximas décadas: es necesario duplicar la cantidad de alimentos empleando menos agua, menos tierra, menos combustibles fósiles y fertilizantes más eficaces, todo ello agravado con las consecuencias del cambio climático y por la disminución en investigación en el sector agrícola. Como ejemplo, se puede decir que en la actualidad en el mundo se gastan 50.000 millones de dólares en ciencias agrícolas, que es la misma cantidad que cuando el mundo tenía 3.500 millones de habitantes¹⁷.

¹⁴ El texto completo del informe se puede consultar en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

¹⁵ <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> (fecha de consulta: 23 de enero de 2017).

¹⁶ Ban Ki-moon. *Water for a sustainable world*. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable World, París, UNESCO.

¹⁷ Julian Cribb & Associates Discussion Paper [2011]. The Coming Famine Risks and solutions for the food challenge of the 21st century. Julian Cribb FTSE. October 2011.

Entre el agua, la energía y los alimentos existe una interdependencia multi-dimensional¹⁸. Por este motivo, es necesario abordar el desarrollo sostenible y la lucha al cambio climático teniendo en cuenta la relación intrínseca que existe entre estos recursos. El agua es esencial para la producción de alimentos y energía. Por otro lado, se requiere energía para la producción de alimentos (especialmente en agricultura de regadío) y para el suministro de agua, tanto en su extracción, purificación y distribución. Para cerrar esta relación triangular, la producción de alimentos consume agua, energía y tierra. La agricultura consume más de un 70 % del agua utilizada globalmente pero, además, ejerce una influencia negativa en el sector del agua por la degradación de las tierras, los cambios en las escorrentías y las alteraciones de los acuíferos¹⁹.

Además, se van a producir una serie de factores que van a ejercer presión sobre esta situación de incremento de demanda de agua, alimentos y energía (figura 1). Entre estos factores destacan: el cambio climático, el aumento de la población urbana, la heterogeneidad en la distribución de crecimiento de la población mundial y el auge de las clases medias en países como China

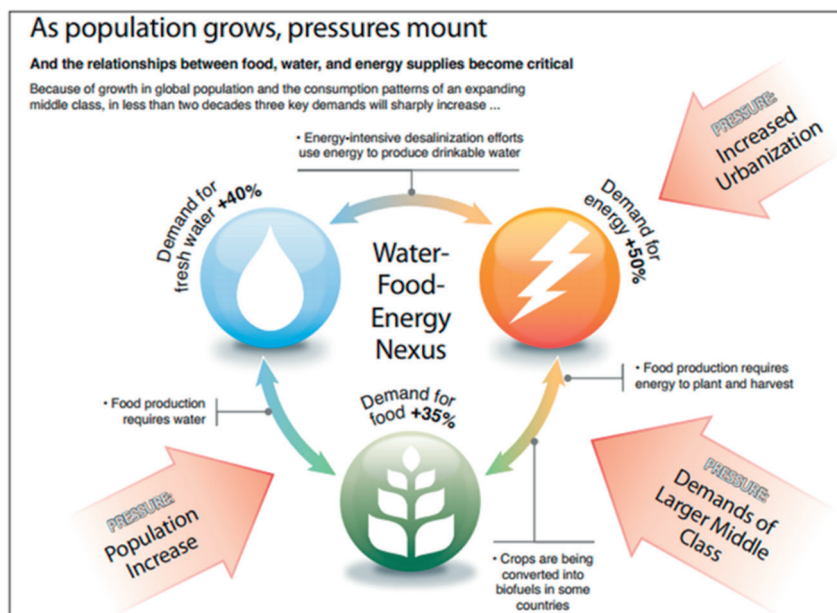


Figura 1. Fuente: www.cna.org/reports/accelerating-risks.

¹⁸ Golam Rasul & Bikash Sharma (2016). «The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change», *Climate Policy*, 16:6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>.

¹⁹ Golam Rasul & Bikas Sharma (2016). «The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change», *Climate Policy*, 16:6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>.

e India que necesitarán satisfacer sus necesidades de consumo conforme a su nueva posición social.

Por ejemplo, en Asia la ingesta calórica media ha aumentado desde las 2.379 calorías por persona de 1990 a las 2.665 calorías de 2009. Además, se ha producido un cambio en la dieta con un mayor consumo de proteínas. En China el consumo anual de carne ha aumentado de 8 millones de toneladas en 1978 a 71 millones en 2012. Este cambio de dieta es muy importante, ya que la producción de carne lleva asociado un mayor uso de recursos, tanto de tierra como hídricos²⁰.

La clave del éxito radica en cómo aumentar la producción de alimentos sin ejercer presión sobre el agua y la tierra y en cómo hacerlo, además, de forma energéticamente eficiente. Por ejemplo, el aumento del uso de los biocombustibles contribuye a la mitigación del cambio climático, pero puede amenazar la seguridad alimentaria y provocar un aumento del precio de los alimentos con el consiguiente impacto social. Por otro lado, las técnicas de riego por goteo o por aspersión reducen la demanda de agua e incrementan la eficiencia —aspectos clave para garantizar la seguridad alimentaria— pero también incrementan el consumo de energía. Basta con observar las previsiones de crecimiento de la India (figura 2) para hacerse una idea de la magnitud del desafío que supone gestionar los recursos hídricos teniendo en cuenta el crecimiento de la población y de su consumo asociado.

	2014	2035
Población	1.200 millones	1.500 millones
Población urbana	377 millones	609 millones
PIB per cápita	1.408 \$	4.205 \$
Demanda de electricidad	776 TWh	2.499
PIB	1.69 \$trn	6.31 \$trn

Figura 2. Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos en la NDC de India recogida en el Acuerdo de París.

²⁰ Barthwal-Dattta, M. «Food Security in Asia», Challenges, policies and implications. IISS 2014.

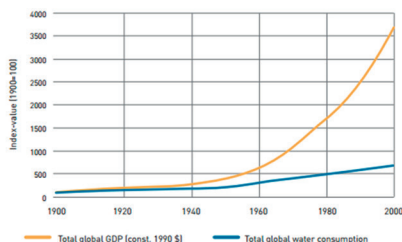
Desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua

Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible sin desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua (figuras 3 y 4). Tal y como establece un informe de la UNEP de 2016²¹, en el caso del agua esta desvinculación debería considerarse prioritaria por los problemas de escasez que se pueden presentar en el futuro y las consecuencias que tendría en el desarrollo de la sociedad.

Tal y como señala el informe del Banco Mundial *A water-secure world for All* de 2016, no existe una solución universal para abordar el problema de la escasez del agua pero sugiere que se debe abordar desde tres frentes: el compromiso de los Gobiernos y de los ciudadanos, la financiación y los precios y la capacidad para prestar los servicios relacionados con el agua de forma eficiente.

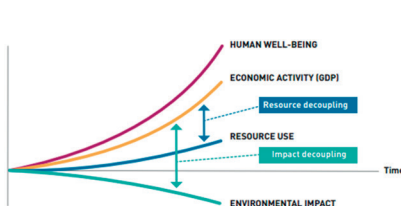
En este contexto, el Banco Mundial sugiere que al igual que se ha puesto un precio al carbono, sería necesario poner un precio al agua para fomentar la eficiencia en el uso de ese recurso y para reducir sus vertidos. Por otro lado, también ayudaría a facilitar la decisión sobre el destino de los recursos hídricos en sectores que compiten por él como el energético, la agricultura o el uso municipal/doméstico del agua. Contradictoriamente, el agua más cara, especialmente para los más pobres, es el agua gratis²².

Figure 2.1
Decoupling achieved at global level, 1900-2000



Source: UNEP (2011a)

Figure 1.1
The two aspects of "decoupling"



Figuras 3 y 4. Fuente: UNEP, 2016.

El sector agrícola es el que mayor presión ejerce sobre los recursos hídricos, por el mayor volumen de extracción empleado en el riego. Por este motivo, según menciona el informe de la UNEP, es fundamental focalizar los esfuerzos en este sector. Las medidas para lograr esta desvinculación son de dos tipos: tecnológicas y políticas. Entre las primeras se encuentran, entre otras, la mejora en eficiencia en los sistemas de riegos, la selección de los cultivos

²¹ <http://web.unep.org/ourplanet/may-2016/unep-publications/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution>. Fecha de consulta: 24 de octubre de 2016.

²² Informe: «A water-secure world for all». *Op. cit.*

y el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas como los cultivos hidropónicos. En cuanto a las opciones políticas se encontrarían el establecimiento de un precio volumétrico del agua o el establecimiento de un mecanismo de mercado. En el primer caso, aunque los agricultores paguen por el uso del agua, estos precios pueden que no cubran el coste de oportunidad de emplear esa misma agua en otras actividades de más valor o más eficientes. Además, habría que tener en cuenta que los precios no reflejan los costes a largo plazo que supondrían el agotamiento del agua. La política de precios actual —cuando la hay— no contempla estos factores y, por lo tanto, no se ofrece ningún tipo de incentivo para conservar los recursos hídricos y reducir las prácticas de riego ineficientes.

La otra opción política para realizar la desvinculación del crecimiento económico y el uso del agua en el sector agrícola es el establecimiento de un sistema de mercado para fomentar el uso eficiente del agua. Estos sistemas ya se usan en algunos países como Australia, España, Chile y en algunos Estados de Estados Unidos. En un sistema de mercado, los usuarios disponen de unos derechos de agua que pueden ser utilizados o vendidos a terceros, de forma temporal o permanente. Este sistema tiene la ventaja de contemplar el mencionado coste de oportunidad ya que los agricultores no emplearán el agua para el riego a no ser que el valor del agua para el riego exceda el valor de venta. El principal problema asociado a este tipo de mercado —al igual que sucede con el establecimiento de un precio volumétrico— es que los usuarios futuros no forman parte de él, por lo que los precios no reflejan el coste de oportunidad del agotamiento del agua.

Nexo agua-alimentos

Según las estimaciones previstas por la FAO, en 2050 se producirá un aumento de la demanda de alimentos del 60 % respecto a niveles de 2005-2007²³. Según esta organización, para satisfacer esta futura demanda será necesario incrementar la producción anual agrícola en un 77 % en los países en desarrollo y en un 24 % en los desarrollados. En cuanto al consumo de proteínas de origen animal se espera un aumento de demanda del 60 % en 2050²⁴.

Para satisfacer esta demanda, la FAO también establece que será necesario incrementar la producción de cereales en 940 millones de toneladas para alcanzar los 3.000 millones en 2050. La producción de carne debe aumentar 196 millones de toneladas para lograr la cifra de 455 millones de toneladas en 2050. En cuanto a los cultivos oleaginosos deberán incrementar su pro-

²³ FAO. *World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working Paper N.º 12-03.

²⁴ *Ibid.*

ducción en 133 millones de toneladas para alcanzar los 282 millones en el mismo horizonte.

Sector agrícola

La agricultura constituye uno de los sectores económicos más importantes del mundo, contribuyendo con una media del 6 % de media en los PIB. En algunos países esta cifra sería mucho más elevada si se contabilizaran las transacciones no monetarias que se dan entre los pequeños granjeros²⁵.

La agricultura de regadío consume el 70 % de las extracciones mundiales. La superficie mundial de regadío ha pasado de 268 millones de hectáreas en 1996 a 324 millones en la actualidad que suponen un 20,8 % de la superficie cultivada que produce más de un 40 % de la producción agraria. Por este motivo, el agua constituye el recurso básico para asegurar la alimentación mundial²⁶. Sin embargo, la ratio de agua disponible por habitante decrece cada año.

La ausencia de precipitaciones en algunos países africanos, que dependen directamente de cultivos de secano, podría reducir la producción agrícola en un 50 % antes del año 2020. Esto supone que el 70 % de la población dependiente de este tipo de cultivos en este continente se vería expuesto a una grave situación de inseguridad alimentaria²⁷.

Incrementar la productividad del agua constituye un elemento fundamental para lograr una agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y mejorar la salud de los ecosistemas. La productividad del agua se define como la producción de cultivo por unidad de agua gastada y se expresa en kg/m³ de forma general²⁸. Tanto en los cultivos de secano como en los de regadío, se puede incrementar la productividad realizando una adecuada gestión agrónoma²⁹: seleccionando el tipo de cultivo, reduciendo las pérdidas de agua y con una gestión eficiente de los nutrientes.

Además de estas acciones directas, otra forma —indirecta— de aumentar la productividad de agua es disminuir las pérdidas poscosecha. En el caso del África subsahariana estas pérdidas pueden alcanzar el 10-20 % de la

²⁵ Informe: «Water, food and energy nexus challenges». WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2014. Disponible en: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Partnerships/WBCSD/WBCSD_Nexus%20challenges.pdf (fecha de consulta: 2 de marzo de 2017).

²⁶ Conferencia impartida por Lamos de Espinosa en el CESEDEN el 9 de marzo de 2016.

²⁷ Altieri M. A., y Nicholls, C. *Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas*. Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos.

²⁸ <http://www.riego.org/glosario/productividad-hidrica-de-los-cultivos-fao/> (fecha de consulta: 12 de abril de 2017).

²⁹ Descheemaeker K., y Bunting S. W., et al. «Increasing Water Productivity in Agriculture». *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. CAB International 2013.

producción de la cosecha. Aumentar la eficiencia en la manipulación, el almacenaje o el control de las plagas son algunas de las acciones que no solo contribuyen a evitar la pérdida de alimentos, sino también de agua asociada a su producción³⁰.

Además de la producción de alimentos, el sector agrícola también proporciona otros recursos como la fibra o la madera. El aumento de la población también incrementará la demanda estos recursos. En el caso de la madera, según la FAO se espera un aumento anual del 3 % hasta 2030 y en el caso del papel un 3,5 %³¹.

Para satisfacer esta demanda de alimentos se estima que el 90 % del incremento de la producción de alimentos debe asociarse a la mejora en la intensidad productiva de las tierras que se cultivan en la actualidad, dejando el aumento de la extensión cultivable como una opción secundaria³². Se estima que en 2050 el área cultivable se habrá incrementado un 4,5 %, principalmente en la región del África subsahariana y en América Latina. Por el contrario, en los países desarrollados se producirá un descenso de, aproximadamente, 40 millones de hectáreas de tierras cultivables.

En principio, el área mundial destinada a los cultivos de secano sería lo suficientemente grande como para poder satisfacer este aumento de alimentos. Sin embargo, la variabilidad de las precipitaciones y el aumento de los fenómenos meteorológicos adversos provocados por el cambio climático ponen en peligro la disponibilidad de las cosechas, por lo que es necesario apostar también por agricultura de regadío para satisfacer la demanda mundial de alimentos y proceder a la adaptación de la agricultura al cambio climático. La investigación sobre nuevas formas de irrigación de cultivos es esencial para producir alimentos sin ejercer presiones y conflictos sobre otros usos del agua³³, como el doméstico o el industrial. La competencia por los recursos hídricos para su uso doméstico e industrial podría causar, en 2050, una reducción del 18 % del agua disponible para los cultivos, puesto que la demanda de agua para uso doméstico se incrementará de 161 km³ en 2005 a 363 km³ en 2050 y la demanda para usos industriales se incrementará de 176 a 639 km³ en ese mismo periodo³⁴.

Se estima que en 2050 la agricultura de regadío ocupará un 16 % del total del área cultivada, alcanzando la cifra de un 44 % de toda la producción de

³⁰ *Ibid.*

³¹ FAO. State of the world's Forests 2009.

³² FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working Paper N.º 12-03.

³³ Informe: «Water, Food and Energy nexus challenges». *Op. cit.*

³⁴ Strzepek, K., y Boehlert, B. «Competition for water for the food system». *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010; 365(1554):2927-2940. doi:10.1098/rstb.2010.0152.

cultivos³⁵. La expansión de tierras de regadío será de un 6,6 % en relación con los valores de 2005-2007. La mayoría de este incremento se producirá en África y en el este/sudeste asiático³⁶.

Algunos ejemplos del coste del agua asociado a los alimentos	
Alimento	litros
Una barra de pan	40
Una manzana	70
Un huevo	135
Una taza de café	140
Una bolsa de patatas	185
Un vaso de leche	200
Una hamburguesa	2400

Figura 5. Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos en <https://thewaterproject.org/why-water/hunger>.

El sector agrícola deberá sufrir una profunda transformación para aumentar la eficiencia en el uso de agua, reducir las pérdidas y, lo que es más importante, aumentar la productividad de las cosechas.

El empleo de aguas residuales para el riego supone una alternativa cada vez más utilizada, tanto en países industrializados como en los que están en vías de desarrollo, para hacer frente a la escasez de agua potable debida al incremento de población, la urbanización y al cambio climático. Al menos un 10 % de la población consume alimentos producidos con el riego de aguas residuales³⁷. Por ejemplo, en California el 67 % de las aguas residuales se

³⁵ FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

³⁶ *Ibid.*

³⁷ *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Volume 2. Wastewater use in agriculture, WHO, 2006. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf (fecha de consulta: 4 de enero de 2017).

destinan al riego y en Israel esta cifra asciende al 75 %. El empleo de aguas residuales para el riego tiene la ventaja de reducir el uso de fertilizantes, al ser más ricas en nutrientes para las plantas. Esto aumenta los beneficios de los agricultores y, además, no ocasionan impactos en el medioambiente asociados a la utilización de fertilizantes artificiales. Sin embargo, cuando se riega con aguas residuales en las que no se ha realizado ningún tipo de tratamiento previo pueden aparecer riesgos para la salud derivados de la presencia de patógenos y de productos químicos.

Además de estos impactos directos que ejerce la producción de alimentos sobre los recursos hídricos, existen otros impactos indirectos relacionados con la propia naturaleza de los cultivos. Entre ellos conviene destacar la repercusión sobre la calidad del agua y la degradación de las tierras.

La presencia de compuestos de nitrógeno y fósforo en el agua, debido al uso de fertilizantes, origina la eutrofización de los ecosistemas acuáticos. Además, una alta concentración de nitritos y nitratos en el agua potable puede suponer un grave riesgo para la salud humana³⁸. Por otro lado, la salinización del agua empleada en los cultivos limita su productividad sobre todo en zonas áridas y semiáridas³⁹. Esta salinización se produce como consecuencia de la baja calidad del agua de riego o por intrusión directa del agua de mar, conocida como intrusión marina. La FAO establece que un 11 % de las áreas destinadas a los cultivos de regadío están afectadas por la salinidad⁴⁰.

La salinización puede llegar a alcanzar a los acuíferos, por lo que su deterioro puede causar riesgos para la seguridad alimentaria sobre todo en zonas como en la India, donde un 64 % del agua para riego procede de fuentes subterráneas⁴¹.

Sector ganadero

Los productos ganaderos proporcionan un tercio de la ingesta de proteínas de la población, pero también consumen un tercio del agua que se dedica globalmente a la agricultura. En los países en desarrollo, la mayor parte de la producción animal está relacionada con cultivos de secano, mientras que en los desarrollados proviene de explotaciones industrializadas intensivas. Con el incremento esperado de la demanda de proteínas junto con la escasez de agua, la competición por el agua será un factor en alza. Por este motivo es esencial mejorar la productividad hídrica en el sector ganadero, sobre todo

³⁸ http://cchealth.org/eh/small-water/pdf/nitrate_fact_sheet_pww_es.pdf (fecha de consulta: 4 de enero de 2017).

³⁹ Rozema, J., y Flowers, T. «Crops for a salinized world». *Science*, 322 (5907), 2008, pp. 1478-1480.

⁴⁰ FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

⁴¹ *Ibid.*

teniendo en cuenta que la causa que conduce al agotamiento de agua es, precisamente, la evaporación en la producción de piensos⁴².

Acuicultura y el sector pesquero

Por lo que respecta a la acuicultura, aparte de los beneficios que presenta para la producción de alimentos, también presenta conflictos relacionados con el agua, tanto por su uso como por sus residuos. Respecto a este último, la producción en jaulas, aunque no supone una importante pérdida de agua, presenta la desventaja de que se vierten gran cantidad de nutrientes y productos metabólicos a los ecosistemas acuáticos, por lo que su impacto medioambiental es mucho mayor que los de otros sistemas de producción acuáticos⁴³. En cuanto al consumo de agua en la acuicultura, la eficiencia depende de los sistemas empleados. Aunque los peces y los crustáceos son más eficientes que los animales terrestres, en cuanto al agua asociada a su alimentación, el uso de agua relacionada con los viveros puede ser muy alta, llegando a alcanzar la cifra de 45 m³ por kg⁴⁴.

En cuanto al sector pesquero, una mala gestión puede poner en peligro los ecosistemas y afectar a la seguridad alimentaria, tanto por la sobreexplotación de los recursos pesqueros como la utilización de prácticas de pesca destructivas, como la pesca de arrastre de fondo⁴⁵.

Nexo alimentos-energía

El sector alimentario consume alrededor de un 30 % del total del consumo de energía mundial⁴⁶. Por lo tanto, resulta muy difícil aumentar la producción de alimentos sin considerar un aumento en el uso de la energía. En el sector agrícola el consumo de energía está asociado a la preparación de la tierra, el uso de fertilizantes u otros insumos y en el transporte, aunque varía en función del tipo de cultivos, la zona geográfica y el sistema de producción.

El sector agrícola no es el principal consumidor de energía ya que en los países de la OECD supone un 3-5 % del total, mientras que en los países en desarrollo la cifra se sitúa alrededor del 4-8 %⁴⁷. Sin embargo, el coste de

⁴² Descheemaeker K., y Bunting, S. W., *et al.* «Increasing Water Productivity in Agriculture». Managing Water and Agroecosystems for Food Security. CAB International 2013.

⁴³ *Ibid.*

⁴⁴ Verdegem, M. C. J.; Bosma, R. H.; y Verreth, J. A. J. (2006). «Reducing water use for animal production through Aquaculture». International Journal of Water Resources Development, 22:1, 101-113, DOI: 10.1080/07900620500405544.

⁴⁵ Cinner, J. E. «Poverty and the use of destructive fishing gear near east African marine protected áreas». *Environmental Conservation* 36 (4), pp. 321-326, 2010.

⁴⁶ FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

⁴⁷ FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 revision. *Op. cit.*

la energía constituye un factor importante del coste en la agricultura. Si el precio de la energía aumenta lo harán también el precio de los productos agrícolas. En el caso de los cereales, la elasticidad del precio se sitúa en 0,28 %. Esto significa que un aumento del 100 % en el precio de la energía se traduce en un 28 % de incremento en el precio de los cereales⁴⁸. Por otro lado, los fertilizantes tienen una mayor elasticidad en el precio con un 0,55 % si además añadimos que su producción supone entre 1-2 %⁴⁹ del consumo mundial de energía, es posible deducir que un incremento en el precio de la energía influye directamente en el precio de los alimentos. De forma general y para evitar esta elasticidad, el sector de la agricultura

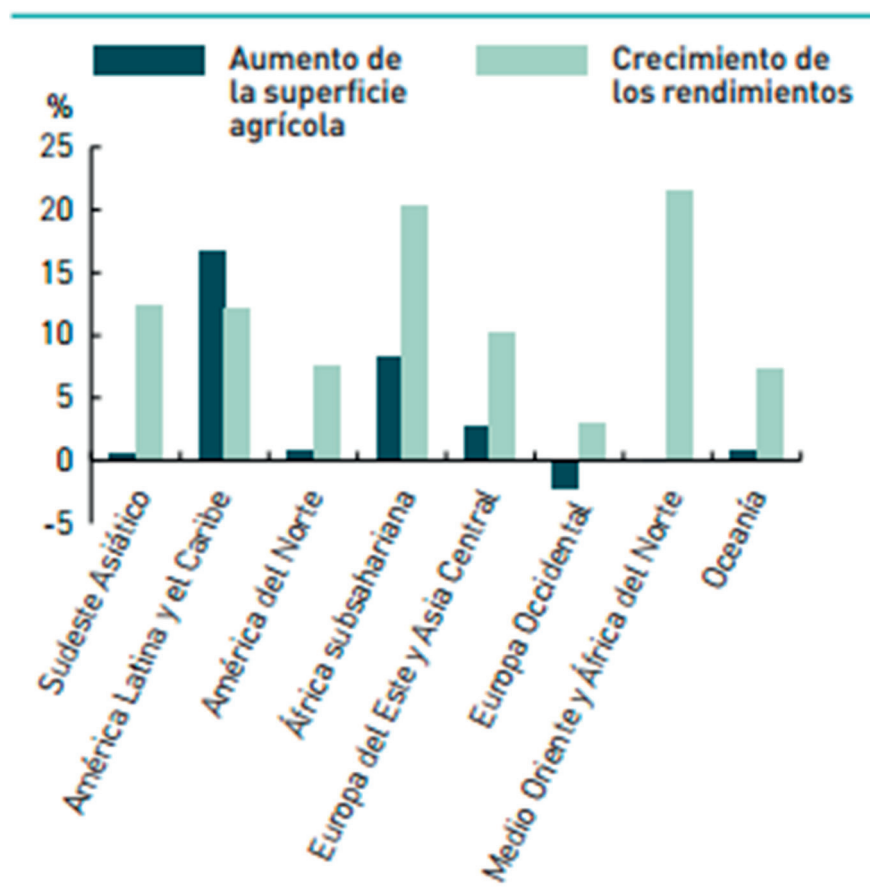


Figura 6. Fuente: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/docs/web_ES_Outlook_flyer_2016_final_5July2016.pdf.

⁴⁸ Informe: «How_to_Feed_the_World_in_2050», FAO, 2009.

⁴⁹ Wood, S., y Cowie, A. «A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production», IEA Bioenergy. Junio de 2004.

recibe fondos públicos en forma de subsidios. En el caso de India, China y en algunos países africanos las ayudas se enfocan al uso de fertilizantes. En India, Pakistán o Yemen la energía que se emplea en los sistemas de bombeo en los cultivos de regadío es gratis o está por debajo del precio de mercado. En el caso de Europa, existen subsidios para el consumo de energía en los invernaderos⁵⁰.

Además de considerar el coste de la energía en el sector agrícola, es necesario destacar la repercusión que tiene la producción de biocombustibles sobre la seguridad alimentaria⁵¹. Cuando se destinan cultivos a la producción de biocombustible, el primer efecto directo es la reducción de la disponibilidad de alimentos y piensos. Ello provoca un aumento de los precios y una reducción de la demanda de alimentos por parte de las personas pobres. Tiene, además, efectos de sustitución en el consumo y la producción, una de las razones por las que la subida de precios se transmite a otros cultivos⁵². Las políticas de seguridad alimentaria y sobre biocombustibles no pueden adoptarse separadamente puesto que están relacionadas entre sí. Debería otorgarse prioridad a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en la formulación de las políticas sobre biocombustibles. Según la IEA, se estima que la demanda de biocombustibles se triplique en 2050⁵³ y que el área necesaria para satisfacer esa demanda será de entre 2,5 y 20 veces mayor que el área actual asignada a la producción de biocombustibles, aunque este valor dependerá del tipo de fuentes utilizadas y del desarrollo de los combustibles de segunda generación. Entre 2007 y 2008 el uso de cereales secundarios para la producción de etanol alcanzó la cifra de 110 millones de toneladas, aproximadamente un 10 % de la producción global. Si se continúa con esta rápida expansión de la producción de biocombustibles en 2050, el número de niños desnutridos en África y el sur de Asia podría aumentar en 3 millones y 1,7 millones, respectivamente. Por este motivo, es necesario que las políticas dirigidas a fomentar la producción y uso de los biocombustibles se diseñen teniendo en cuenta la seguridad alimentaria con el objeto de reducir la competencia entre la producción de alimentos y la de biocombustibles en lugares con escasez de recursos⁵⁴.

En Asia, el desarrollo de la energía hidroeléctrica presenta un ejemplo de impacto directo que tiene el sector energético sobre el desarrollo sostenible.

⁵⁰ Informe: «Water, Food and Energy nexus challenges». WBCSD. *Op. cit.*

⁵¹ Medina Rey, José María. «Agrocombustibles y la seguridad alimentaria». *Cuaderno de Estrategia n.º 161*, «Seguridad alimentaria y seguridad global», IESE, 2010.

⁵² HLPE, 2013. *Los biocombustibles y la seguridad alimentaria*. Un informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma, 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2952s.pdf>.

⁵³ <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WE02013.pdf> (fecha de consulta: 23 de octubre de 2016).

⁵⁴ Informe: «How_to_Feed_the_World_in_2050», FAO, 2009.

La creación de numerosas presas en los principales ríos supone una amenaza, no solo desde el punto de vista ecológico sino también —y más preocupante— desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, ya que afecta negativamente a la agricultura, lo que está ocasionando migraciones masivas. Sin embargo, es necesario señalar que estos problemas no se presentan de forma intrínseca en todos los proyectos de construcción de presas, sino que en el caso asiático el principal problema reside en la falta de una adecuada gestión transfronteriza de los ríos, determinada por la posición dominante de China en la región⁵⁵.

El nexo agua-energía

El agua y la energía tienen una dependencia compleja cuya intensidad se verá incrementada en las próximas décadas. Los procesos de producción de energía requieren agua, por ejemplo, la generación térmica y la hidráulica generan, respectivamente, el 80 % y el 15 % de la electricidad mundial, pero ambas requieren grandes cantidades de agua⁵⁶. A su vez, la producción, el tratamiento, la distribución y el uso final de agua requieren energía, llegando a alcanzar, por ejemplo, en la India y Bangladesh, un 40 % del coste de operación de las instalaciones⁵⁷.

Por este motivo, desde hace algunos años, se está prestando una mayor atención al impacto que tiene la disponibilidad de agua en el sector energético y viceversa⁵⁸. Entender esta relación es fundamental para identificar los posibles puntos de fricción e implementar soluciones eficientes en la conjunción de ambos sectores, ya que el desarrollo de uno de ellos no puede repercutir negativamente en el otro.

Durante los próximos años se espera un consumo más intensivo de agua en el sector energético y viceversa, por lo que es necesario estudiar las distintas opciones disponibles para evitar una situación de conflicto de intereses entre ambos sectores. Ya existen políticas y tecnologías que contribuyen a disminuir la demanda de agua y energía y a disminuir los puntos de fricción, como son el establecimiento de políticas integradoras, la reubicación de infraestructuras de agua y energía, aprovechar la energía empleada en el tratamiento de aguas residuales, mejoras en la eficiencia entre ambos sectores y empleo de fuentes alternativas de agua en el sector eléctrico.

Tanto el agua como la energía constituyen dos objetivos específicos del desarrollo sostenible, en concreto el SDO 5 y SDO 6. Ambos objetivos son

⁵⁵ http://www.centreasia.eu/sites/default/files/publications_pdf/note-denjean_300816_2.pdf.

⁵⁶ Water for a sustainable World 2015.

⁵⁷ Informe: «A water-secure world for all». *Op. cit.*

⁵⁸ Desde el año 2012 la Agencia Internacional de la Energía ha introducido un apartado especial para tratar el nexo agua-energía dentro de sus informes anuales, «World Energy Outlook».

complementarios y la consecución de uno depende en gran medida de la consecución del otro. El 91 % de la población tiene acceso a una fuente de agua mejorada y el 84 % tiene acceso a la electricidad. Sin embargo, quedan 650 millones de personas sin tener acceso al agua y 1.200 millones sin tener acceso a la electricidad⁵⁹. El agua es un derecho humano pero la energía también contribuye a vivir con dignidad conforme a la Carta de Naciones Unidas sobre los Derechos Humanos. Sin embargo, existen disparidades en el precio entre uno y otro. El desarrollo del sector energético se mueve por fuerzas de mercado mientras que el del agua está determinado por factores sociales. El agua potable y el saneamiento, generalmente, son responsabilidad del sector público, mientras que el sector de la energía está dominado por el sector privado. A diferencia del sector energético, el sector del agua no tiene un precio internacional.

Los dos principales desafíos que existen al intentar abordar el problema de la relación entre energía y agua son que los dos sectores se gestionan de forma separada y que la planificación de los proyectos energéticos se hacen sin tener en cuenta los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, los conflictos con otros sectores o los efectos de cambio climático⁶⁰.

Por otro lado, los precios bajos, tanto de la energía como del agua, no favorecen las inversiones en eficiencia y conducen a situaciones de un mayor consumo. La mejora en la eficiencia de riego disminuye el consumo de agua y energía, siempre y cuando vayan acompañadas de una adecuada política de precios. Por ejemplo, si se mejora la eficiencia de las bombas de agua de riego pero no se aumenta el precio de la electricidad o se cambian las prácticas de riego puede suceder que se incremente el consumo de agua, provocando el agotamiento de los acuíferos. Como caso ilustrativo, el WEO-16 menciona el caso de Arabia Saudí, donde los precios bajos del agua y energía junto con la promoción de la agricultura doméstica han provocado unos niveles insostenibles de extracción de agua de acuíferos no renovables, alcanzando la cifra del 86 % en 2014⁶¹.

Por otro lado, las políticas de mitigación del cambio climático inciden de forma directa en el nexo entre el sector de la energía y el del agua —dos sectores que deben crecer para atender a las necesidades de la población mundial— pero sin aumentar las emisiones de CO₂ ni la extracción y consumo de agua, en el caso del primero, y sin agotar los recursos hídricos ni aumentar el consumo energético, en el caso del segundo. Según el informe «World Energy Outlook» de 2016, de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), según los compromisos de reducción adquiri-

⁵⁹ WEO 2016. IEA.

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ *Ibid.*

	Uses	Potential water quality impacts
Primary energy production		
Oil and gas	Drilling, well completion and hydraulic fracturing. Injection into the reservoir in secondary and enhanced oil recovery. Oil sands mining and in-situ recovery. Upgrading and refining into products.	Contamination by tailings seepage, fracturing fluids, flowback or produced water (surface and groundwater).
Coal	Cutting and dust suppression in mining and hauling. Washing to improve coal quality. Re-vegetation of surface mines. Long-distance transport via coal slurry.	Contamination by tailings seepage, mine drainage or produced water (surface and groundwater).
Biofuels	Irrigation for feedstock crop growth. Wet milling, washing and cooling in the fuel conversion process.	Contamination by runoff containing fertilisers, pesticides and sediments (surface and groundwater). Wastewater produced by refining.
Power generation		
Thermal (fossil fuel, nuclear and bioenergy)	Boiler feed, <i>i.e.</i> the water used to generate steam or hot water. Cooling for steam-condensing. Pollutant scrubbing using emissions-control equipment.	Thermal pollution by cooling water discharge (surface water). Impact on aquatic ecosystems. Air emissions that pollute water downwind (surface water). Discharge of boiler blowdown, <i>i.e.</i> boiler feed that contains suspended solids.
Concentrating solar power and geothermal	System fluids or boiler feed, <i>i.e.</i> the water used to generate steam or hot water. Cooling for steam-condensing.	Thermal pollution by cooling water discharge (surface water). Impact on aquatic ecosystems.
Hydropower	Electricity generation. Storage in a reservoir (for operating hydro-electric dams or energy storage).	Alteration of water temperatures, flow volume/timing and aquatic ecosystems. Evaporative losses from the reservoir.

Figura 7. Tabla de usos de agua en el sector energético y los impactos potenciales en la calidad del agua. Fuente: WEO 2016.

dos por los Estados que han ratificado el Acuerdo de París (*NDC*) se estima que el sector de la energía en el año 2040 alcance estos valores⁶²:

- La generación eléctrica mediante el uso de las renovables se situará en un 37 % frente al 23 % actual.
- El número de vehículos eléctricos a nivel mundial será de 150 millones frente al 1,3 actual.
- La demanda de gas natural crecerá un 50 %, alcanzado al carbón en el mix energético mundial.
- El consumo de petróleo será de 103 mb/d frente a los 92,5 mb/d de 2015.

⁶² <http://www.iea.org/media/publications/weo/WEQ2016Infographic.jpg>.

A pesar de este esfuerzo, el balance no es muy satisfactorio ya que las emisiones de CO₂ relacionadas con el sector energético aumentarán un 0,5 % anual, por lo que difícilmente se alcanzará el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones en 2100 para no superar los 2 °C de calentamiento del planeta. Es necesario, por tanto, realizar un mayor esfuerzo en la descarbonización de la economía, lo que incluye gestionar el nexo energía y agua de forma integral.

Esta gestión integral de ambos sectores es relativamente nueva. De hecho, en enero de 2014 el Banco Mundial lanzó la iniciativa «Thirsty Energy», con la que se pretende prestar ayuda a los países para afrontar el desafío que supone un mayor consumo de energía en entornos en los que se pueden producir restricciones de agua. La propuesta consiste en implementar un enfoque global e integrador de los dos sectores (agua y energía) teniendo en cuenta la demanda de ambos recursos, la experiencia y las particularidades políticas e institucionales de cada país. La iniciativa se ha puesto en marcha en países como Sudáfrica, China, Marruecos y México⁶³.

Según los datos del Banco Mundial, más de 780 millones de personas no tienen acceso al agua potable, mientras que 1.300 millones no tienen acceso a la electricidad⁶⁴.

La demanda de energía en el sector del agua

Según el WEO-2016 el consumo de energía en el sector del agua fue de 120 Mtoe en 2014. Esta demanda está relacionada, principalmente, con el sector eléctrico. Según el WEO-2016, en 2014 alrededor de un 4 % del consumo eléctrico estuvo relacionado con la extracción, distribución y tratamiento de agua, aunque también se emplearon, aproximadamente, 50 millones de toneladas de equivalente de petróleo en el uso de las bombas de riego y en las plantas desalinizadoras.

En 2040 se estima que la demanda de energía asociada al agua se duplique en términos generales en las próximas décadas debido, principalmente, a los siguientes factores⁶⁵:

- El incremento de la población y el aumento del nivel de vida.
- Una mayor escasez de suministro de agua en las proximidades de los centros de población como consecuencia de los efectos del cambio climático, que implicará que el agua tenga que ser transportada a mayor distancia, bombeada desde mayor profundidad o que tenga que ser sometida a tratamientos adicionales para su utilización.

⁶³ <http://www.worldbank.org/en/topic/water>.

⁶⁴ <http://www.worldbank.org/en/topic/sustainabledevelopment/brief/water-energy-nexus>.

⁶⁵ «Water for energy». World Energy Outlook, 2012.

Consumo de electricidad en el sector del agua en 2014	
Total 120 Mtoe	
Extracción de agua	40%
Tratamiento de aguas residuales	25%
Distribución	20%
Otros	15%

Figura 8. Fuente elaboración propia con datos obtenidos del WEO 2016.

- El aumento del empleo de sistemas de riego más eficientes, como los de bombeo, pero que requieren un mayor consumo de energía.
- La obtención de agua dulce mediante un proceso de desalinización es la opción más cara y de mayor consumo de energía para el tratamiento de agua. Se estima que en 2040 los proyectos de desalinización necesitarán el 20 % del total de la generación de electricidad relacionada con el agua. En concreto, en Oriente Medio la instalación de plantas desalinizadoras experimentará un gran auge, sobre todo en los países con escasos recursos hídricos, pero esto supondrá un consumo de energía del 10 % en 2014 en esta región.

La demanda de agua en el sector energético

Para poder estimar el «uso de agua por unidad de energía producida» es necesario contemplar tanto la extracción como el consumo, dos procesos relacionados pero diferentes. Por extracción se entiende el volumen de agua que se saca de la fuente y por consumo el volumen de agua que se extrae pero que no vuelve a la fuente, porque se evapora o se transporta a otro lugar y no está disponible para otros usos⁶⁶.

Según el WEO-2016, el sector energético es responsable del 10 % de la extracción de agua a nivel mundial. En 2040 se espera que aumente un 2 % hasta alcanzar los 400.000 bcm. El consumo de energía se incrementará en casi un 60 % entre 2014 y 2040 alcanzando los 75 bcm.

⁶⁶ WEO-2016.

El proceso de descarbonización gradual de las economías requiere un aumento en el uso de energías limpias. Sin embargo, algunas tecnologías como la eólica o la solar fotovoltaica requieren pocas cantidades de agua. Otras, como la producción de biocombustibles, la energía solar de concentración, los sistemas de captura de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) y la energía nuclear necesitan una gran demanda de agua. Por este motivo, la disponibilidad de agua debería constituir un factor clave para la decisión en la elección de un tipo u otro de tecnología. Esta situación puede resultar especialmente preocupante en las economías emergentes como China e India, donde el crecimiento demográfico y económico está aumentando el número de usuarios finales y donde el sector energético está basado, principalmente, en la industria del carbón y en la nuclear, situada en zonas que ya sufren estrés hídrico.

	Withdrawal (bcm)	Share of total energy water withdrawals	Consumption (bcm)	Share of total energy water consumption
Power	350	88%	17	36%
Fossil fuels	230	58%	13	28%
Nuclear	112	28%	4	8%
Renewables*	9	2%	1	1%
Primary energy production	47	12%	30	64%
Coal	11	3%	10	22%
Oil	8	2%	6	13%
Conventional	7	2%	6	12%
Unconventional	1	0%	1	1%
Natural gas	2	0%	2	3%
Conventional	1	0%	1	2%
Unconventional	1	0%	1	1%
Biofuels**	26	7%	12	25%
Total	398	100%	48	100%

* Renewables includes bioenergy, geothermal, concentrating solar power (CSP), solar photovoltaics (PV) and wind.

** Refers to irrigated crops grown as feedstock for biofuels.

Figura 9. Extracción y consumo de agua relacionado con el sector energético, 2014.

Fuente: WEO 2016.

Para alcanzar la sostenibilidad del agua será necesario mejorar la eficiencia de las plantas térmicas que generan —como se ha mencionado anteriormente— el 80 % de la producción eléctrica mundial. Para ello será necesario adoptar sistemas de refrigeración sin agua (*dry-cooling*) o tecnologías de doble ciclo de alta eficiencia. El empleo de agua residual o de agua salada ofrece un gran potencial para disminuir la demanda de agua dulce en el sector energético.

Por otro lado, los biocombustibles suponen una alternativa a los combustibles fósiles, pero también ejercen un impacto sobre los recursos hídricos,

dependiendo de su forma de cultivarlo, o bien de secano o bien de regadío. En este último caso el consumo de agua puede ser mucho mayor de la empleada en la producción de combustibles fósiles y afecta en mayor medida a la disponibilidad de agua para otros usos. Sin embargo, los cultivos de secano no alteran tanto el ciclo del agua. Aunque la producción de biocombustibles puede ayudar a reducir la pobreza y a reducir las emisiones de CO₂, lo cierto es que también ejercen un impacto negativo en la seguridad alimentaria y en la sostenibilidad medioambiental.

Por lo que respecta a la generación hidroeléctrica, representa el 16 % del total de energía producida a nivel mundial y constituye, además, una fuente de almacenamiento de agua. Las consecuencias del cambio climático, como la aparición de sequías prolongadas o las fluctuaciones estacionales en la disponibilidad del agua, tienen grandes impactos sobre la generación hidroeléctrica. Por ejemplo, Zambia depende este tipo de energía para producir el 95 % de su electricidad. La sequía de los años 2015 y 2016 ha provocado que la presa Kariva —que genera el 40 % de la electricidad del país— haya tenido que operar a un cuarto de su capacidad o incluso menor⁶⁷.

La influencia del sector energético en la calidad del agua

La relación entre agua y energía no solo debe enfocarse desde el punto de vista del consumo y la demanda. Las plantas térmicas vierten gran cantidad de agua caliente que puede afectar a los ecosistemas acuáticos. El cultivo de biocombustibles también genera una sobrecarga de nutrientes en ríos y acuíferos, afectando a la calidad del agua. La industria del carbón también contamina los acuíferos y el agua generada en la extracción de gas y petróleo —que presenta un gran contenido en sal— es reinyectada como agua subterránea alterando el equilibrio natural.

A pesar de esta clara relación entre agua y energía, generalmente no se tiene en cuenta el impacto de determinados procesos de producción de energía sobre el agua. Estos dos sectores se gestionan y se regulan de forma separada, lo que ha generado que se hayan realizado proyectos energéticos que han comprometido la disponibilidad de agua para otros usos básicos.

El sector hidroeléctrico ofrece grandes oportunidades para obtener un beneficio mutuo. Las mejoras en la cooperación entre las redes eléctricas y las organizaciones que gestionan las cuencas transfronterizas pueden ayudar a gestionar el sector energético, permitiendo además disponer de agua para otros usos.

⁶⁷ WEO 2016.

La gestión del agua en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En septiembre de 2015 la Asamblea General de la ONU aprobó la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en la que se establecieron diecisiete objetivos, conocidos como objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y que sustituyen a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Al contrario que sus predecesores, los ODS no solo establecen metas sino también la forma de alcanzarlas, lo que supone un avance muy importante y, además, presentan un enfoque más orientado hacia los derechos humanos. Estos diecisiete objetivos constituyen la base de una agenda universal, integradora y transformadora para constituir un mundo mejor⁶⁸.

Respecto a la consideración de la importancia del agua para alcanzar un desarrollo sostenible se ha conseguido un gran avance, ya que el agua y el saneamiento constituyen un objetivo específico, en concreto el número 6. Sin embargo, a pesar de dedicar un objetivo específico, es necesario considerar que el agua es un recurso estratégico y transversal que incide en el cumplimiento de todos los demás objetivos. Por este motivo, realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos es imprescindible para alcanzar no solo las metas establecidas en este objetivo específico del agua sino también para poder conseguir los otros ODS. El agua constituye un nexo común a todos los objetivos y es un componente transversal a todos ellos. Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible si no se considera el agua como factor clave para el desarrollo y la igualdad de todos los habitantes del planeta.



Figura 10. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo 1: fin de la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Según las metas que se recogen en este objetivo se debe garantizar que todos los hombres y las mujeres, y en particular los pobres y los vulnera-

⁶⁸ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/palabras-del-secretario-general-en-la-cumbre-para-la-aprobacion-de-la-agenda-para-el-desarrollo-des-pues-de-2015/>.

bles, tengan acceso a los servicios básicos y a los recursos naturales. El agua es un recurso vital, básico e imprescindible para la alimentación, la salud y el bienestar de las poblaciones. Por lo tanto, es fácil deducir que el cumplimiento de este objetivo no será posible sin considerar el agua y el saneamiento como un derecho humano y un recurso finito que necesita ser gestionado adecuadamente⁶⁹.

En este objetivo también se establece la necesidad de aumentar la resiliencia de los más pobres para reducir la vulnerabilidad frente a los fenómenos meteorológicos extremos y a las consecuencias del cambio climático como inundaciones o sequías.

Por otro lado, la pobreza está íntimamente ligada a la falta de higiene y a la falta de saneamiento. El derecho humano al agua y al saneamiento debería ser el eje fundamental de los Gobiernos para terminar con la pobreza en el mundo.

El Banco Mundial establece que en los países en desarrollo el sector del agua presenta una situación crónica en cuanto a su ineficiencia y la escasa financiación⁷⁰. Según esta organización, el desarrollo de infraestructuras relacionadas con el agua es la clave de la estrategia para reducir la pobreza⁷¹. Entre estas infraestructuras, se encuentran los sistemas de suministro de agua potable y saneamiento, la construcción de presas y las inversiones en sistema de riego. Estos proyectos junto con el empleo de las nuevas tecnologías son la solución para crear sistemas de riego más eficientes, minimizando las pérdidas por evaporación.

Objetivo 2: poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Entre las metas incluidas en este objetivo, relacionadas con el agua, destaca la necesidad de duplicar la productividad agrícola en el año 2030 y la de aplicar prácticas agrícolas resilientes al cambio climático, a las sequías y a las inundaciones.

Tanto la agricultura como la seguridad alimentaria están vinculadas con el agua y por este motivo es necesario que cuando se diseñen políticas se tenga en cuenta esta estrecha relación.

⁶⁹ Hidalgo, M. «La gestión del agua: factor clave para el cumplimiento de los ODS». Documento de análisis 43/2016.

⁷⁰ <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/water-sanitation>.

⁷¹ <http://siteresources.worldbank.org/INTWDRS/Resources/477365-1327599046334/8394679-1327614067045/WDROver2008-ENG.pdf>.

Objetivo 3: garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Con el establecimiento de este objetivo se pretende reducir en el horizonte de 2030 las muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire, de agua y del suelo, así como poner fin a algunas enfermedades, entre las que se encuentran algunas transmitidas por el agua.

La higiene y la mejora de la calidad del agua constituyen actuaciones imprescindibles para evitar la propagación de enfermedades infecciosas. Cada día mueren miles de niños por enfermedades diarreicas relacionadas con el agua y el saneamiento.

Además, el aseo y la higiene personal influyen de forma muy positiva en el bienestar de las personas y en muchos aspectos relacionados con su dignidad⁷².

Objetivo 4: garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Una de las metas que se incluyen en este objetivo establece que en 2030 todos los niños y niñas terminen los ciclos de educación obligatoria y que adquieran conocimientos teóricos y prácticos para promover el desarrollo sostenible.

En los países en desarrollo las niñas no pueden ir a la escuela porque deben atender tareas domésticas, entre las que se incluye la recogida de agua a varios kilómetros de su hogar. Para evitar estos desplazamientos se ha establecido que la distancia de una fuente de agua potable no sea mayor de un kilómetro. Este criterio permitirá que las niñas dispongan de tiempo para ir a las escuelas.

Otro ejemplo de este carácter discriminatorio del agua en relación a la educación equitativa de género se puede encontrar en Afganistán, donde los talibanes en algunas ocasiones han contaminado el agua de las escuelas de las niñas para evitar que estas asistieran a las clases⁷³.

En relación a la difusión de la importancia del desarrollo sostenible en el ámbito educativo es necesario enfatizar que este esfuerzo debe realizarse sobre todo en los países desarrollados, donde la mayoría de los escolares son ajenos a los problemas de escasez de recursos básicos. La concienciación del uso responsable y eficiente del agua desde la infancia es funda-

⁷² <http://www.ohchr.org>.

⁷³ <http://edition.cnn.com/2012> Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

mental para evitar problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos.

Objetivo 5: lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Entre las metas que se consideran en este objetivo se encuentra la de emprender las reformas necesarias que otorguen a las mujeres el acceso a la propiedad, a los recursos financieros y a los recursos naturales, el control de las tierras, entre los que se incluye el agua.

Como se ha comentado anteriormente, el agua posee un fuerte carácter discriminatorio de género, principalmente en el ámbito rural donde la mujer juega un papel fundamental para la subsistencia de sus comunidades. La mujer se encarga de las tareas domésticas, como la recogida de agua y leña, realiza tareas agrícolas y ganaderas y además vende los excedentes de sus cosechas en los mercados locales. Además de estas tareas, la mujer también es la encargada del cuidado y educación de la familia⁷⁴.

En la actualidad existe una importante brecha de género en el acceso a los recursos básicos como la tierra o el agua. Según los datos que se aportaron en la 56.ª Sesión de la CSW (*Commission Status of Women*)⁷⁵, las mujeres del África subsahariana invierten, en conjunto, unos 40.000 millones de horas anuales en proveer agua para ellas y sus familias. En Guinea las mujeres dedican semanalmente 5,7 horas a buscar agua, mientras que los hombres dedican 2,3. En Sierra Leona la media es de 7,3 horas para las mujeres frente a las 4,5 horas que dedican los hombres. En Malawi existe una mayor diferencia, ya que las mujeres dedican 9,1 horas frente a la 1,1 de los hombres.

Objetivo 6: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Han sido muchas las organizaciones las que han propuesto y argumentado la necesidad de que el agua estuviera contemplada como objetivo propio, como finalmente así ha sido.

A pesar de que el agua es un elemento transversal para el cumplimiento de todos los ODS, se le ha dedicado un objetivo especial para enfatizar la necesidad de lograr su acceso seguro, accesible y asequible como derecho humano reconocido.

⁷⁴ Hidalgo, M. «El papel de la mujer en la seguridad alimentaria». *Cuaderno de Estrategia* n.º 161, IEEA.

⁷⁵ <http://www.unwomen.org/es/news/in-focus/commission-on-the-status-of-women-2012/facts-and-figures>.

Se ha diferenciado el agua y el saneamiento para evitar la priorización, ya que tradicionalmente a este último se le ha prestado menor atención. Se trata de uno de los objetivos más ambiciosos, ya que no solo se refiere al acceso sino también a la necesidad de realizar una gestión integral de los recursos hídricos y el fomento de la cooperación internacional, incluyendo la cooperación transfronteriza.

Objetivo 7: garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Entre las metas que se incluyen en este objetivo se incluye la de garantizar en 2030 el acceso universal a servicios energéticos asequibles, seguros y modernos, así como fomentar el uso de las energías renovables.

Como se ha expuesto con anterioridad, existe un nexo directo entre agua y energía. La mitigación del cambio climático exige una descarbonización de la economía, por lo que las energías renovables constituyen una apuesta necesaria. Sin embargo, hay que tener en cuenta que algunas energías renovables requieren grandes cantidades de agua y en el futuro se pueden ocasionar situaciones de fricción en la elección del destino final de ambos recursos: sector agrícola o a la producción de energía.

En el caso inverso es necesario indicar que la producción de agua potable también lleva asociado un importante consumo energético. La desalinización se alza como la gran apuesta de algunos países como Marruecos para poder atender a una mayor demanda de agua. Sin embargo, este proceso requiera grandes cantidades de energía.

Objetivo 8: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Entre 2016 y 2030 será necesario crear 470 millones de empleos⁷⁶ para satisfacer la demanda de personas que se incorporarán al mercado laboral, por lo que será necesario establecer políticas que fomenten la creación de empleo digno, la creatividad y la innovación. Sin embargo, desde el punto de vista de la sostenibilidad este crecimiento económico debe desvincularse de la degradación medioambiental.

En el caso del cambio climático y la descarbonización de las economías esta desvinculación ya se está produciendo, lo que demuestra que es posible

⁷⁶ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/> (fecha de consulta: 12 de junio de 2016).

el crecimiento económico sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero⁷⁷.

Los efectos negativos del cambio climático afectan a la economía mundial. Según el Informe Stern elaborado en 2006, la economía mundial podría perder un 20 % del PIB en el siglo XXI por las consecuencias del cambio climático y que solo haría falta invertir un 1 % para evitarlo⁷⁸. En la actualidad estas previsiones son peores ya que al ritmo actual de las emisiones de gases de efecto invernadero el PIB mundial podría reducirse un 23 %⁷⁹.

Una gestión no adecuada del agua puede agravar los impactos negativos socioeconómicos relacionados con el cambio climático. La falta de disponibilidad de agua incide de forma directa en cualquier sistema productivo. Según el informe World Water Development Report 2016, titulado *Water and Jobs*⁸⁰, de cada cuatro puestos de trabajo tres dependen del agua, por lo que el crecimiento económico implicará una mayor demanda de agua. Al igual que ha sucedido con el cambio climático, será necesario desvincular este crecimiento económico del aumento de la demanda de agua.

Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

El agua se considera un recurso estratégico, por este motivo las infraestructuras relacionadas con el agua pueden ser objeto de ataques malintencionados con objeto de alterar la actividad normal de las poblaciones y producir desestabilización y pánico entre la sociedad. El término resiliencia hace referencia a la capacidad de hacer frente a una situación adversa y a la adaptación a las nuevas circunstancias, realizando las transformaciones necesarias para volver a la actividad normal lo antes posible y lo que es más importante: la implantación de medidas necesarias con el objeto de estar preparados para futuras perturbaciones⁸¹.

Por lo que respecta a la industrialización inclusiva, el agua constituye uno de los factores más importantes para conseguir la integración de las poblaciones. Aproximadamente 800 millones de personas no tienen acceso al agua potable. Esta cifra se incrementa hasta los 2.500 millones cuando se con-

⁷⁷ <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>.

⁷⁸ Informe disponible en:

http://www.wwf.se/source.php/1169157/Stern%20Report_Exec%20Summary.pdf.

⁷⁹ Burke, Marshall; M. Hsiang, Solomon, y Miguel, Edward. «Global non-linear effect of temperature on economic production». *Nature* 527, pp. 235-239. Noviembre, 2015.

⁸⁰ Disponible en: <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/396246/>.

⁸¹ Hidalgo, M. Documento informativo 03/2017. «Las ciudades como objetivo de desarrollo sostenible». Disponible en www.ieee.es.

tabiliza la falta de acceso a sistemas de saneamiento básicos⁸². La mayoría de ellos se encuentran en África y Asia Meridional. Esta situación es especialmente preocupante en las ciudades donde la población que habita en los suburbios no tiene acceso al agua, fomentando los problemas de integración y de marginación.

En cuanto a la innovación, el sector agrícola ofrece muchas posibilidades de mejora en la eficiencia del uso de agua para disminuir su demanda, como aumentar la productividad de las cosechas. La desalinización también puede provocar una revolución en el sector del agua para hacer frente al aumento de la demanda de agua y al cambio en los patrones de precipitaciones motivados por el cambio climático.

El fomento de los sistemas de almacenamiento de agua también es una de las opciones de desarrollo futuras desde el punto de vista de la creación de infraestructuras. Según los datos del Banco Mundial se estima que el número de presas construidas aumente un 16 % en 2030, lo que permitirá aumentar la capacidad de almacenamiento de agua un 40 %⁸³.

Objetivo 10: reducir la desigualdad en y entre los países

El agua es uno de los factores que más desigualdad genera. A pesar de ser derechos humanos, el acceso al agua y al saneamiento son los factores más básicos para diferenciar entre ricos y pobres. Gran parte de los fondos destinados a la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo están relacionados con el agua, bien a través de la mejora en la producción agrícola, bien a través de las mejoras en las infraestructuras para minimizar las consecuencias de las sequías e inundaciones o bien para mejorar los sistemas de saneamiento.

Objetivo 11: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Según la ONU, en 2030 un 60 % de la población vivirá en zonas urbanas. Un 95 % de esta expansión se va a producir en países en desarrollo de África y Asia. La población urbana en estos países aumentará de 2.900 millones en 2015 a 4.300 millones en 2035⁸⁴. Los expertos en urbanismo señalan que las ciudades bien diseñadas son la forma más eficiente y sostenible de vivir en el planeta⁸⁵. Sin embargo, este ascenso acelerado de población urbana im-

⁸² <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>.

⁸³ <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>.

⁸⁴ <http://www.act.nato.int/urbanisation>.

⁸⁵ Declaraciones de Michael Sorkin, arquitecto y experto en urbanismo. Video disponible en: <https://vimeo.com/109724578>.

plica importantes retos, como son el aumento de la demanda de una vivienda digna, un sistema de transporte adecuado, un mayor número de infraestructuras y servicios básicos, y una mayor demanda de empleo⁸⁶.

Las ciudades alteran el ciclo del agua de diferentes formas, entre las que se encuentran: la retirada de agua de superficie y de los acuíferos, el aumento de las superficies impermeables que aumentan los riesgos de inundaciones y la contaminación provocada por el vertido de aguas residuales sin tratar. Esto último es especialmente preocupante en el caso de los países en desarrollo, donde un 90 % del agua se vierte directamente sin tratar a los ríos, lagos, etcétera, lo que provoca contaminación y aumenta los riesgos de la salud⁸⁷.

Según el Banco Mundial⁸⁸ las ciudades deberán proveer más servicios a una media de 70 millones de personas al año en los próximos veinte años, lo que supone todo un desafío cuando se trata del acceso al agua y al saneamiento.

Además de este uso directo de recursos hídricos, también hay que considerar que las ciudades son centros de gran consumo de bienes y servicios, por lo que también es necesario tener en cuenta el agua virtual asociada.

Las ciudades también están expuestas a diversos riesgos medioambientales, como la escasez de agua y los derivados del cambio climático. Esta situación es especialmente preocupante en aquellas ciudades situadas en los deltas de los ríos, donde se pueden producir inundaciones, salinización de los acuíferos, el aumento del nivel del mar o la destrucción de los ecosistemas. De todas las catástrofes naturales las inundaciones son las que más afectan a la población urbana, siendo esta situación especialmente preocupante en los suburbios por ser donde se localiza una tercera parte de la población urbana mundial⁸⁹.

Este incremento en la tasa de urbanización está asociado a una mayor competencia por el agua para su uso en agricultura, su uso industrial o uso doméstico, incidiendo de forma negativa entre la población más pobre.

Para lograr la sostenibilidad de las ciudades es necesario planificar y gestionar el agua teniendo en cuenta su ciclo natural⁹⁰. Promover la minimización de los residuos hídricos y su tratamiento, la reutilización del agua, disminuir su pérdida e incrementar su almacenamiento y la recarga son alguna de las soluciones. También será necesario monitorizar el aumento de contaminan-

⁸⁶ <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview#1>.

⁸⁷ Informe: «WaterforSustainableWorld». UN, Water, 2015.

⁸⁸ World Bank. 2015. A Water-SecureWorldforAll. WaterforDevelopment: Responding to the challenges. Washington, DC: World Bank.

⁸⁹ Messages and PolicyRecommendations, WaterSummit, Budapest, 28-30, November 2016. Disponible en: www.budapestwatersummit.hu.

⁹⁰ Messages and PolicyRecommendations, WaterSummit, Budapest, 28-30, November 2016. Disponible en: www.budapestwatersummit.hu.

tes como productos farmacéuticos y de higiene, cuyo consumo se verá incrementado a medida que el auge de las clases sociales medias vaya teniendo un mayor acceso a estos productos en los países en desarrollo.

También es importante realizar una distribución equitativa de los recursos hídricos. En la India solo un 71 % de las viviendas urbanas tiene acceso a agua potable y una de cada cinco viviendas no tiene baño propio. De hecho, en la India habita casi la mitad de la población mundial que defeca al aire libre. En ciudades como Mumbai el 50 % de la población vive en asentamientos informales sin acceso o con acceso restringido a servicios básicos como el agua potable, el saneamiento, la electricidad o la gestión de residuos⁹¹.

Objetivo 12: garantizar modalidades de consumo y producción sostenible

En este objetivo se menciona el agua de forma específica junto con la energía y los alimentos. El planeta solo dispone del 0,5 % del agua dulce para satisfacer las necesidades humanas y de los ecosistemas⁹². El uso excesivo y mal gestionado puede conducir a situaciones de estrés hídrico, como se está produciendo en algunos acuíferos. Según un informe de la NASA⁹³, veintiuno de los treinta y siete acuíferos más grandes del planeta están en situación crítica, es decir, que se saca más agua de la que se repone. De ellos, los que presentan una peor situación se sitúan en el noroeste de la India, Pakistán y el norte de África. Todas ellas regiones pobres y con una alta densidad de población.

La creciente demanda de población que va experimentar el mundo puede ejercer presión sobre todos los recursos pero, principalmente, sobre los más básicos como el agua, los alimentos y la energía. En el año 2050 se estima que la demanda de agua se incremente en un 55 % debido al aumento de la población, la creciente urbanización, el consumo creciente de alimentos y agua y al desarrollo económico. La industria, la generación termoeléctrica y el uso doméstico⁹⁴ serán los sectores donde se produzca un aumento mayor de la demanda de recursos hídricos.

Además de este aumento del consumo directo de agua, el incremento de la población mundial y especialmente el de la clase media en las economías emergentes va a generar un mayor consumo, no solo de los productos bási-

⁹¹ <https://www.weforum.org/agenda/2016/04/these-are-the-challenges-faced-by-india-s-urban-poor-and-how-we-can-solve-them/>.

⁹² <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production>.

⁹³ Información obtenida en <https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2015/06/16/new-nasa-studies-show-how-the-world-is-running-out-of-water/>.

⁹⁴ Water for a sustainable world WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable World, París, UNESCO.

co sino también de aquellos más propios de una sociedad consumista, como lo ha sido de forma tradicional la sociedad occidental. Los nuevos hábitos alimentarios, el consumo de ropa y accesorios por encima de las necesidades básicas también llevan implícitos unos costes hídricos, conocidos como huella hídrica.

Objetivo 13: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Los efectos del cambio climático son complejos e impredecibles pero inciden de forma directa tanto en la disponibilidad como en la demanda de agua. En 2025, alrededor de 1.800 millones de personas vivirán en regiones que presentarán una escasez absoluta de agua, dos tercios de la población mundial podrían vivir en condiciones de estrés hídrico⁹⁵.

El agua es a la adaptación lo que la energía es a la mitigación⁹⁶. Según señala el 5.º Informe del IPCC, la gestión integral de los recursos hídricos puede constituir un instrumento muy útil para abordar la adaptación al cambio climático. Esta gestión integral incluso se podría incluir dentro de una Evaluación Estratégica Medioambiental que abordara no solo el tema del agua sino otros recursos desde el punto de vista de la sostenibilidad. Sin embargo, según señala el informe, existen ciertas barreras para considerar el sector del agua como fundamental desde el punto de vista de la adaptación, entre ellas la falta de capacidad humana e institucional, la falta de recursos financieros, la falta de evaluaciones y estimaciones y la falta de comunicación⁹⁷.

Sin embargo, a pesar de estos obstáculos, la adaptación al cambio climático está tomando cada vez un mayor protagonismo en las negociaciones internacionales y en la provisión de fondos. Por este motivo, tanto en la COP21, celebrada en París a finales de 2015, como en la COP22 de Marrakech se han dado pasos decisivos para que el agua y la adaptación sean incluidas en la agenda de acción contra el cambio climático.

En la COP22 hubo un día dedicado al agua, denominado *Water Action Day*, en él se abordaron los siguientes temas: el agua y el desarrollo sostenible, el establecimiento de una alianza del agua con los sectores socioeconómicos, los mecanismos de financiación relacionados con la adaptación y mitigación en el sector el agua, con especial atención en el continente africano, gestión integral del agua en áreas urbanas y de las cuencas hidrográficas y la mejora de conocimientos, cooperación internacional y desarrollo de capacidades.

⁹⁵ <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/204294>.

⁹⁶ Informe: «High and Dry, ClimateChange, Water and the Economy 2016» del World Bank Group, disponible en: <http://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/high-and-dry-climate-change-water-and-the-economy>.

⁹⁷ <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> Fecha de consulta: 8 de enero de 2017.

Además, en la COP22 se presentaron dos nuevas iniciativas: «Water for Africa» e «Internacionaal Network of Parliamentarians for water» que se suman a las ya existentes como #Climate Water initiative, «Paris Pact on water and climate change adaptation to river basins, lakes and aquifers», «Business Alliance for water and Climate» y «Megacities Alliance for water and climate».

Algunos países han incorporado en sus *NDC (National Determined Contribution)* aspectos relativos a la gestión de recursos hídricos, lo que ha contribuido a aumentar la visibilidad del agua en las discusiones internacionales sobre el cambio climático. En muchas de estas contribuciones se recogen, dentro de la adaptación, acciones muy específicas relacionadas con el agua. Las opciones propuestas son muy variadas y van desde el ahorro de energía, la garantía de suministro o la introducción de mejoras en su localización⁹⁸ y distribución.

Jordania es uno de los países que mayor atención ha prestado en su *NDC*⁹⁹ a las acciones de adaptación en el sector del agua. La escasez de los recursos hídricos es una de las mayores barreras que presenta el país para alcanzar un desarrollo sostenible. Jordania dispone de un Ministerio del Agua y Riego y de una Estrategia de Gestión del Agua, «*Water for Life: Jordan's Water Strategy - 2008-2022*»¹⁰⁰.

En la *NDC* presentada por Bahrein se menciona la necesidad de llevar a cabo una estrategia de recursos hídricos integral y resistente al cambio climático y enfocado hacia una gestión sostenible. Para llevar a cabo esta coordinación, en 2009 se creó el «National Water Resources Council». Además, el *Ministry of Electricity and Water* está llevando a cabo el proyecto «Water Conservation Initiative» para actualizar la red de distribución de agua con el objeto de minimizar pérdidas, disminuir el consumo de agua y disminuir la energía requerida para las plantas desalinizadoras, fomentando la reducción de emisiones. Este planteamiento constituye un ejemplo de cómo la adaptación contribuye a la mitigación¹⁰¹.

Kuwait¹⁰² y Qatar¹⁰³ también mencionan la importancia de la gestión de los recursos hídricos en sus *NDC* presentadas. El primero señala el desarrollo

⁹⁸ Hidalgo, M. Documento de análisis 55/2015: «La gestión de los recursos hídricos en la adaptación al cambio climático».

⁹⁹ <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Jordan/1/Jordan%20INDCs%20Final.pdf>.

¹⁰⁰ <http://www.emwis.org/documents/database/water-life-jordans-water-strategy-2008-2022>.

¹⁰¹ http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Bahrain/1/INDC_Kingdom_of_Bahrain.pdf.

¹⁰² http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Kuwait/1/Kuwait_INDcs_English_Version.pdf.

¹⁰³ <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Qatar/1/Qatar%20INDCs%20Report%20-English.pdf>.

de un programa de gestión del agua para el país y la importancia de la educación de la población en temas medioambientales. Por su parte, Qatar pretende abordar la explotación de sus recursos de forma sostenible tal y como se contempla en el documento «Qatar National Vision 2030». En relación al agua, cabe destacar la mejora en los procesos de depuración del agua para ser utilizada en agricultura en lugar de agua potable y la mejora en los procesos de desalinización con el empleo de energías renovables. Además, la aprobación de una Ley Nacional del Agua refuerza la importancia que tiene el agua para el Gobierno qatari.

En Emiratos Árabes¹⁰⁴ se pretende establecer un marco federal estratégico para la gestión del agua, pues se considera que el cambio climático afectará a la disponibilidad de recursos hídricos. Al igual que otros países de la zona, la reutilización del agua y la desalinización, empleando tecnologías más eficientes y energías renovables, son las dos principales opciones que se contemplan para abordar los problemas de escasez.

La gestión integrada del agua con el desarrollo de nuevas fuentes, la construcción de presas y la recarga de acuíferos son algunas de las propuestas realizadas en la *NDC* de Arabia Saudí¹⁰⁵. Además fomentará la reducción del consumo de agua y la reutilización de aguas residuales a nivel doméstico, industrial y comercial, así como la producción de agua desalinizada.

Para Líbano¹⁰⁶ la adaptación al cambio climático constituye una prioridad. Para minimizar su efecto sobre los recursos hídricos, las áreas de actuación del Gobierno libanés se focalizan en la construcción de presas, optimización de los recursos existentes y la mejora en la eficiencia del uso del agua, principalmente en el sector del riego. Todas estas medidas se encuentran contempladas en la estrategia «National Water Sector».

En la *NDC* presentada por Israel¹⁰⁷ la adaptación ocupa un peso mucho menos relevante que la mitigación. Solamente se menciona el Plan Nacional de Adaptación y el *Climate Change Information Center (ICCIC)* encargado de recoger datos científicos para evaluar el impacto del cambio climático en sectores como los recursos hídricos, la biodiversidad, la salud pública y el plan urbanístico.

¹⁰⁴ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/United%20Arab%20Emirates%20First/UAE%20INDC%20-%202022%20October.pdf>.

¹⁰⁵ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Saudi%20Arabia%20First/KSA-INDCs%20English.pdf>.

¹⁰⁶ <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Lebanon/1/Republic%20of%20Lebanon%20-%20INDC%20-%20September%202015.pdf>.

¹⁰⁷ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Israel%20First/Israel%20INDC.pdf>.

Uno de los países que mayor énfasis ha prestado a la gestión de sus recursos hídricos dentro de su *NDC* es Marruecos¹⁰⁸, puesto que considera que se trata del factor más crítico para alcanzar un desarrollo sostenible. Además de los compromisos de mitigación, en el documento se establecen objetivos concretos en los horizontes de 2020 y 2030. Por ejemplo, en un futuro próximo, Marruecos pretende sustituir la explotación de sus acuíferos (alrededor de 85 millones de m³/año) por la de agua superficial e incrementar el riego por goteo desde las 154.000 hectáreas de la actualidad a las 555.000 en 2020 y a 920.000 en 2030. Entre los objetivos establecidos para el 2030 se encuentran la desalinización de 285 millones de m³ al año, la reutilización de 325 millones de m³ de agua residual y la construcción de treinta y ocho nuevas presas.

En el caso de Singapur¹⁰⁹ entre las medidas de adaptación presentadas en su *NDC* se establece el objetivo de satisfacer la demanda de agua en un 80 %, empleando la desalinización y de reutilización de agua. En cuanto a la captura de agua, Singapur pretende alcanzar la cifra del 90 % de su territorio mediante técnicas de salinidad variable aplicadas en los ríos y en las proximidades de la costa. Por lo que respecta a la mejora de su seguridad hídrica, ha diseñado un suministro diversificado y seguro basado en los «Four National Taps»¹¹⁰: captura de agua, importación de agua (de Malasia), la desalinización y reutilización.

Por lo que respecta a España, que también se encuentra en el listado, no ha presentado su *NDC* de forma individual sino que el compromiso se ha adquirido en el marco de la Unión Europea¹¹¹, cuyo *NDC* está enfocado, principalmente, en la mitigación y, por lo tanto, no menciona la gestión de recursos hídricos.

Objetivo 14: conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Los océanos constituyen el 99 % del espacio vital del planeta y contienen el 97 % del agua de la Tierra. El propósito de este objetivo es evitar la sobreexplotación para evitar la pérdida de recursos pesqueros, evitar la contaminación, mejorar su conservación y promover un uso sostenible.

¹⁰⁸ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Morocco%20First/Morocco%20First%20NDC-English.pdf>.

¹⁰⁹ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Singapore%20First/Singapore%20INDC.pdf>.

¹¹⁰ <https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps>.

¹¹¹ <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/European%20Union%20First/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>.

Objetivo 15: promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de diversidad biológica

Según el informe del Banco Mundial titulado «High and Dry» de 2016, nos espera un futuro sediento e incierto si no somos capaces de hacer frente a la vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres frente al cambio climático. Esta pérdida de biodiversidad además de tener importancia desde el punto de vista ecológico, también lo tiene desde el punto de vista de la economía, ya que puede alterar algunos de los sistemas productivos.

Los ecosistemas de agua dulce como ríos, lagos o humedales son el hábitat para un 10 % de las especies del planeta¹¹². Según el *Living Planet Index 2016*, se ha producido una disminución en las poblaciones de los ecosistemas de agua dulce de un 81 % entre 1970 y 2012. Las causas se pueden encontrar en la pérdida y la degradación de los hábitats como consecuencia de una acción humana directa. La contaminación, el cambio de los cursos de los ríos, presas mal diseñadas, el incremento de sedimentos de los ríos a causa de la deforestación son algunos ejemplos de cómo una mala gestión de los recursos hídricos contribuye a la pérdida de biodiversidad.

Dentro de las infraestructuras que más pueden afectar al equilibrio de los ecosistemas son las presas. Como ejemplo se puede citar el caso de la presa del río Elwha en el noroeste de Estados Unidos, construida en 1914, y la del cañón de Glines, construida en 1927. Ambas presas dificultaban la migración de los salmones adultos, por lo que su población disminuyó drásticamente afectando directamente al modo de vida de la tribu ElwhaKlallam. En los años ochenta varios grupos ecologistas se unieron para proponer la demolición de ambas presas. Finalmente, la presa Elwha comenzó a demolerse en 2011 y constituyó la demolición más grande de una presa llevada a cabo en Estados Unidos. La presa Glines también fue demolida en 2014¹¹³.

Objetivo 16: promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles

Entre las metas que se incluyen en este objetivo hay tres que están directamente relacionadas con la gestión de los recursos hídricos:

¹¹² WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

¹¹³ WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.

- Reducir considerablemente todas las formas de violencia y las tasas de mortalidad conexas en todo el mundo.
- Ampliar y fortalecer la participación de los países en desarrollo en las instituciones de gobernanza mundial.
- Crear instituciones eficaces, responsables y transparentes a todos los niveles.

En esta situación de reparto desigual del agua, el estrés hídrico puede llegar a fomentar conflictos entre las poblaciones, bien por el acceso al agua o bien fomentando las situaciones de inestabilidad política y social, aumentando, por ello, los riesgos de radicalización y extremismo y los conflictos internos. En 2007, el secretario general de la ONU, Ban Ki Moon, señaló que el cambio climático estaba relacionado con la aparición de conflictos, constituyendo una amenaza para la paz y la seguridad internacionales. Exponía el caso de Darfur como ejemplo del primer conflicto inducido por el cambio climático.

Por este motivo es necesario enfocar la adaptación al cambio climático y el aumento de la resiliencia de las poblaciones al cambio climático hacia la cooperación internacional para la gestión de los recursos hídricos. Una cooperación entendida no solo como la firma de un tratado, el intercambio de datos o la gestión de cuencas, sino también como un proceso activo con el establecimiento de reuniones periódicas a nivel ministerial y el desarrollo conjuntos de proyectos técnicos¹¹⁴.

Objetivo 17: fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible

La gestión de los recursos naturales y, en concreto, el agua también necesitan de una nueva gobernanza a nivel mundial. Este objetivo aborda factores financieros, tecnológicos y comerciales, resaltando la importancia que tiene que los países desarrollados cumplan con sus compromisos relacionados con la asistencia al desarrollo. Precisamente, la adaptación al cambio climático es donde los países deberían realizar un mayor esfuerzo.

El mundo se enfrenta a desafíos globales como el crecimiento de la población, el aumento de la demanda de recursos hídricos, alimenticios y energéticos. Solo se alcanzará el desarrollo sostenible gestionando de forma integradora el nexo entre el agua, la seguridad alimentaria y la energía.

¹¹⁴ Tal y como se establece en el «WaterCooperationQuotient». Disponible en: http://www.strategicforesight.com/publication_pdf/28799WCQ-web.pdf.

Conclusiones

En las próximas décadas el mundo se enfrenta a un gran desafío: alcanzar la sostenibilidad teniendo en cuenta que la población mundial crece a un ritmo de 80 millones de personas al año y que este crecimiento supondrá un incremento de la demanda global de un 50 % de energía, de un 50 % de alimentos y de un 30 % de agua. Además, el cambio climático, el aumento de la urbanización y el crecimiento demográfico y geográfico desigual son factores que añaden presión al equilibrio agua-alimentos-energía, que es la clave de la sostenibilidad del planeta.

Las tendencias señalan que podemos estar frente a una grave crisis de recursos hídricos en 2050, por lo que la clave del éxito del desarrollo sostenible radica en cómo aumentar la producción de alimentos sin ejercer presión sobre el agua y la tierra y en cómo hacerlo, además, de forma energéticamente eficiente. Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible sin desvincular el crecimiento económico del uso y contaminación del agua.

Según el Banco Mundial no existe una solución universal para abordar el problema de la escasez del agua, pero sugiere que se debe abordar en tres frentes: el compromiso de los Gobiernos y de los ciudadanos, la financiación y los precios y la capacidad para prestar los servicios relacionados con el agua de forma eficiente.

El sector agrícola deberá sufrir una profunda transformación para aumentar la eficiencia en el uso de agua, reducir las pérdidas y, lo que es más importante, aumentar la productividad de las cosechas. La agricultura de regadío ejerce un impacto directo sobre los recursos hídricos, por lo que es necesario realizar una adecuada gestión de los mismos para evitar la reducción de su disponibilidad para otros usos, como el doméstico o el industrial. Si no se realizan las reformas necesarias para hacer un uso más eficiente de los recursos hídricos en el sector de la alimentación es bastante probable que no se alcance un desarrollo sostenible.

El agua constituye un nexo común a todos los ODS y es un componente transversal a todos ellos. Alcanzar el desarrollo sostenible no será posible si no se considera el agua como factor clave para el desarrollo y la igualdad de todos los habitantes del planeta. Su consideración como derecho humano debería ser la base para determinar las prioridades en el uso del agua. Para ello, es necesario avanzar en la cooperación internacional para la gestión de los recursos hídricos. Una cooperación entendida no solo como la firma de un tratado, el intercambio de datos o la gestión de cuencas, sino también como un proceso activo con el establecimiento de reuniones periódicas a nivel ministerial y el desarrollo conjunto de proyectos técnicos.

La adaptación al cambio climático mejora la resiliencia de las poblaciones, contribuyendo a disminuir su vulnerabilidad frente a las consecuencias del cambio climático. Entre las medidas de adaptación que serían necesarias

emprender, sin demora, se encuentran la protección y la gestión de los recursos hídricos.

En la actualidad, el agua está creciendo en importancia como criterio para la evaluación de la viabilidad física, económica y ambiental de proyectos de energía y al mismo tiempo está aumentando la aparición de informes que establecen la demanda de energía necesaria para suministrar agua, teniendo en cuenta su consumo en la industria, el tratamiento de las aguas residuales, la distribución o la salinización.

Sería necesario evaluar el valor del agua para fomentar la eficiencia en el uso de ese recurso y para reducir sus vertidos. Por otro lado, también ayudaría a facilitar la decisión sobre el destino de los recursos hídricos en sectores que compiten por el agua como el energético, la agricultura o el uso municipal/doméstico.

Capítulo cuarto

Un caso de estudio: Las Américas

Alberto Crespo Milliet

Resumen

El agua es un recurso limitado pero su consumo en el mundo es creciente y sigue el patrón del crecimiento poblacional. Esto cuestiona la sostenibilidad del desarrollo.

Existen casi trescientas cuencas transfronterizas en el mundo, en las cuales, dentro de un cierto rango de demanda, el agua compartida es una línea de unión entre los países. Al contrario de lo que comúnmente se cree, cuando la demanda por el agua crece, generalmente los países encuentran formas más o menos civilizadas de dar solución a los problemas de competencia. En los tiempos modernos no se han librado guerras por los recursos hídricos. La mayoría de las interacciones sobre el agua son cooperativas y la mayor parte de las interacciones conflictivas son moderadas, sin embargo, el agua también actúa como un irritante y los recursos hídricos pueden estropear las buenas relaciones y volver peores las malas.

América posee el 32 % del agua mundial y 14 % de la población del mundo. En el continente existen setenta y siete cuencas internacionales, treinta y ocho en América del Sur y treinta y nueve en América del Norte y Central.

La zona fronteriza de Perú, Bolivia y Chile es la más conflictiva de América, donde además de una escasez crónica de agua, por ser zona desértica, hay tensiones históricas no resueltas.

Dos áreas tienen un gran potencial integrador: las cuencas del Amazonas y del Plata, específicamente la hidrovía Paraguay-Paraná. Este potencial integrador no está siendo desarrollado en toda su capacidad.

Palabras clave

Aguas, transfronterizas, América, conflicto, cooperación.

Abstract

Water is a limited resource but its consumption grows permanently following the pattern of population growth. The sustainability of this situation is uncertain.

There are almost 300 transboundary basins in the world in which, between certain ranges of demand, shared water is a line of union among countries. Contrary to what is commonly believed, when water demand grows, countries generally find more or less civilized forms of giving solution to the competition problems. In modern times there has not been wars for water. Most of the interactions on water are cooperative and most of the conflicting interactions are moderate, however water also acts as an irritant and hydric resources can ruin good relations and to turn worse the bad ones.

America possesses 32 % of the world water and 14 % of the world population. There are seventy-seven international basins in the continent, thirty-eight in South America and thirty-nine in North and Central America.

The border area between Peru, Bolivia and Chile is the most conflicting zone in America. Besides a chronic water scarcity, due to a desertic zone, there are strong unsolved historical tensions.

Two areas have a great integrative potential: the Amazon basin, (eight riparian countries) and La Plata basin (5). This integrative potential is not being developed properly.

Keywords

Transboundary waters, America, conflict, cooperation.

Introducción

La cuenca hidrográfica, la unidad básica del recurso hídrico, es una realidad territorial determinada por la distribución natural del agua. Esta realidad física, correspondiente a un ordenamiento espacial determinado por las características del recipiente topográfico, es sustituida generalmente por una aproximación y manejo del recurso basados en espacios delimitados por fronteras políticas. Superponer la geopolítica a la geografía no ha sido nunca la mejor opción para administrar el agua y puede decirse que todos, o gran parte, de los conflictos relacionados con el agua tienen, en realidad, su origen en problemas derivados de fronteras nacionales arbitrarias, que superponen y fragmentan la realidad de las cuencas hidrográficas. Nuestro mundo está hecho de artificialidades llamadas países, mientras que el mundo del agua está hecho de realidades llamadas cuencas.

El agua, el recurso básico transversal a todas las actividades del hombre, es abundante o escaso solo según la mirada humana. No existen en la naturaleza zonas de escasez o abundancia, solo existen ecosistemas de características diferentes que sin la presencia humana se mantienen en equilibrio. En un mundo enfocado a la utilidad y el lucro estos ecosistemas son valorados según su capacidad para solventar las necesidades humanas y cuando estas necesidades corresponden a grupos diferentes, con intereses diferentes y en competencia unos con otros, se han dado todos los elementos necesarios para la aparición del conflicto. A partir de este punto, la resolución de las tensiones creadas por la necesidad de agua cubre un amplio espectro que va desde la cooperación pacífica y armoniosa hasta el conflicto violento, atravesando la negociación, el diálogo, la intimidación y la amenaza.

Los 7.000 millones de humanos de la Tierra viven y desarrollan sus actividades en el interior de una cuenca y casi la mitad de esos 7.000 millones viven en cuencas transfronterizas que comparten dos o más países. Si a esta realidad le agregamos casi trescientas cuencas subterráneas transfronterizas y 2.000 millones de personas que, posiblemente sin saberlo, utilizan esas aguas, el potencial de conflicto es enorme y resulta asombroso que el mundo no viva envuelto en luchas incesantes y recurrentes por el agua.

Agua, cuenca y hombre son realidades interconectadas. Una mirada a nuestro alrededor, cualquiera que sea nuestra posición, nos muestra un mundo complejo en el cual la disponibilidad de agua empieza a convertirse en un freno para el desarrollo y el crecimiento. Es pues necesario analizar la situación e intentar entenderla más allá de las verdades inconvenientes y las soluciones fáciles y para esto es necesario entender que el mundo es grande y diverso pero no infinito, que la ciencia no va a solucionar automáticamente problemas que no tienen solución a nuestro nivel de conocimiento actual y que es posible que la misma ciencia haya sido el origen de los problemas. Es necesario entonces analizar la crisis mundial del agua, sus orígenes y posibles soluciones.

La crisis del agua

«La crisis del agua es primordialmente una crisis de gobernabilidad, que continuará si la inercia de los tomadores de decisión persiste... el desafío es, pues, desarrollar la voluntad política para implementar los compromisos existentes en relación al agua. De otra forma el agua continuará siendo un área para la retórica política y de promesas vacías en vez de la implementación de acciones profundamente necesarias»¹.

De esta forma describía la crisis del agua el primer informe de Naciones Unidas sobre el estado de los recursos hídricos del mundo. En un lenguaje inusualmente duro se desnudaban las responsabilidades de los políticos sobre la situación de crisis y se denunciaba la ausencia de gobernabilidad del agua en el mundo. Sin embargo, a pesar de la vehemencia de la denuncia, esta era insuficiente para describir adecuadamente los orígenes de la crisis.

Las señales de la crisis

La gobernabilidad, definida como la presencia de sistemas de información y de gestión, explica solamente el marco en el cual los problemas del sector hídrico se agudizan y se manifiestan. La insuficiencia de sistemas de abastecimiento de agua para satisfacer a una población creciente puede explicarse hasta un cierto nivel por la inercia de los políticos, entendiendo que es tarea de estos prever oportunamente el crecimiento poblacional, cuantificar las necesidades de financiamiento y gestionar la construcción de infraestructura hídrica, sin embargo, no nos dice nada sobre los orígenes, las causas (*drivers*) del creciente desequilibrio entre población y suministro de agua.

Es evidente que en el marco del omnipresente cambio climático existen otros factores, también de naturaleza antropogénica, que pueden aclarar por qué el desequilibrio parece incrementarse con el tiempo.

El modelo de desarrollo vigente en casi la totalidad del mundo se enfoca al crecimiento económico. La economía de los países se mide según el crecimiento de su Producto Bruto Interno (PIB). Este crecimiento es proporcional al crecimiento de la población y del consumo y al privilegiarlo y enfocarlo como meta se instalan los factores que conducen a las crisis recurrentes del modelo:

- Crecimiento económico entendido no como un medio sino como un fin en sí mismo.
- Consumo creciente de bienes y servicios, necesario para mantener el crecimiento económico.

¹ Primer Informe Mundial sobre el Estado de los Recursos Hídricos (*WWDR I*) de Naciones Unidas, «Agua para todos, agua para la vida». 2003.

- Aproximación al medio ambiente como un abastecedor inagotable de recursos, necesarios para producir bienes y servicios, necesarios para mantener el crecimiento económico.

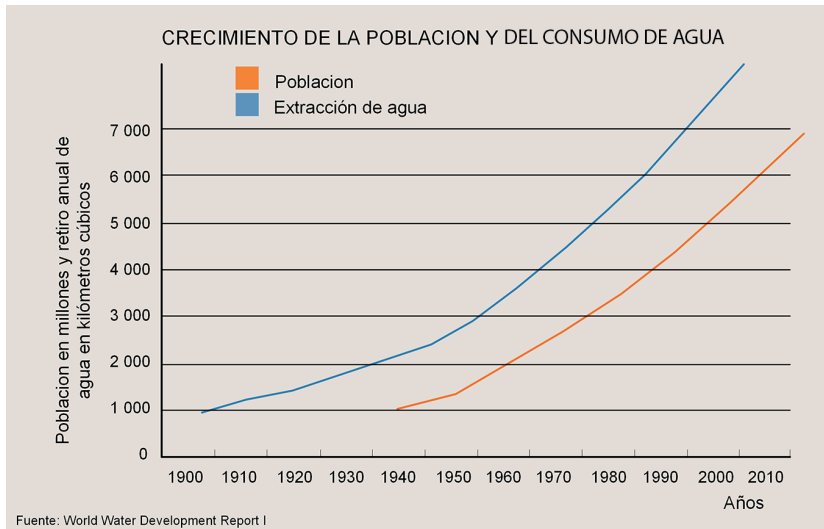


Figura 1. Crecimiento de la población y del consumo de agua.

Indicábamos anteriormente que el agua es el recurso básico transversal a todas las actividades humanas, por tanto la cadena causal crecimiento-consumo-recursos afecta directamente al recurso hídrico, cuya disponibilidad comienza a volverse insuficiente frente a la explotación desmedida y a la fragilidad de los sistemas hídricos.

Como muestra la figura 1, el crecimiento de la población desde mediados del siglo pasado ha venido acompañado de un crecimiento proporcional, pero de mayor pendiente, en el consumo de agua. Esto indica que, en presencia de otros factores, como incremento en el ingreso y modificación de los patrones culturales, el consumo crece más rápidamente que la población.

Cabe preguntarse si existe algún límite a este modelo de crecimiento y la respuesta hace referencia al modelo de presentación de la información hídrica. En nuestro mundo de países la información hídrica tiende a oscurecer la realidad en cifras que mezclan desiertos con bosques lluviosos. Según esto existen países que tienen una alta disponibilidad de recursos hídricos, pero que observados a nivel de cuencas presentan una gran disparidad en valores. Esto sirve para responder a la pregunta sobre el límite al modelo de crecimiento, la respuesta es que hay regiones en las cuales el límite ya ha sido alcanzado o está peligrosamente cerca por exceso de demanda y hay regiones en las cuales el agua aún es abundante. Recordemos que escasez o abundancia no son cantidades asociadas a la cuenca sino a la demanda generada por el hombre.

De cualquier forma, la cantidad de agua existente en el mundo no aumenta ni disminuye y salvo las cantidades contaminadas, cuyo ciclo de residencia es muy largo (agua subterránea profunda) y que pueden ser asumidas como disminución o pérdida del recurso, la cantidad de agua en la tierra es relativamente constante. Esto muestra un hecho que rompe con un mito recurrente: el concepto de «ahorro» no es aplicable al agua. Un reservorio no es una caja de ahorros sino un aumento en la capacidad de la cuenca y en términos sistémicos el agua no es un *stock* sino un flujo que circula a través del ciclo hidrológico.

La cantidad de agua existente en el mundo es muy grande (más de 1.400 millones de km³), sin embargo menos del 0,01 % del total de agua existente en la naturaleza es agua dulce aprovechable por el hombre. La realidad del agua es entonces la de un recurso limitado frente a un consumo creciente y cualquiera que sea la pendiente de la extracción de agua basta con que sea positiva para que en algún momento alcance la línea horizontal de la disponibilidad (figura 2). Sin embargo, el punto de encuentro entre demanda y disponibilidad no es un punto físico real, sino un límite de crecimiento que en algunas partes ha sido alcanzado y en otras está peligrosamente cerca. Podemos hablar de crisis locales acumuladas que sin llegar al límite global de la oferta sí inhabiliten la existencia de las sociedades tal como las conocemos actualmente. Históricamente las crisis hídricas han sido el origen de la desaparición de imperios y civilizaciones.

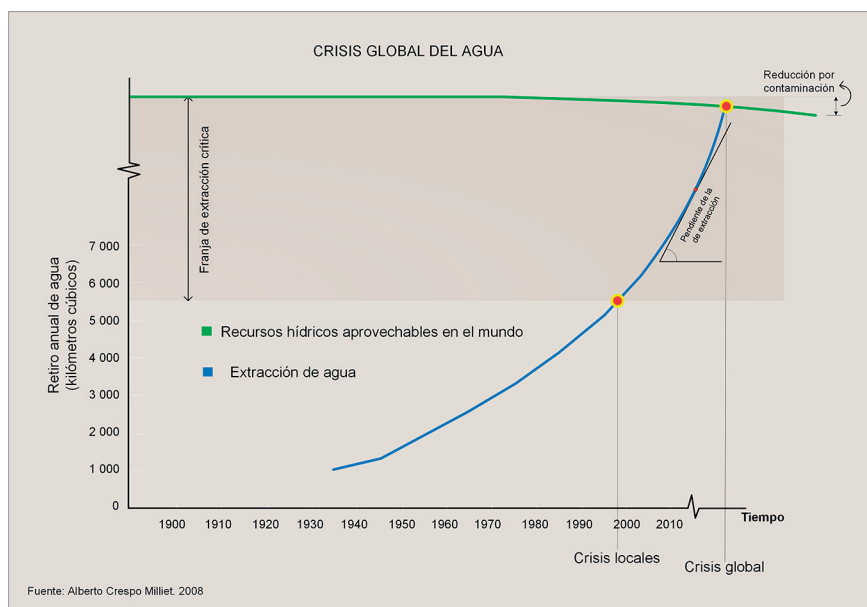


Figura 2. La crisis del agua.

El año 2002, el artículo editorial de las agencias de Naciones Unidas con motivo del lanzamiento del año 2003 como el Año Internacional del Agua Dulce señalaba lo siguiente:

«Se ha convertido en un asunto casi incuestionable el hecho que el siglo XXI enfrente guerras de agua mientras las comunidades y los países tienen más sed y se encuentran cada vez más desesperados por el recurso natural máspreciado y fundamental del mundo. Proliferan estadísticas alarmantes y pronósticos de una calamidad inminente. Un tercio de la población mundial vive en áreas con problemas de agua, donde el consumo supera la demanda. Para el año 2025 dos tercios de la población estará atrapada en esta grave situación de seguir sin control las actuales tendencias»².

La sostenibilidad del desarrollo

En 1987 fue presentado oficialmente el Informe Brundtland, elaborado para la Comisión Mundial de Naciones Unidas para el Medioambiente y el Desarrollo. En este informe aparece por primera vez el término «Desarrollo sostenible» y con él se dan algunos hechos que es necesario revisar a la luz del tiempo transcurrido:

«Desarrollo sostenible es desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades».

«Este desarrollo sostenible solo puede ser alcanzado si población y crecimiento están en armonía con el siempre cambiante potencial productivo de los ecosistemas».

«El tema no es solamente el número de personas, sino la relación de ese número de personas con los recursos disponibles. Pasos urgentes son necesarios para limitar las tasas extremadas de crecimiento poblacional»³.

En 1992 Naciones Unidas convoca a la primera Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro. Veinte años después, con ocasión de la tercera Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible, el balance de lo avanzado en desarrollo sostenible es el siguiente:

- El mundo de hoy tiene 7 millones de personas, para el año 2050 habrá 9.000 millones.
- Una de cada cinco personas, es decir 1.400 millones, actualmente vive con 1,25 dólares diarios o menos.

² <http://www.un.org/es/events/waterday/2003/vaso.htm>. Consultado el 3 de octubre de 2016.

³ *Our Common Future*. Bruntland 1987.

- 1.500 millones de personas no tienen acceso a la electricidad.
- 1.000 millones de personas no tienen acceso a agua potable.
- 2.500 millones de personas no tienen un cuarto de baño.
- Casi 1.000 millones de personas pasan hambre todos los días.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando, y más de un tercio de todas las especies conocidas podrían extinguirse si el cambio climático continúa sin control.

Las conclusiones de los participantes a tercera cumbre (Río+20) sobre el desarrollo sostenible señalaban que:

- El desarrollo sostenible es económicamente inviable, se mide por el crecimiento del PIB (descenso PIB=Recesión, desempleo etcétera). La única forma de mantener la economía mundial es a través del crecimiento constante.
- Es socialmente injusto: el 2 % de la población del mundo posee el 80 % de la riqueza mundial. El 80 % de ese 2 % está en Estados Unidos y Europa. La riqueza tiende a concentrarse cada vez en menos manos.
- Es ambientalmente suicida: según el Índice Planeta Vivo de la ONU (2010) en menos de cuarenta años la biodiversidad global sufrió una caída del 30 %. Solamente desde 1998 hasta ahora ha habido un salto del 35 % en las emisiones de gases de efecto invernadero. El modelo de desarrollo actual es una guerra depredatoria contra el planeta Tierra.

El Club de Roma

En 1968 un grupo de ciento cinco científicos y políticos de treinta países se reunieron en Roma (Italia) para reflexionar sobre el crecimiento de la sociedad. En 1972 el grupo, ya conocido como el Club de Roma, publicó un resultado de sus primeras reflexiones, el libro *Los límites del crecimiento*, cuya conclusión principal fue la siguiente:

«... si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, se alcanzarán los límites absolutos de crecimiento en la tierra durante los próximos cien años»⁴.

Esta conclusión resume todo el libro en una frase: «No puede haber un crecimiento poblacional, económico e industrial ilimitado en un planeta de recursos limitados en el cual las dinámicas de crecimiento exponencial (población y producto per cápita) no son sostenibles».

⁴ *The Limits to Growth*. Donatella Meadows et al., 1972.

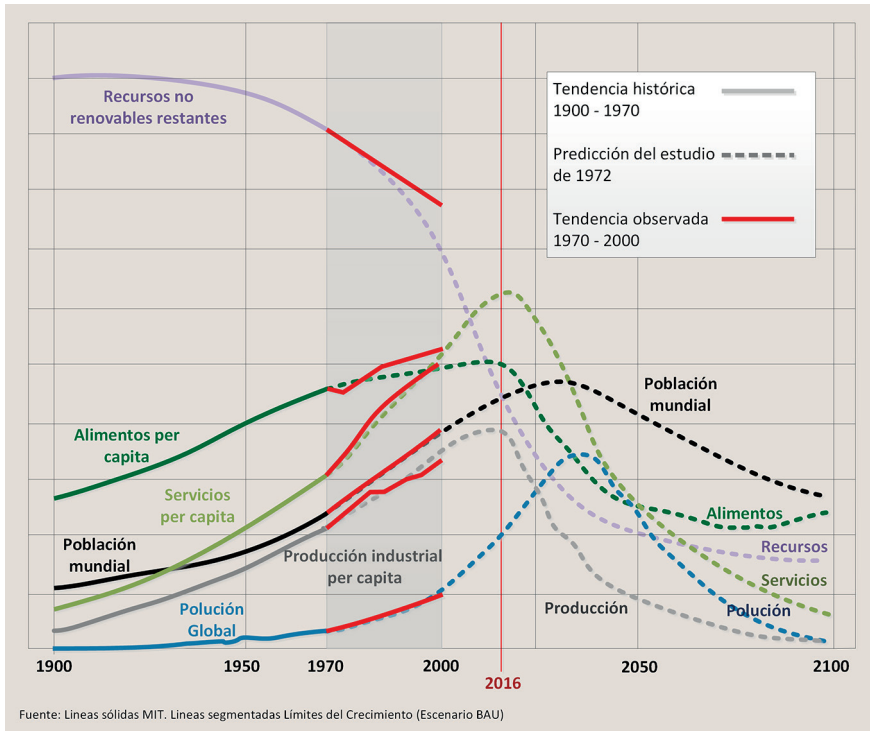


Figura 3. Tendencias históricas, predichas y observadas.

Las tendencias de comportamiento de las variables analizadas en el libro del Club de Roma han sido contrastadas con el comportamiento observado entre 1970 y 2000 y se ha encontrado una estrecha coincidencia (figura 3). Nótese que el punto de inflexión para todas las variables, con excepción de los recursos no renovables, está ubicado alrededor del año 2030.

Las aguas transfronterizas

El término aguas transfronterizas se refiere a cualquier cuerpo de agua, superficial o subterráneo, que se encuentre o transcurra entre dos o más países.

Algunos datos referidos a las cuencas transfronterizas, población y crecimiento de la demanda ayudan a entender la realidad de las aguas compartidas y el potencial de conflicto.

En el mundo existen doscientas sesenta y tres cuencas superficiales transfronterizas en las cuales viven más de 3.000 millones de personas. De estas cuencas transfronterizas, ciento cincuenta y ocho carecen de cualquier tipo de marco de gestión cooperativa. De las ciento cinco cuencas hidrográficas con instituciones hídricas, aproximadamente, las dos terceras partes inclu-

yen a tres o más Estados ribereños y, sin embargo, menos del 20 % de los acuerdos que las acompañan son multilaterales (UNEP, 2002).

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50 % de la población mundial y representan el 43 % de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2.500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua (UNESCO, 2012).

La población mundial crece a un ritmo de unos 80 millones de personas al año (USCB, 2012) y se prevé que alcance los 9.100 millones en 2050, con 2.400 millones de personas viviendo en África Subsahariana (UNDESA, 2013).

El producto interior bruto mundial aumentó un promedio de un 3,5 % anual de 1960 a 2012 (*World Economics*, 2014). Gran parte de este crecimiento económico ha tenido un coste social y ambiental significativo (UNWater, 2015).

El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor. Se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40 % de agua en un escenario climático en el que todo sigue igual (2030 WRG, 2009).

La cuestión es que hay agua suficiente como para satisfacer las necesidades crecientes del mundo, pero no si no cambiamos radicalmente el modo en que se usa, se maneja y se comparte el agua. La crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza (WWAP, 2003) mucho más que de recursos disponibles (UNWater, 2015).

La interdependencia y la competencia

El efecto que se produce en las cuencas compartidas es en primera instancia una interdependencia entre los habitantes de la cuenca aguas arriba y aguas abajo, hay un intercambio natural entre estas dos regiones y generalmente sus producciones son complementarias.

Esta situación, casi idílica, es inevitablemente efímera en la medida en que el crecimiento poblacional genera modificación en la demanda. Esta modificación puede deberse al ciclo natural de los cursos de agua, en cuyo caso los habitantes de la cuenca han encontrado formas de equilibrio a través del tiempo, las cuales son sostenibles cuando la oferta de agua es superior a la demanda. Sin embargo, cuando los cambios en la demanda producidos por la presión demográfica se traducen en mayor consumo, mayor contaminación, uso industrial y todos los problemas asociados al aumento poblacional y aumento de la demanda, el equilibrio da lugar a la presión. En un primer momento la presión se ejerce sobre el recurso. La necesidad de mantener los niveles de consumo de sociedades crecientes conduce directamente a

la sobreexplotación y como es habitual en estos casos, los problemas humanos conducen a la presión depredatoria sobre el recurso. Dentro de un cierto rango de demanda, las aguas compartidas son ciertamente una línea de unión entre los grupos humanos y las sociedades. Cuando la distribución del recurso es difícil por insuficiencia, se abre el espacio de la competencia, que tarde o temprano da origen al conflicto.

Este es el modelo básico que podría describir la secuela inevitable del crecimiento humano y el riesgo de sobrepasar los límites del crecimiento, sin embargo, la historia no muestra, por lo menos en apariencia, a una humanidad enfrascada en guerras por el agua. De alguna manera admirable y aún dentro de las presiones derivadas del aumento de la demanda, los países encuentran formas más o menos civilizadas que permiten dar solución a los problemas de competencia sin llegar a los conflictos violentos.

Hay quienes pronostican un futuro en el que las reivindicaciones encontradas de los Estados por el agua provocarán «guerras del agua». Otros señalan que no se han producido guerras por el agua desde un acontecimiento ocurrido hace unos 4.000 años en lo que ahora es el sur de Irak. Además, sostienen que la postura de los países ante la competencia por el agua transfronteriza usualmente ha sido de cooperación y no de conflicto. Desde esta perspectiva más optimista, la competencia creciente por el agua se entiende como un catalizador para una mayor cooperación en el futuro⁵.

La historia de las aguas compartidas parecería ser una historia compleja con un final feliz, pero esta realidad también tiene tintes sombríos. Si bien el agua no aparece como causante directo de guerras, es indudable que las guerras, cualquiera que sea su pretexto, cuando terminan con modificaciones territoriales producen también modificaciones en el acceso al agua. El *statu quo* en el uso del agua en muchos casos es sostenido por la amenaza latente del más fuerte.

Los tratados como herramienta de negociación

De todas formas, los tratados sobre cuencas hidrográficas que regulan el uso, el aprovechamiento, el retiro de aguas, la navegación y cualquier otra forma de derechos y prioridades en el uso de aguas compartidas son el instrumento básico que posibilita el manejo pacífico de los conflictos.

Un tratado podrá ser desequilibrado o injusto, bueno o malo, pero permite que las partes involucradas se sienten a discutir el problema y abre el espacio de la negociación. Normalmente los tratados internacionales tienen prelación legal sobre las leyes nacionales y obligan a los países a cumplirlos o a modificarlos en forma negociada.

⁵ Informe sobre Desarrollo Humano 2006. PNUD.

Las cuencas compartidas que no tienen un tratado de regulación entre países son potencialmente espacios de generación de conflictos. De ahí la importancia de valorar a las cuencas según si tienen o no un acuerdo negociado y el número de acuerdos que han desarrollado.

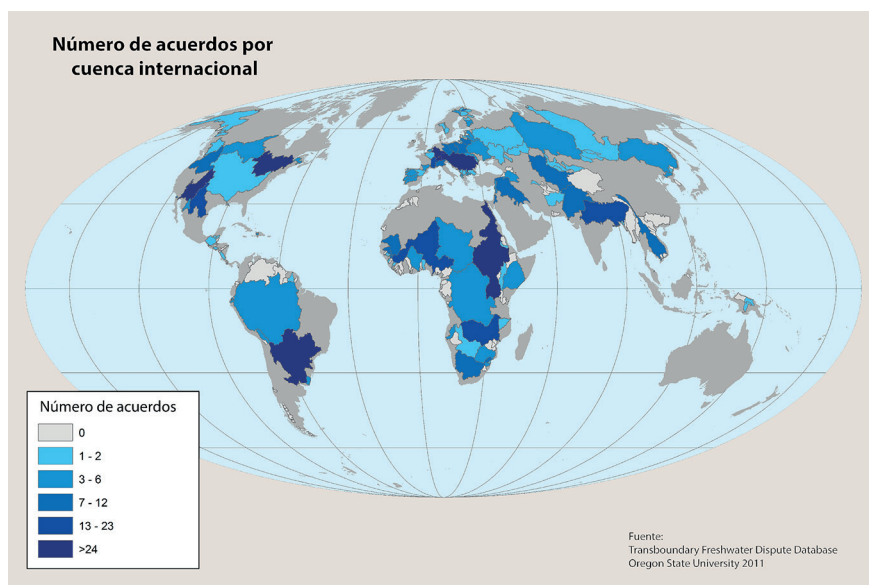


Figura 4. Número de acuerdos en cuencas importantes del mundo.

La figura 4 muestra las cuencas importantes del mundo y el número de tratados que regula cada cuenca. Esto no nos dice nada sobre la calidad de los tratados o su capacidad para gestionar el agua equilibradamente, indica simplemente la existencia o no de un tratado de la cuenca, lo cual, como ya dijimos, posibilita la negociación entre partes y reduce la posibilidad de conflicto.

Se puede apreciar en la figura que casi la totalidad de las cuencas transfronterizas importantes, tanto en tamaño como en peso económico, están sujetas a uno o más tratados. La cuenca del Plata, cinco países riparios y un gigantesco potencial hidroeléctrico; la cuenca del Nilo, más de diez países riparios e imprescindible para la supervivencia de Egipto; el Danubio, el Rin, cuencas vitales para los países que concurren a ellas y que son las que más tratados integran entre las cuencas del mundo. No es difícil entender que esta abundancia de tratados no es caprichosa, sino que es el resultado de la necesidad de los países de convivir en armonía.

Una mirada a las cuencas del mundo nos permite confirmar lo anterior.

Cuencas transfronterizas del mundo con tratados



Figura 5. Cuencas transfronterizas con tratado en África.

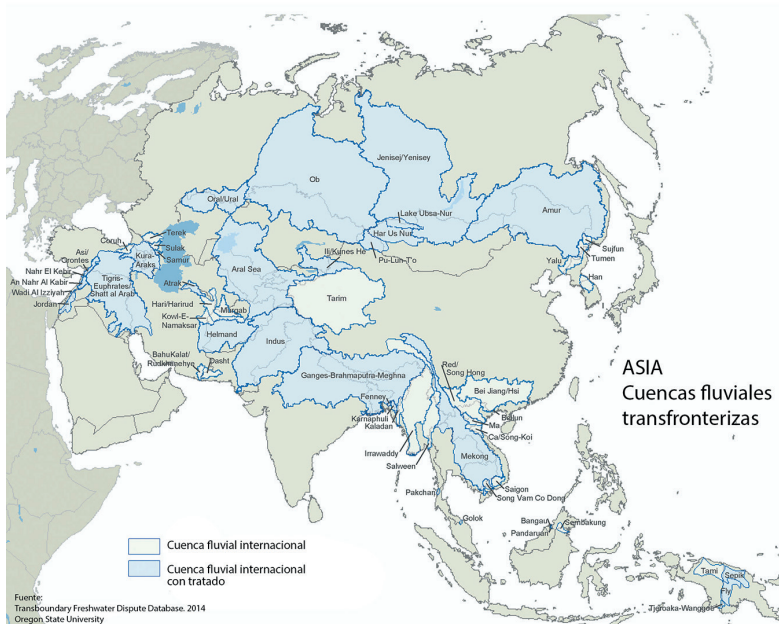


Figura 6. Cuencas trasfronterizas con tratado en Asia.

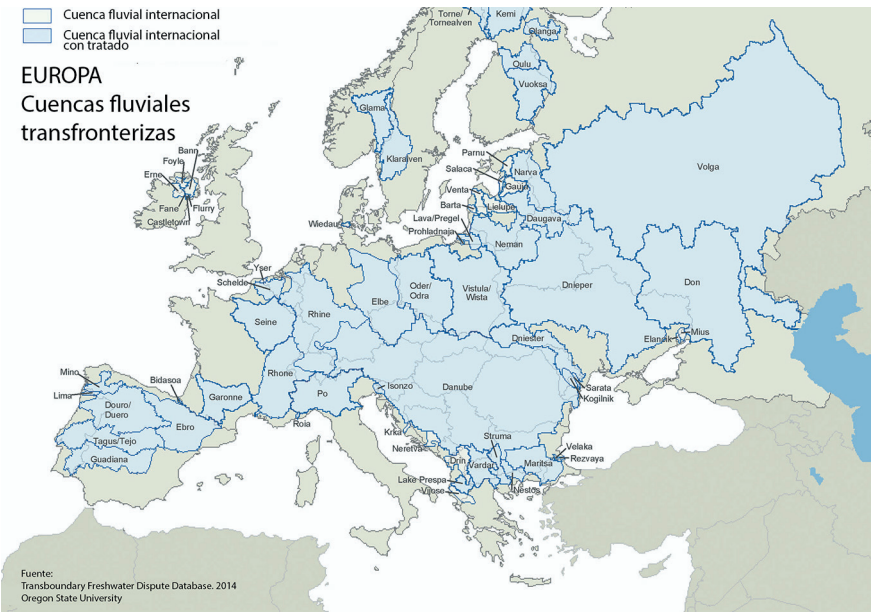


Figura 7. Cuencas transfronterizas con tratado en Europa.



Figura 8. Cuencas transfronterizas con tratado en Norteamérica.



Figura 9. Cuenas transfronterizas con tratado en Sudamérica.

Cooperación, instrumento de regulación o de desarrollo

Generalmente se asocia la idea de un tratado con la intención de reglamentar el uso del agua y evitar el conflicto entre los países de la cuenca compartida. Así es, generalmente, en las grandes cuencas en las que el agua no es escasa y lo que se busca es reglamentar la navegación principalmente. Cuando el aprovechamiento de las aguas de un cuerpo fluvial es de naturaleza tal que implica inevitablemente la participación de los países ripiarios en la gestión del recurso, como grandes obras de regadío, represas para la generación de electricidad y obras de control de crecidas e inundaciones, el tratado se enfoca más en el desarrollo de la cuenca que en su control y reglamentación. Ejemplos particulares de estos casos se dan en las grandes cuencas de Latinoamérica, específicamente en las cuencas del Plata, el Amazonas y en otras en las que los países concurrentes tienen una aproximación a la problemática en la cual empieza a percibirse una visión de cuenca. Esta visión, más integral que las aproximaciones nacionales, plantea que la cooperación para el desarrollo no solo es deseable sino inevitable si se desea armonizar el proceso. Desde cualquier punto de vista, el desarrollo desequilibrado de una cuenca, que es lo que resulta de un desarrollo, que es la suma de

los desarrollos nacionales, es potencialmente peligroso y sus efectos son altas concentraciones de población en determinadas áreas de la cuenca y sobreexplotación de los recursos en esas áreas. Estos polos de crecimiento y desarrollo, que no favorecen un desarrollo equilibrado, significan a la larga megaciudades, complejos industriales contaminantes y altas demandas de energía con todos los problemas que esto significa.

Por otra parte, aun cuando el modelo de desarrollo equilibrado se muestra virtuoso, es posible detectar dentro de él intereses nacionales que buscan consolidar hegemonías y obtener ventajas. Difícilmente los países concurrentes en una cuenca serán iguales o comparables. La distribución de las aguas, territorios y población de una cuenca no es uniforme y la posición de un país puede ser dominante con respecto a los demás países concurrentes. Esto causará que lo que se haga en la cuenca será lo que convenga o se ajuste más a los intereses del país dominante. Generalmente es este país dominante el que asume las iniciativas y los costes de la organización de la cuenca.

Principios generales de cooperación para aguas compartidas

- Cantidad: la cooperación entre Estados debe buscar garantizar un régimen de caudales mínimos para satisfacer las distintas necesidades de la cuenca.
- Calidad: garantizar igualmente que el agua mantenga los parámetros de consumo en sus diferentes usos.
- Ecosistemas: evaluar el impacto ambiental de las actividades humanas en los ecosistemas.
- Gobernabilidad: gestión y planificación hidrológicas. Instalación de sistemas de levantamiento de información de la cuenca y de sistemas de gestión.
- Riesgo: control de riesgo, inundaciones, sequía y otros eventos extremos.

La naturaleza del conflicto

El término «conflicto» tiene una definición progresiva. En una primera etapa se habla de conflicto a partir de una oposición o desacuerdo entre dos partes. A continuación de esta primera etapa conflictiva los hechos subsecuentes pueden derivarse en diferentes situaciones:

- El conflicto original, la oposición o desacuerdo puede solucionarse a través de una negociación o un acuerdo.
- La situación original puede ser objeto de mediación, lo cual significa la intervención de una tercera parte para encontrar una solución que buscará ser justa, sin necesariamente dar la razón a una o a ambas partes.

- El conflicto original desemboca en una confrontación armada que tiende a imponer la voluntad del más fuerte.

Es necesario entender que la resolución de un conflicto, cualquiera que sea la vía por la que se realice, no necesariamente significa una situación estable. Generalmente las soluciones impuestas no son igualmente satisfactorias para las partes, la presión de la fuerza no necesariamente conduce a una situación ideal y las secuelas que los conflictos mal resueltos dejan pueden ser altamente peligrosas.

La naturaleza de los conflictos por el agua no obedece a leyes históricas ni es igual en todas las latitudes, pero ciertas variables se presentan en forma recurrente allí donde se genera un conflicto hídrico. Tanto para prevenir como para solucionar conflictos es necesario conocer qué variables están presentes en la dinámica del conflicto, cuáles son los rangos en los cuales son inocuas y en qué momento comienzan a convertirse en factores de conflicto.

La disponibilidad del recurso

Un reporte de Naciones Unidas predice que el acceso al agua puede ser la mayor causa individual de conflictos bélicos en África en los próximos 25 años. Estas guerras serían más probables en países donde las aguas de ríos y lagos son compartidas por más de dos países. Actualmente hay una fiera competencia nacional por el agua para irrigación y generación de energía –más notable en el caso de la cuenca del río Nilo. El Cairo advirtió en 1961 que estaba dispuesto a usar la fuerza para proteger su acceso a las aguas del Nilo, que también atraviesa Sudán y Etiopía. Si las poblaciones de estos países continúan creciendo, la competencia por el agua será feroz.

BBC News, World Water Crisis.

Al hablar de la crisis mundial del agua hacíamos referencia al crecimiento poblacional asociado a un crecimiento en la demanda de agua. En un entorno de abundancia hídrica, en el cual el agua no es un factor limitante para la producción y el desarrollo, la posibilidad de generación de un conflicto es, en términos generales, baja. En un entorno en el cual el agua se convierte cada vez más en un bien escaso y cuyo uso está sujeto a la competencia entre usos y entre usuarios, la disponibilidad del agua se acerca a ser un factor posible de conflicto.

Desde el punto de vista del recurso, la disponibilidad de agua es una variable que transcurre entre dos puntos opuestos: abundancia y escasez. Ambos extremos son una medida antropocéntrica, dimensionada para las necesidades del ser humano. Se habla de abundancia cuando la oferta de la naturaleza sobrepasa abundantemente las necesidades de la sociedad y de escasez cuando la situación es inversa, pero en ambos casos la medida de la disponibilidad es el hombre⁶.

La segunda aproximación al fenómeno de la disponibilidad del recurso viene dada por el crecimiento constante de los sistemas humanos. El desarrollo solo puede ser sostenible en rango de la disponibilidad de los recursos. Fuera de este espacio limitado de aparente sostenibilidad ningún crecimiento puede ser mantenido estable y es ahí donde se da la competencia por los recursos crecientemente limitados. Cuando una cuenca es compartida entre dos o más países y el recurso hídrico es crecientemente escaso la posibilidad de conflicto aumenta proporcionalmente a la escasez. En la medida en que existan tratados que establezcan el uso básico del agua en una cuenca, agua potable principalmente, se podrá evitar el conflicto explosivo. Sin embargo, cualquier otro uso, agrícola o industrial, irá limitándose paulatinamente y lo mismo sucederá con la agricultura o la industria, por mencionar algunos usos del agua. Entendamos que esto se irá dando sin necesidad de que exista algún desequilibrio notable sobre la oferta de agua, el simple crecimiento poblacional irá mermando la disponibilidad per cápita. Las acciones consecuentes son, generalmente, la sobreexplotación del recurso hídrico, la ralentización del crecimiento industrial y agrícola y finalmente la migración, teóricamente hasta alcanzar el equilibrio con los recursos. Es improbable que una situación de este tipo desemboque en un conflicto armado, pues al ser el agua el recurso en disputa convertiría al conflicto en una acción de exterminio.

El nacionalismo latente (el Estado-nación)

El siglo XIX es el escenario de la aparición del Estado-nación como una forma de organización moderna mucho más eficiente que la de los imperios. El Estado-nación suma a sus eficiencias internas la gran ventaja de una fuerte identidad nacional y la declaración de su autodeterminación. El resultado de la presencia de estos factores en un territorio y una población es la soberanía territorial: el derecho a ejercer la autoridad política de forma exclusiva e indivisible en un determinado espacio físico. El ejercicio de esta autoridad, extensivo al uso de los recursos naturales —el agua principalmente—, crea una situación tensa en la relación con otros Estados-nación y potencialmente conflictiva cuando el recurso del agua se vuelve escaso.

⁶ Esto es cierto en un contexto amplio y sin considerar la variabilidad y el cambio climático. Las situaciones en las cuales la disponibilidad del agua de una cuenca afecta a los caudales ecológicos hacen referencia a valores absolutos de escasez o abundancia.

No debemos olvidar que detrás de esta conceptualidad, que es primordialmente organizativa, existe un sustrato emocional de pertenencia territorial, amor a la tierra y patriotismo, alimentados por símbolos y emociones destinados a perpetuar la existencia del Estado-nación. El resultado de este modelo ha sido nefasto durante los siglos XIX y XX con su secuela de guerras recurrentes y carnicerías a escala mundial. Menos visibles pero de igual importancia están la avidez territorial con la que se manejaban las relaciones entre Estados y la apropiación de los preciosos recursos.

En este modelo la aproximación al conflicto es permanente y hay una constante tensión entre países, creados por la exacerbación de los nacionalismos y alimentados por la visión del territorio como espacio vital (Lebensraum) y de los recursos vitales para la supervivencia nacional (Vital Wasser).

Recientemente, en el siglo XXI, Europa consiguió desactivar el modelo a través de la unificación.

La asimetría del poder

En el mundo actual la «ley del más fuerte» está aún vigente e instalada en las relaciones entre países. Esta parece ser la causa de la presencia de poderosos ejércitos cuya finalidad inmediata es principalmente disuasiva.

Los conflictos por el agua pueden crear inestabilidad política, social y económica en las áreas circundantes. En una cuenca fluvial, el conflicto tiene más posibilidades de surgir cuando la nación aguas abajo es militarmente más fuerte que las otras naciones aguas arriba y cuando la nación aguas abajo siente que sus intereses en las aguas compartidas están siendo amenazados por acciones de las naciones aguas arriba. En la cuenca del río Nilo, Egipto controla el ejército más poderoso de la región y teme que sus vecinos aguas arriba podrían reducir su abastecimiento de agua al construir represas sin su consentimiento.

Navigating Peace. Woodrow Wilson International Center for Scholars.

La distribución de la fuerza es asimétrica entre los países, y quien está del lado favorecido hará lo posible por mantener la asimetría y por hacer uso efectivo de su poder. Hay cuencas en el mundo cuyo *statu quo* se mantiene en base a la amenaza armada (Nilo) que no plantea el modelo de cooperación «yo gano, tú ganas», sino el modelo de amedrentamiento «yo gano lo que tú pierdes». En este sentido, la asimetría del poder cumple una función disuasiva y de alguna forma cumple también con la función de evitar el paso del conflicto a la última etapa de confrontación.

Conflicto y cooperación

Conflicto y cooperación, los dos extremos entre los cuales transcurre la problemática del agua en las cuencas compartidas, tienen determinados niveles de ocurrencia en los puntos intermedios del espectro definido por estos dos sucesos.

Lo que nos muestra una visión estadística de la realidad y principalmente de los hechos históricos acaecidos en un determinado lapso de tiempo, es la realidad no especulativa y sustentada por valores numéricos que señalan tendencias reales.

Afirmar que «las guerras del futuro se librarán por el agua» es la proyección de un futuro apocalíptico de tintes caóticos. Si esa es la realidad en un futuro no muy lejano algo de eso debería estar dándose en el presente, conviene por tanto estudiar los hechos históricos en un tiempo y analizar las tendencias.

Base de datos de disputas transfronterizas sobre agua dulce

La *Transboundary Freshwater Dispute Database (TFDD)* es un proyecto de la Universidad Estatal de Oregón en colaboración con la Northwest Alliance for Computational Sciences and Engineering. Este proyecto ha construido una base de datos que contiene los siguientes aspectos:

- Mapa digital de las doscientas sesenta y una cuencas transfronterizas del mundo.
- Una compilación de doscientos tratados relativos al agua junto con el texto completo de cada uno de ellos.
- Una bibliografía anotada del estado del arte de la resolución de conflictos hídricos incluyendo aproximadamente mil entradas.
- Notas de negociación de catorce casos de estudio detallados sobre resolución de conflictos.
- Fichas de todos los casos reportados internacionalmente sobre disputas relativas al agua y resolución de disputas entre los años 1948 y 2000.

Es importante anotar que la mayor parte del conocimiento prevalente sobre la dinámica de las aguas internacionales ha sido estructurado sobre evaluaciones parciales e incompletas. Esto magnifica la importancia de aproximarse a una base de datos cuyo valor principal, a nuestro juicio, está en la información de más de cincuenta años de disputas y conflictos sobre agua dulce en el mundo.

Resultados estadísticos de cincuenta años de conflictos en el agua

El análisis de la base de datos muestra los siguientes resultados:

- Eventos analizados: 1.831.
- Eventos con diferentes grados de conflictividad: 507.
- Eventos enfocados a la cooperación: 1.228.
- Eventos neutros o no significantes: 96.

Distribución porcentual de los eventos

- Conflictivos.
- Cooperativos.

Distribución de Eventos Conflictivos (por área temática)

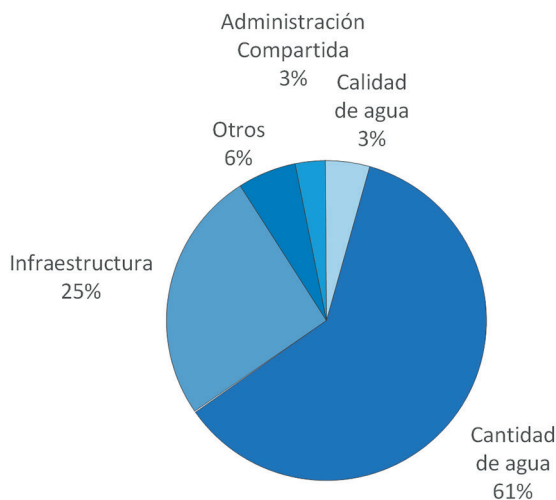


Figura 10. Distribución de eventos conflictivos.
Fuente: Indicators for Identifying Basins at Risk. A.Wolf et al. Unesco-WWAP.

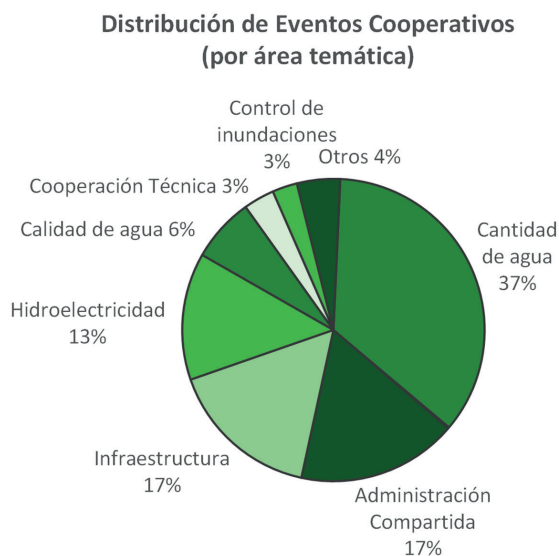


Figura 11. Distribución de eventos conflictivos.
Fuente: Indicators for Identifying Basins at Risk. A.Wolf et al. Unesco-WWAP.

Escala de intensidad de eventos

- 7 Declaración formal de guerra. Actos extensivos de violencia generando muertes.
- 6 Actos militares extensivos.
- 5 Actos militares de pequeña escala.
- 4 Actos militares/políticos hostiles.
- 3 Actos diplomáticos/económicos hostiles.
- 2 Fuerte hostilidad oficial verbal.
- 1 Hostilidad verbal no oficial.
- 0 Actos neutrales no significantes.
- 1 Apoyo verbal medio.
- 2 Apoyo oficial verbal.
- 3 Acuerdos culturales y científicos.
- 4 Acuerdos económicos, tecnológicos no militares.
- 5 Apoyo estratégico militar y económico.
- 6 Tratados internacionales sobre el agua.
- 7 Unificación en una nación.

Distribución de cincuenta años de eventos

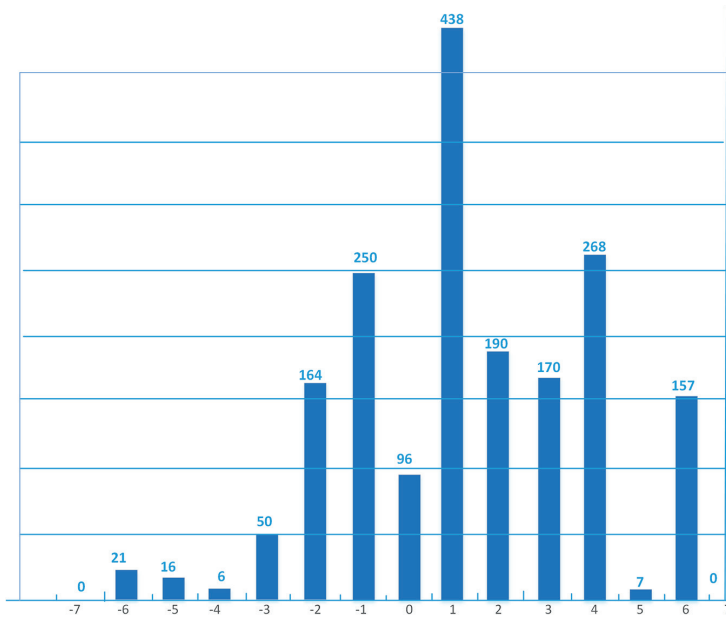


Figura 12. Distribución de 1.821 eventos según el nivel de intensidad.
Fuente: Indicators for Identifying Basins at Risk. A.Wolf et al. Unesco-WWAP.

Hallazgos

- No hay eventos en los extremos. En los tiempos modernos no se han librado guerras por los recursos hídricos. Para encontrar un ejemplo histórico debemos retroceder 4.500 años a una disputa entre las ciudades-Estado de Lagash y Umma, entre el Tigris y el Éufrates (Wolf, 1998)⁷. Tampoco hay ejemplos de naciones unificándose voluntariamente a causa de los recursos hídricos.
- La mayoría de las interacciones son cooperativas. El 67,1 % de los eventos son cooperativos.
- La mayor parte de las interacciones son moderadas. El 42,8 % caen entre las categorías +1 y -1 y 62 % entre +2 y -2. Dos tercios de los eventos son solo manifestaciones verbales y de los treinta y siete eventos que envuelven alguna forma de violencia, -5 y -6, treinta son entre Israel y alguno de sus vecinos, violencia que terminó en 1970.
- El agua actúa como un irritante. A pesar de la ausencia de violencia encontrada, queda claro que los recursos hídricos pueden estropear las

⁷ Wolf, A. *Conflict and Cooperation Along International Waterways*. 1998.

buenas relaciones y volver peores las malas. Las negociaciones no siempre terminan con arreglos felices para ambas partes y la sensación de haber perdido parte del patrimonio nacional crea rencores que perduran más allá de los tratados.

- Cantidad e infraestructura son los dos temas más recurrentes con un 64 % del total de eventos.
- Las áreas de cooperación (ocho) son mayores que las áreas de conflicto (cinco).
- Los temas que han generado mayor cantidad de crisis militares (87 %) son cantidad e infraestructura.

El agua compartida en las Américas

La situación del continente americano en relación al agua es comparativamente favorable en relación al resto de regiones del mundo. Con el 14 % de la población del mundo, la región posee el 32 % del agua mundial y una relación Agua/Población de 2,3.

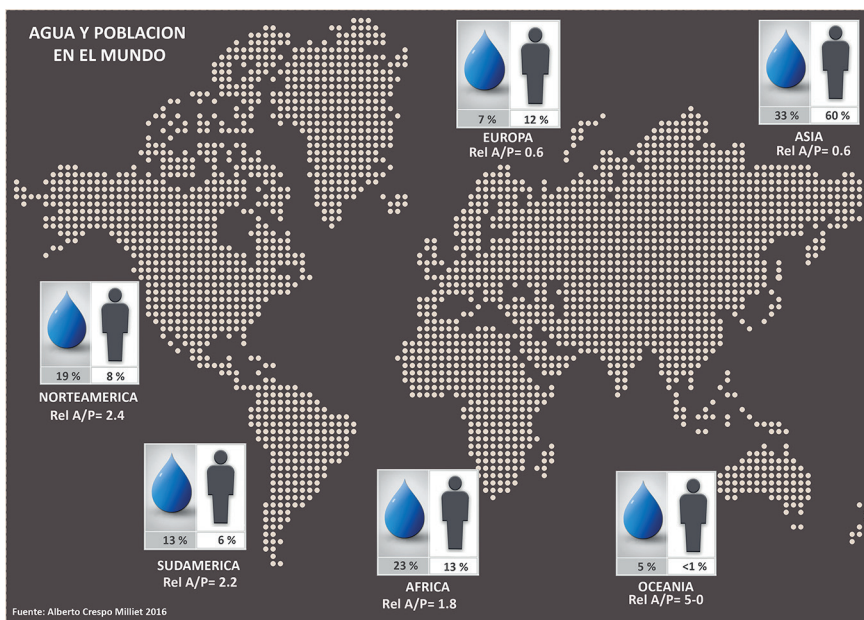


Figura 13. Distribución mundial de agua y población. Fuente: Alberto Crespo Milliet.

En el continente existen setenta y siete cuencas internacionales, treinta y ocho en América del Sur y treinta y nueve en América del Norte y Central.



Figura 14. Mapa político de las Américas.

Norteamérica

Aunque el principal motivo de conflicto en las cuencas internacionales de Norteamérica es la cantidad de agua a compartir, estas tienen una estructura jurídica funcional y relativamente estable, aunque no necesariamente justa.

Estados Unidos, el país que define los ritmos de Norteamérica, tiene una permanente necesidad de agua y una debilidad general en materia de recursos hídricos renovables.

El modo de vida norteamericano, basado en el desarrollo constantemente creciente y el consumo, inciden fuertemente en la explotación de los recursos naturales y principalmente del agua. Los Estados del oeste y suroeste, California, Nevada, Colorado, Arizona y Texas, sufren un estrés hídrico creciente que influye en la sobreexplotación de aguas superficiales y subterráneas. Los ríos Colorado, San Joaquín, Owens y el acuífero Ogallala están al límite de su capacidad y resulta difícil mantener los niveles de abastecimiento actuales. Mientras esto se da en Estados Unidos, en Canadá el agua es abundante y si fuese transferida a las regiones deficitarias del sur solucionaría gran parte de los problemas hídricos. Estados Unidos comparte una extensa frontera con Canadá, en la cual se encuentran ciento cincuenta ríos y lagos transfronterizos.

Sin embargo, la opción de transferir agua no es adecuada a la realidad. El agua de los Grandes Lagos es agua fósil que data de la última glaciación y no habría reposición natural para los volúmenes que se retirasen. Por otra parte, Canadá considera que cualquier transferencia masiva de agua podría afectar negativamente aguas arriba y rechaza la posibilidad de exportar agua.

En este orden de cosas, el conflicto se traduce en presiones y ejercicios de poder dirigidos a doblegar la voluntad canadiense. En el fondo del problema, que implica casi todas las variables del conflicto, hay un sustrato de problemas medioambientales.

- Hay un deterioro perceptible en la sanidad de los ecosistemas y un síndrome de estrés ambiental causado por la variación constante de los niveles hídricos y el descenso constante.
- Las aguas compartidas entre Estados Unidos y Canadá registran una contaminación química creciente.
- Hay un proceso de eutrofización causado por la gran concentración de nutrientes de las aguas, que causan la pérdida de ecosistemas que son el hábitat de especies nativas.

Desde la década de los sesenta Estados Unidos ofreció comprar a Canadá grandes cantidades de agua, sin embargo, el Gobierno de este país ha rechazado hasta el momento cualquier transferencia del recurso hídrico por presión de los ciudadanos. A la fecha la tensión entre ambos países continúa y no se visualiza una solución que satisfaga a ambas partes.

Estados Unidos-México



Figura 15. Ríos transfronterizos entre Estados Unidos y México. Fuente: elaboración propia.

La frontera entre Estados Unidos y México está definida por tres ríos transfronterizos:

Río Bravo (anteriormente río Grande), río Colorado y río Tijuana. Un cuarto río, el Yaqui, nace en territorio norteamericano y termina en el golfo de California, sin embargo, su caudal, en territorio norteamericano, es irregular y semisubterráneo, pues actualmente se consolida y adquiere volumen en territorio mexicano.

Cuenca	Longitud (km)	Superficie (km ²)			Porcentaje	
		EEUU	México	Total	EEUU	México
Bravo/Grande	2.896	229.798	214.762	444.560	51,7	48,3
Colorado	2.730	631.000	3840	634.840	99,4	0,6
Tijuana	195	1221	3.203	4.424	27,6	72,4

Fuente: Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos (CILA).

Cuadro 1. Cuencas compartidas entre Estados Unidos y México.

El río Bravo, con una longitud de 2.896 km transcurre de Estados Unidos hacia México. Es una de las mayores cuencas de Norteamérica y en su paso por Texas y Nuevo México el uso de sus aguas genera conflictos entre ambos Estados.

El río Colorado, con 2.739 km de extensión abastece en Estados Unidos a Nevada, California y Arizona y a las ciudades de Los Ángeles y San Diego. En México abastece los valles agrícolas de Mexicali y San Luis y las ciudades de Mexicali y Tijuana.

El río Colorado desemboca en el mar con un alto contenido de sal y residuos químicos de la agricultura.

El río Tijuana, de 195 km, abastece Tijuana y San Diego.

El marco de gestión del agua en la zona Estados Unidos-México obedece a leyes e instituciones diferentes: las leyes estatales de Texas y Nuevo México y la legislación federal mexicana. Dos tratados internacionales, de 1905 y de 1944, asignan caudales, derechos y deudas de agua en eventos de sequía extrema. En términos generales el esquema de asignación de volúmenes de agua no es muy favorable a México.

Centroamérica

La historia latinoamericana, sombreada de nacionalismos y conflictos de frontera, ha tensado en muchos casos las relaciones internacionales, afectando también a los recursos hídricos compartidos. Como mencionamos anteriormente, en este panorama de base el agua transfronteriza es un irritante de tensiones históricas preexistentes.

En general, no existen modelos jurídicos sobre el manejo de cuencas hidrográficas transfronterizas y los únicos instrumentos para eso son los acuerdos derivados de convenios firmados entre países concurrentes, convenios que no se consideran jurídicamente vinculantes. Las cuencas del Amazonas, el Plata, Titicaca y laguna Merín pertenecen cada una de ellas a un acuerdo internacional que organiza principalmente acciones de estudio científico. Carecen de un convenio internacional otras dos grandes cuencas, Orinoco y Esequibo.

Los principios internacionales básicos para aguas internacionales se desprenden de las Normas de Helsinki de 1966.

México-Guatemala-Belice

Suchiate, Coatlán, Grijalva, Candelaria, Usumacinta y Hondo

Entre México, Guatemala y Belice se desarrollan seis cuencas. Cuatro son compartidas entre México y Guatemala (Suchiate, Coatlán, Grijalva y Candelaria) y dos entre México, Guatemala y Belice, Usumacinta y Hondo.

Cuenca	Superficie (km2)	Habitantes
Suchiate	1,23	272,347
Coatán	733	103,09
Grijalva	56.895	4.804.794
Usumacinta	73.192	2.353.842
Candelaria	20.816	114.276
Hondo	14.859	88.145
Total	167.725	7.736.494

Cuadro 2. Cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice.

Fuente: elaboración propia.



CUENCAS COMPARTIDAS ENTRE MÉXICO, GUATEMALA Y BELICE

Fuente: Elaboración propia con información de LAIGE-ECOSUR

Figura 16. Cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice.

Cuenca Usumacinta-Grijalva

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
MÉXICO	78.900 (62%)
GUATEMALA	47.800 (38%)
TOTAL	126.700 (100%)

Cuenca Candelaria

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
MÉXICO	11.300 (88%)
GUATEMALA	1.500 (12%)
TOTAL	12.800 (100%)

Cuenca de Coatlán-Achute

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
MÉXICO	1.700 (86%)
GUATEMALA	300 (14%)
TOTAL	2.000 (100%)

Cuenca de Suchiate

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
MÉXICO	500 (31%)
GUATEMALA	1.100 (69%)
TOTAL	1.600 (100%)

Cuenca del Hondo

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
MÉXICO	8.900 (61%)
GUATEMALA	4.200 (29%)
BELICE	1500 (10%)
TOTAL	14.600 (100%)

Las relaciones entre los tres países en temas hídricos no han sido intensas. Existen dos Comisiones Internacionales de Límites y Aguas entre México y

Guatemala y entre México y Belice, ambas con funciones de consejería en asuntos de límites y uso del agua.

Los problemas que encaran las cuencas son principalmente la ausencia de acuerdos entre las partes y la dispersión de las políticas estatales. En el aspecto físico son parte de la problemática general la deforestación de las cuencas y el impacto de fenómenos extremos (huracanes).

Guatemala-Honduras-El Salvador

Cuenca del río Lempa

Los tres países comparten la cuenca del río Lempa, siendo El Salvador el país que tiene una mayor dependencia de sus aguas.

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
EL SALVADOR	9.500 (53%)
HONDURAS	5.800 (32%)
GUATEMALA	2.800 (15%)
TOTAL	18.100 (100%)

La cuenca del río Lempa tiene un bajo estado de conservación, causado por la alta densidad poblacional y todo lo que esta significa en términos ambientales. A pesar de la degradación ambiental, el potencial de conflicto en la cuenca ha sido desactivado por el marco institucional denominado Plan Trifinio, formulado en dirección a promover el desarrollo sostenible en la cuenca. La participación de los tres países en la iniciativa del Plan Trifinio es completa y ha sido ratificada por las Asambleas Legislativas de cada país. La región de la cuenca es un espacio experimental de integración regional.

Nicaragua-Honduras

Cuenca del río Negro

El río Negro tiene un curso de agua relativamente pequeño, 154 km, se origina en Honduras y transcurre por Nicaragua.

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
NICARAGUA	1.421 (60%)
HONDURAS	950 (40%)
TOTAL	2.371 (100%)

A pesar de su reducido tamaño el potencial de conflicto es alto.

En el aspecto físico la cuenca ha sufrido un proceso intenso de deforestación, erosión y sedimentación. Por otra parte, la variación en el curso del río, debida al huracán Mitch, ha modificado las referencias físicas de los límites internacionales y el conflicto sobre el uso del agua y la disminución de caudales en época seca que afecta al bienestar de las poblaciones en ambas riberas del río. Adicionalmente, hay una pérdida de diversidad en el golfo de Fonseca debida a la falta de agua pluvial en la época seca.

En el aspecto humano y social el potencial de conflicto está relacionado con los altos índices de pobreza, los más altos de Centroamérica.

Nicaragua-Costa Rica

Cuenca del río San Juan

La cuenca del río San Juan cubre aproximadamente 40.000 km². El área de planificación de la cuenca del río San Juan incorpora las cuencas menores del lago de Nicaragua y el río San Juan, las cuencas de los ríos Indio y Maíz, en Nicaragua, y Colorado y Tortuguero en Costa Rica. El 57 % de la población de Nicaragua se concentra en la cuenca superior del río San Juan.

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
NICARAGUA	30.400 (72%)
COSTA RICA	11.800 (28%)
TOTAL	42.200 (100%)

La cuenca del río San Juan tiene elevados índices de contaminación y está afectada también por la erosión y la sedimentación.

Panamá-Costa Rica

Cuencas de los ríos Changuinola, Sixaola y Chiriquí

Costa Rica y Panamá comparten las cuencas de los ríos Changuinola, Sixaola y Chiriquí.

Changuinola

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
COSTA RICA	300 (9%)
PANAMÁ	2.900 (91%)
TOTAL	3.200 (100%)

Sixaola

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
COSTA RICA	300 (9%)
PANAMÁ	2.900 (91%)
TOTAL	3.200 (100%)

Chiriqui

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
COSTA RICA	2.500 (90%)
PANAMÁ	300 (10%)
TOTAL	2.800 (100%)

En la cuenca del Sixaola es donde posiblemente se ha desarrollado la cooperación transfronteriza al nivel más alto en Centroamérica. Esta cooperación funciona en base al Convenio para el Desarrollo Fronterizo Costa Rica-Panamá de 1992, que establece una Comisión Binacional Permanente como órgano decisor y una Secretaría Ejecutiva con subcomisiones específicas.

Sudamérica

Venezuela-Colombia-Brasil

Cuenca del Orinoco



Figura 17. Cuenca del Orinoco.

La cuenca del Orinoco es transfronteriza a tres países, con las siguientes proporciones de territorio: Venezuela 65,2 %, Colombia 34,7 % y Brasil 0,1 %.

La cuenca tiene una población principalmente rural de baja densidad y es el segundo río con mayor caudal en Sudamérica, lo que significa una oferta abundante de agua. Los problemas potenciales radican en la contaminación y la ausencia de mecanismos de cuenca y tratados que posibiliten el tratamiento de los conflictos, por esta razón hay una propensión a la aparición de conflictos y dificultad para dar solución a los problemas en la cuenca.

Existe una conexión entre la cuenca del Orinoco y la del Amazonas por un fenómeno hidrológico similar al denominado «captura fluvial» a través del canal Casiquiare y el río Negro.

Datos de la cuenca del Orinoco:

Superficie: 927.000 km².

Población: 10.201.000 ha.

Longitud: 2.800 km.

Caudal: 33.000 m³/s.

Bolivia-Perú-Chile

Cuenca del lago Titicaca. Sistema TDPS

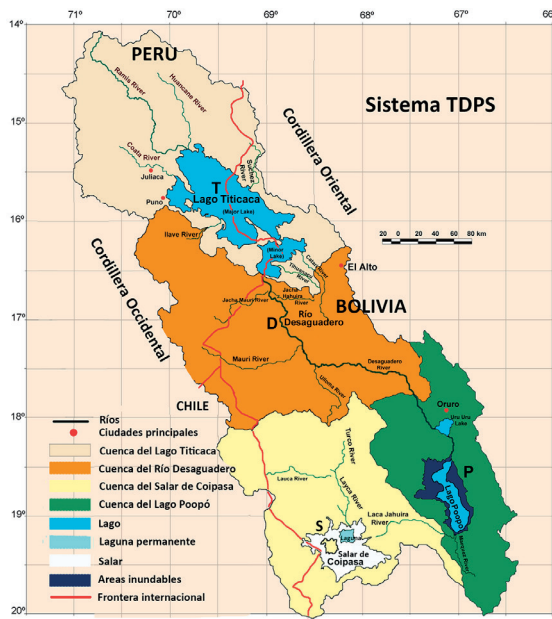


Figura 18. Cuenca del Sistema TDPS. Elaboración propia para el WWDR I.

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)	POBLACIÓN
BOLIVIA	61.700{53%}	1.200.000
PERÚ	53.600{46%}	912.000
CHILE	1.200{1%}	4.980
TOTAL	116.500{100%}	2.116.980

El lago Titicaca, ubicado entre Perú y Bolivia, con más de 8.000 km² de superficie, es el lago más grande de Sudamérica, localizado a 3.812 m sobre el nivel del mar es el lago navegable más alto del mundo. La superficie de la cuenca es de 116.500 km² y la mayor parte de los ríos tributarios del lago están en territorio peruano. La población del área es de aproximadamente 3.000.000 de habitantes, mayormente indígenas de la etnia aimara.

El lago es un sistema originalmente compuesto por el cuerpo de agua mayor, el lago Titicaca, el río Desaguadero, que se alimentaba de los rebalses del lago y los conducía al lago Poopó, cuyos efluentes alimentaban una laguna en el salar de Coipasa. De esta forma recibió la denominación de Sistema TDPS, por Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar.

El lago Titicaca por su condición de lago de altura es un entorno frágil y vulnerable, principalmente a la intervención humana. Durante la segunda mitad del siglo XX se diseñaron proyectos de aprovechamiento de las aguas del lago por parte de Bolivia y principalmente de Perú, proyectos dirigidos a regar las áridas zonas del altiplano, todo esto sin tener conocimiento de la capacidad de retiro de agua y del grado de fragilidad del sistema.

En 1991 un estudio apoyado por la Unión Europea determinó que la capacidad de retiro de agua del lago era casi nula y evitó un destino similar al del mar de Aral en la antigua Unión Soviética.

A través de las cancillerías de Perú y Bolivia se estableció un convenio internacional según el cual el lago Titicaca y su cuenca eran declarados «condominio perpetuo e indivisible» entre Perú y Bolivia, y estableció una administración binacional para la cuenca, la Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), encargada de administrar los recursos hídricos, los ecosistemas y el cumplimiento del Plan Director para la cuenca. Según el convenio, ningún país podría hacer retiros de agua sin la aquiescencia de la otra parte.

El Convenio que dio origen al ALT y a la administración binacional compartida del lago fue una decisión avanzada e inédita para su momento. Durante los primeros años la ALT se dedicó a cumplir con sus funciones, pero poco a poco, por motivos financieros y políticos, y principalmente por incapacidad de comprender el instrumento de gestión, fue cayendo en manejos políticos y burocráticos. En el año 2015 el lago Poopó, tributario del Titicaca, desapareció en un corto lapso de tiempo, agotado por un exceso de retiros hídricos y minipresas para la agricultura de subsistencia de la zona.

Bolivia-Perú

Cuenca del río Mauri

El río Mauri es un río de curso sucesivo que nace en Perú y desemboca en el río Desaguadero, en territorio boliviano. El caudal medio del río Mauri es de 3 m³/seg, un aporte importante que permitía disminuir la salinidad del río Desaguadero.

En 1920 se realizó el primer intento, por parte de Chile, que entonces ocupaba militarmente la zona de Tacna, de desviar las aguas del río Mauri para regar las plantaciones de caña de azúcar de una compañía chilena. La fuerte controversia diplomática resultante de esta acción no permitió el desvío del cauce natural del río.

En 1930, Perú recuperó, vía plebiscito, el territorio de Tacna de manos chilenas y una de sus primeras acciones fue desviar al valle de Tacna las aguas del río Juchusuma, un afluente importante del Mauri. A finales del siglo XX, Perú realizó retiros de agua del río Mauri con fines de regadío sin comunicarlo a la cancillería boliviana.

La situación de los retiros de agua del río Mauri trasciende el hecho de modificar el caudal de un río internacional, pues tiene el agravante de ir en contra de un convenio internacional como el de la cuenca del lago Titicaca.

El conflicto se deriva de la escasez de agua en una zona incorporada a la producción agrícola, es un problema de cantidad de agua que se desvía, existiendo mecanismos para la solución de conflictos.

Bolivia-Chile

Cuenca del río Lauca

El río Lauca es un río internacional que nace en Chile y desemboca en el lago Coipasa, en el salar del mismo nombre, en territorio boliviano.

El Lauca tiene un caudal promedio de 2,6 m³/seg y en territorio boliviano recibe aportes de otros ríos de la zona hasta llegar a los 8 m³/seg y desembocar en la laguna Coipasa.

Desde 1930, Chile comenzó a utilizar las aguas del Lauca para regar el valle de Azapa, hecho que el Gobierno chileno negó sistemáticamente aduciendo que se trataba de una utilización de aguas en el bofedal de Parinacota, hecho que no afectaba al caudal total del río. En 1962, Bolivia acusó a Chile de haber desviado las aguas del Lauca para su total beneficio y como consecuencia Bolivia cortó sus relaciones diplomáticas con Chile, hecho que hasta el momento dura más de cincuenta años.

A más de no existir mecanismos formales de resolución de este tipo de conflictos, hay en este y otros episodios varios elementos repetitivos en cuanto a la estructura del conflicto y a la incapacidad o falta de voluntad de los países para resolverlo.

Evidentemente, el agua es un bien escaso en la zona altiplánica y queda claro que las iniciativas de desarrollo agrícola en la zona van en desmedro de los derechos de la otra parte y buscan rebasar los límites que la naturaleza ha impuesto al uso de los recursos.

El agua, en este caso, es un factor irritante sobre el contexto histórico de la guerra del Pacífico y la pérdida de Bolivia de su litoral marítimo a manos de Chile. Con un rencor y una desconfianza latentes, resulta muy difícil evitar que cualquier episodio de esta naturaleza no avive las heridas históricas de más de un siglo. Es evidente que la pérdida del acceso al mar para Bolivia ha sido un acto canalla que no puede ser superado, pues no solamente tiene un contenido emotivo sino que es un factor limitante del desarrollo económico.

Durante más de un siglo Bolivia fue el país más pobre de Latinoamérica y Chile un país próspero y de mayor desarrollo gracias a las riquezas del guano, el salitre y el cobre, arrebatadas a Bolivia durante la guerra del Pacífico a fines del siglo XIX.

Silala

El conflicto del Silala nace de una concesión de agua realizada por Bolivia a la compañía The Antofagasta and Bolivia Railway Company Limited para su uso en las locomotoras a vapor.

«El conflicto, surgió cuando en 1996 el Gobierno boliviano quiso objetar la concesión basándose en que no se habían respetado los términos del acuerdo. Al respecto, el documento publicado por la cancillería señala que el argumento fue que en 1961 la empresa de transporte había comenzado a utilizar locomotoras diésel y comercializado el agua dentro de Chile, lo que significaba que ya no era utilizada para los fines que le fueron otorgados. El 14 de marzo de 1997, el prefecto de Potosí, Omar Manzano, declaró la caducidad de la concesión.

En tanto, en agosto de 1999 el Gobierno boliviano licitó la concesión del uso de las aguas del río, lo que fue desconocido hasta el año 2000 por la cancillería chilena.

Bolivia tiene seis argumentos para demostrar que las aguas del Silala salen de manantiales y que son enteramente de su propiedad. Estos, que fueron expuestos con anterioridad por el presidente Evo Morales y el canciller David Choquehuanca, son:

1. El contrato de concesión de 1908 firmado entre la empresa chilena Antofagasta Railway Company y la Prefectura de Potosí para el uso de

estas aguas para abastecer a locomotoras a vapor. Lo que significa que Chile pedía permiso para usar estas aguas.

2. La constatación científica de que la reserva hídrica subterránea e “inmovilizada” data del periodo glacial.
3. La imposibilidad geológica y física de que en el cantón Quetena de Potosí se forme el cauce de un río que trasvase de forma natural o un río hacia Chile.
4. Las aguas fueron desviadas, hacia Chile, mediante canales artificiales, contruidos con piedras y cemento.
5. En la zona no se presentan muchas lluvias y tampoco existen aguas de deshielo de las montañas o aguas de excedencias de lagunas que pueden infiltrarse en el subsuelo. Por tanto, el uso y explotación de esas aguas son exclusivamente de Bolivia, porque no forma parte de un sistema hidrológico compartido, sino que son reservas de agua no renovables.
6. Chile vulnera el principio de soberanía de Bolivia, al explotar de manera “unilateral” y “arbitraria” recursos naturales que no le pertenecen. Además, se observa que Chile hace entrega del caudal desviado de agua a empresas mineras privadas que lucran»⁸.

En el año 2016 Chile demandó a Bolivia ante la Corte Internacional de Justicia de La Haya por el uso de las aguas del Silala (río o manantial). La demanda chilena se da en el contexto de otra demanda boliviana a Chile reclamando la negociación de una salida al mar para Bolivia.

Esta situación de demandas y contrademandas sobre hechos con más de un siglo de antigüedad solo señala con claridad cristalina cuán deterioradas están las relaciones boliviano-chilenas y el nivel de desconfianza y odio que existe entre los dos países.

El caso de conflicto es, en este caso, muy serio pues no se descartaría el uso de la fuerza militar en este marco de cosas. Es cierto que durante más de un siglo Bolivia ha estado cultivando la enemistad hacia Chile y durante ese tiempo nada ha hecho Chile por solucionar un problema real cual es la mediterraneidad de Bolivia, ignorando una historia de la cual es parte. La cooperación, como antítesis del conflicto no nace automáticamente, es el resultado de una actitud transaccional y generosa, no de ignorar el pasado.

Bolivia-Brasil

Cuenca del río Madera

El río Madera es un afluente del río Amazonas, con una longitud de 4.207 km y un caudal de 32.000 m³/seg. El río Madera o río de la Madera transcurre

⁸ <http://www.forosperu.net/temas/el-mito-del-silala.986397/>. Consultado el 30 de enero de 2017, a las 10:30 a.m.

casi íntegramente por Brasil, actuando de marcador de frontera en un tramo en Bolivia.



Figura 19. Represas del río Madera. Fuente: elaboración propia.

En julio de 2007, el Gobierno brasileiro aprobó la construcción de dos represas sobre la parte brasileña del río Madera, en Santo Antonio y Jirau. Paralelamente a la decisión brasileña, el Gobierno de este país propuso a Bolivia un plan conjunto que contemplaba la construcción de otras dos represas en territorio boliviano, específicamente en Guajará Mirim (Guayaramerín) y Cachuela Esperanza. El proyecto contemplaba la navegabilidad del río Madera (mediante la construcción de esclusas) y su empalme con el Amazonas para salir al Atlántico.

El proyecto tuvo un inmediato rechazo por la parte boliviana y finalmente Brasil desistió de su oferta, sin embargo, continuó con sus planes originales y a la fecha ambas represas están concluidas.

Al margen del valor de la oferta brasileña y la conveniencia o no para Bolivia de aceptar un proyecto ventajoso que habría de construirse con o sin su participación, subsiste el hecho de que la masa crítica de Brasil es suficiente como para llevarse por delante cualquier oposición a sus planes. De hecho, la cuenca del Amazonas es una cuenca brasileña y en ella se hará lo que convenga a Brasil.

Brasil-Ecuador-Perú-Colombia-Venezuela-Bolivia-Guyana-Surinám

Cuenca del Amazonas



Figura 20. Cuenca del Amazonas.

La cuenca del Amazonas es un conjunto de superlativos: el río más largo, el más caudaloso, la mayor biodiversidad, el mayor número de especies endémicas y muchos otros más. Sin embargo, es conveniente observar que existen dos cuencas del Amazonas: la cuenca alta perimetral, que es el espacio al cual acceden los siete concurrentes de menor participación, y la cuenca baja, que obedece a patrones culturales y sociales brasileños. La desmesurada extensión de la cuenca hace que la presencia oficial brasileña sea más declarativa que real y en muchas partes la tierra es de nadie y está sujeta al patronaje o a prácticas de corte esclavista.

La Amazonia andina⁹

Cuando en el mundo académico se pretende construir una imagen sobre ciertos procesos sociales y políticos que vienen ocurriendo en la cuenca amazónica, automáticamente se recurre a la Amazonía brasileña como ejemplo o caso de análisis más ilustrativo.

⁹ Amazonia. Procesos Demográficos y Ambientales. C. Aramburu y E. Bedoya. Lima, 2003.

Sin duda, la cuenca amazónica de Brasil presenta dinámicas poblacionales y económicas muy valiosas e interesantes para la comprensión y el análisis de estos procesos, sobre todo los relacionados con las modalidades de ocupación de la frontera y con las racionalidades económicas que se crean como consecuencia de dichas dinámicas.

Sin embargo, la Amazonía andina se caracteriza por el desarrollo de procesos y estructuras sociales no solo bastante complejos en términos analíticos, sino sobre todo sumamente específicos y diferenciados de los correspondientes a Brasil.

Los colonos alto andinos asentados desde la década de los cincuenta en la Amazonía peruana, en la boliviana o en la ecuatoriana, por ejemplo, son pobladores con características socioculturales de origen quechua o aimara, que migraron por falta de tierras o empleo, aprendieron las técnicas de cultivo del suelo en terrenos de altura y de fuerte pendiente, pertenecieron a comunidades campesinas sumamente cohesionadas y practican diversas modalidades de reciprocidad en el trabajo, así como el intercambio de productos.

Por el contrario, los colonos que ocupan la Amazonía brasileña se caracterizan, por un lado, por su mayor relación con el mundo urbano y la cultura de la modernidad y, por otro lado, aunque también migraron por la falta de tierras y la nula disponibilidad de empleo asalariado, también tuvieron otras razones o experiencias que provocaron su migración hacia la Amazonía, tales como los efectos de la mecanización del café, la sequía en el noreste o la falta de una reforma agraria. Igualmente, sus conocimientos sobre agricultura y manejo del suelo fueron aprendidos, por ejemplo, en las plantaciones cafetaleras de São Paulo u otros Estados del Brasil.

En otras palabras, la Amazonía andina demanda un espacio o esfuerzo de investigación diferenciado del de la Amazonía brasileña.

La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica

«El Tratado de Cooperación Amazónica (TCA), firmado en julio de 1978 por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinám y Venezuela es el instrumento jurídico que reconoce la naturaleza transfronteriza de la Amazonía.

La preservación del medio ambiente hasta la década de 1970 no pasaba de un mero compromiso político a la luz de la Declaración de Estocolmo de 1972, que consideraba la protección del medio ambiente como una de las futuras prioridades de la humanidad. Reafirma la soberanía de los países amazónicos e incentiva, institucionaliza y orienta el proceso de cooperación regional entre los mismos.

Prevé el incremento de la investigación científica y tecnológica, el intercambio de informaciones, la utilización racional de los recursos naturales, la li-

bertad de navegación, la preservación del patrimonio cultural, los cuidados con la salud, la creación de centros de investigación, el establecimiento de una adecuada infraestructura de transportes y comunicaciones y el incremento del turismo y del comercio fronterizo.

Tiene como objetivo central la promoción del desarrollo armónico de la Amazonía y la incorporación de sus territorios a las respectivas economías nacionales, lo que es fundamental para el mantenimiento del equilibrio entre crecimiento económico y preservación del medio ambiente.

En 1995, los países amazónicos decidieron fortalecer institucionalmente al Tratado de Cooperación Amazónica con la creación de una Secretaría Permanente dotada de personalidad jurídica.

La decisión fue implementada en 1998, con la aprobación del Protocolo de Enmienda al TCA que instituyó oficialmente la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) como mecanismo responsable por el perfeccionamiento y fortalecimiento del proceso de cooperación desarrollado en el ámbito del Tratado»¹⁰.

Argentina-Brasil-Paraguay-Bolivia-Uruguay

Cuenca del Plata

La cuenca del Plata abarca cinco ríos importantes: Paraná, Paraguay, Uruguay, Pilcomayo y Bermejo. Incluye además El Pantanal, el sitio Ramsar más grande del mundo compartido por Brasil, Bolivia y Paraguay, en la cuenca alta del río Paraguay. La cuenca del Plata es un gran reservorio de riqueza biológica y un regulador del sistema hidrológico.

La utilización de la cuenca es primordialmente para la generación de energía hidroeléctrica.

La cuenca del Plata es vista como una cuenca vulnerable y de alto riesgo. Es una cuenca con alto estrés hídrico y a medida que con el tiempo haya un aumento poblacional la situación empeorará.

Otros factores que inciden en la consideración de riesgo son:

- Contaminación.
- Inundaciones.
- Introducción de especies foráneas.

¹⁰ <http://www.otca.info/portal/tratado-coop-amazonica.php?p=otca>. Consultado el 30 de enero, a las 14:35.



Figura 21. Cuenca del Plata.

Área Total: 2.954.500 km²

Área de la cuenca del país

PAÍS	Km ²	%
Brasil	1.379.300	46,69
Argentina	817.900	27,68
Paraguay	400.100	13,54
Bolivia	245.100	8,31
Uruguay	111.600	3,78

- Dragado futuro de la hidrovía para permitir el ingreso de barcos de mayor calado a Paraguay y Bolivia.

Hidrovía Paraguay-Paraná

La hidrovía Paraguay-Paraná es una ruta fluvial que conecta cinco países: Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay. El área de influencia de la hidrovía abarca 720.000 km² y 50 millones de personas. Esta ruta fluvial es vital para los dos países mediterráneos de América: Bolivia y Paraguay, y

está planteada a largo plazo para navegación continua (365/24) de trenes de barcasas de 300 metros de longitud y 46 metros de ancho, con 3 metros de calado.

La hidrovía se divide en cinco tramos en función a sus características de navegabilidad:

- Cáceres/Corumbá-Puerto Aguirre.
- Corumbá/Puerto Aguirre-río Apa.
- Río Apa-Asunción.
- Asunción-Santa Fe.
- Santa Fe-Buenos Aires.



Figura 22. Hidrovía Paraguay-Paraná.

Brasil-Uruguay

Laguna Merín

La laguna Merín es un lago de agua dulce situado entre Brasil y Uruguay que incorpora un complejo de humedales que funcionan como hábitat de la avifauna.

PAÍS	ÁREA DE LA CUENCA EN CADA PAÍS, km ² (%)
URUGUAY	31.200 (57%)
BRASIL	23.800 (43%)
TOTAL	55.000 (100%)

La laguna Merín tiene desarrollados varios tratados internacionales que regulan el manejo de sus recursos naturales:

- Tratado de Cooperación para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la Cuenca de la Laguna Merín.
- Protocolo del Río Jaguarón.
- Comisión para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín.

A pesar de estos antecedentes, las acciones institucionales conjuntas fueron de difícil desarrollo y con los años cada país estableció su agenda propia. En 2002 se buscó la reactivación de la Comisión de Desarrollo.

Capítulo quinto

Un caso de estudio: la cuenca del Nilo

Emilio Sánchez de Rojas Díaz

Resumen

La aridez del área comprendida entre el golfo Pérsico y el Nilo, combinada con un rápido crecimiento económico y de la población y un desorden producido por conflictos inter e intraestatales, da lugar a que la misma experimente una amplia gama de retos a la seguridad hídrica. El río Nilo es la arteria transfronteriza más larga del mundo y se ha convertido en un desafío importante para las naciones que comparten sus aguas. La distribución de las aguas del Nilo ha sido una fuente de controversia y tensas relaciones durante muchas décadas. Las amenazas militares casi han desaparecido, pero han dado paso a nuevas amenazas contra la seguridad política, económica, social y ambiental. Todas estas amenazas se encuentran presentes en el valle del Nilo. Pero aún son posibles las soluciones negociadas de forma cooperativa.

Palabras clave

Agua, cuenca del Nilo, Egipto, Etiopía, hidrohegemonía, agua virtual, huella hídrica, conflictos hídricos, estrés hídrico.

Abstract

The aridity of the area between the Persian Gulf and the Nile, combined with rapid economic and population growth, and a disorder produced by inter- and intra-state conflicts, results in the country experiencing a wide range of challenges. Water security. The Nile River is the longest transboundary artery in the world and has become a major challenge for nations that share their waters. The distribution of Nile waters has been a source of controversy and tense relations for many decades. Military threats have almost disappeared, but have given way to new threats to political, economic, societal and environmental security. All these threats are present in the Nile Valley. But solutions are still possible in a cooperative way.

Keywords

Water, Nile basin, Egypt, Ethiopia, hydrohegemony, virtual water, water footprint, water conflicts, water stress.

Introducción

«Para cualquiera que vea Egipto, sin haber oído una palabra antes, debe percibir, aunque solo goce de los poderes de observación comunes, que el Egipto al que los griegos van en sus naves es un país adquirido, el regalo del río».

*La Historia de Heródoto, Libro II, 440 a.C.*¹

El río Nilo es la arteria transfronteriza más larga del mundo. Une a once países africanos (incluyendo a Sudán del Sur) y se ha convertido en un desafío importante para las naciones que comparten sus aguas. La distribución de las aguas del Nilo ha sido una fuente de controversia y tensas relaciones durante muchas décadas. Pero además es un espacio ecológico de importancia primaria.

*«La cuenca del Nilo acoge una extraordinaria gama de ecosistemas con importantes activos medioambientales de importancia nacional, regional y mundial. Estos activos incluyen ríos y lagos, ecosistemas acuáticos y terrestres únicos, miles de especies vegetales y animales endémicas de la cuenca y biosferas del patrimonio mundial»*².

A modo de introducción

La región comprendida entre el golfo Pérsico y el Nilo, limitada por Turquía al norte, Golfo al este, Etiopía y Yemen al sur y Egipto al oeste, es un área de gran importancia geopolítica en general y muy en particular en lo relativo al agua. Esta región y el mundo sufre un estrés hídrico crónico (y que empeora) que parece ser un ejemplo de cómo las tensiones hídricas similares en otras regiones clave del mundo afectarán a las sociedades³.

La aridez ya citada entre el golfo Pérsico y el Nilo, combinada con un rápido crecimiento económico y de la población y un desorden producido por conflictos inter e intraestatales, da lugar a que la misma experimente una amplia gama de retos a la seguridad hídrica. Pero la región también ofrece algunas oportunidades prometedoras⁴.

De los 1.650 millones de metros cúbicos de agua que se originan anualmente de los países de la cuenca alta, 55,5 millardos de metros cúbicos alcanzan Egipto. Esta es la cuota que se estableció en el acuerdo de aguas del Nilo de

¹ <http://classics.mit.edu/Herodotus/history.2.ii.html>.

² NBI, 2013, *Environmental and Social Policy*. Entebbe, Uganda: The Nile Basin Initiative. ISBN: 978-9970-444-09-0.

³ Engelke, Peter, y Passell, H. 2017. *From the Gulf to the Nile: Water Security in an Arid Region*. Washington, DC: Atlantic Council, ISBN: 978-1-61977-435-3.

⁴ Engelke, Peter y Passell, Howard. *From the Gulf to the Nile*. Op. cit., p. 1.

1959 y que Egipto está cada vez más decidido a conservar, ante las expectativas de una posible escasez de agua. Un informe del año 2009 del Gabinete de Información y Apoyo a la Decisión del Gobierno egipcio calculaba un déficit en los recursos hídricos egipcios para el año 2017.

El citado informe también calcula la cuota anual per cápita de agua en 582 m³ por persona para 2025, frente a los 860 en 2003 y los 1.138 en 1986. Además, según el mismo, mientras que los 55.500 millones de metros cúbicos de agua del Nilo que llega a Egipto por año representan el 86,7 % de sus recursos hídricos disponibles, se espera que esta proporción suponga tan solo el 80,5 % para 2017⁵.

Para Kumar Sinha resulta irónico que, del total del agua disponible en el mundo, tan solo un 2,4 % sea dulce y que un 2 % se encuentre en los casquetes polares y glaciares, restando tan solo un 1 % aprovechable. «Tan solo el 0,3 %, que se encuentra en lagos, estanques, ríos, arroyos, embalses, pantanos y ciénagas, no está congelada, no contiene sal y es accesible para el consumo humano»⁶.

El agua para consumo humano es un recurso vital y renovable. La lluvia repone el agua dulce consumida como recurso, pero solamente hasta su tasa de reposición, con independencia de las reservas disponibles y en función de la pluviosidad, la época del año y la ubicación del territorio. Mientras que a nivel global la tasa de reposición del agua dulce es suficiente para atender las diversas necesidades, la distribución irregular de este recurso, tanto geográfica como estacionalmente, se convierte en un factor incuestionable para la aparición de estrés hídrico⁷.

El factor más crítico, el culpable de la muerte de cientos de miles de seres humanos, es la falta de agua. Tan solo con la «huella del agua» de las ropas, ordenadores, sillas o pantallas presentes en la sala de Manos Unidas se podría salvar la vida a varios miles de seres humanos.

Como compara Edward Hallett Carr:

«Aquellos que afirman la primacía de la ética sobre la política sostienen que es el deber del individuo someterse por el bien de toda la comunidad, sacrificando su propio interés al interés de los otros más numerosos o de otra manera más necesitados... Los que, por otra parte, afirman la primacía de la política sobre la ética argumentarán que el gobernante go-

⁵ Sewilam, Mona. 2015. *How much Nile water?* Al-Ahram weekly Issue 1256.

⁶ Kumar Sinha, Uttam. 2016. *Riverine Neighbourhood: Hydro-politics in South Asia*. New Delhi: Institute for Defence Studies and Analyses, ISBN 978-81-8274-914-6, p. 1.

⁷ Hoekstra, A. Y., y Mekonnen, M. M. 2011. *Global water scarcity: the monthly blue water footprint compared to blue water availability for the world's major river basins*. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.

bierna porque es el más fuerte y los súbditos se someten porque son más débiles»⁸.

Esto se puede aplicar a las políticas del valle del Nilo, pero en este caso la «primacía de la política» es el denominador común para todos y cada uno de los países de la cuenca, aunque no todos sean los más fuertes.

Situación presente y prospectiva futura

«Si bien comprendemos fácilmente los problemas que aparecen a lo largo del tiempo y lo relacionamos de manera convincente con un contexto histórico, a menudo tendemos a ignorar la existencia de los problemas en el espacio, la escala y la importancia de la geografía»⁹.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Banco Mundial, 1.600 millones de personas viven en países con escasez de agua y se prevé que en dos décadas el número se multiplique por dos. Algunas regiones ya están sufriendo tanto la escasez de agua como su creciente variabilidad, lo que unido al efecto amplificador del cambio climático, supone un reto a la hora de gestionar este recurso vital¹⁰.

Ciertos documentos estratégicos como el «Entorno operacional futuro 2035», editado por el Ministerio de Defensa británico, reconoce la relevancia de la escasez de recursos a la vez que considera esta escasez como potencial causa de conflictos:

«El cambio climático podría aumentar la presión sobre la disponibilidad de agua potable y contribuir a la escasez de alimentos. Dado que muchos Estados comparten las mismas fuentes de agua, la escasez y la desviación de los ríos pueden causar la reducción o el fracaso de las cosechas, lo que provoca hambrunas, migración y posiblemente conflictos»¹¹.

Globalización y cambio climático

«A lo largo de la última década, un conjunto de riesgos relacionados con el medio ambiente —especialmente fenómenos meteorológicos extremos y fracaso en la mitigación y adaptación al cambio climático, así como las crisis del agua— han surgido como una característica central del panorama».

⁸ Carr, Edward Hallett. 1964. *The twenty years' crisis, 1919-1939: an introduction to the study of international relations*. Nueva York: New York Harper & Row-Harper torchbooks, primera edición en 1939. ISBN-10: 0061311227.

⁹ Kumar Sinha, Uttam. *Riverine Neighbourhood*. Op. cit., p. 1.

¹⁰ World Bank. 2016. *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development, p. 1.

¹¹ MOD UK. 2015. *Future Operating Environment 2035*. Londres: Ministry of Defence UK, p. 3.

ma de riesgos del GRPS¹², fuertemente interconectados con muchos otros riesgos, como el conflicto y las migraciones. Este año las preocupaciones ambientales son más prominentes que nunca, con los cinco riesgos incluidos en esta categoría evaluados como superiores tanto en impacto como en su probabilidad»¹³.

Cuatro de las diez principales interconexiones de riesgo en el GRPS del año 2017 implican riesgos ambientales, siendo los más citados la confluencia de «crisis de agua» y «fracaso a la hora de mitigar y adaptarse al cambio climático». Esto es resultado, entre otros factores, de la globalización.

La globalización

La globalización, de acuerdo con Victor Cha, es «una expansión gradual y continua de procesos de interacción, formas de organización y formas de cooperación fuera de los espacios tradicionales definidos por la soberanía»¹⁴. Pero para Saul Bernard Cohen¹⁵ «la globalización no anula la geografía, sino que se ajusta a su configuración y la cambia».

La desaparición del muro de Berlín fue el icono de una nueva etapa: el desarrollo impulsado por la economía requiere una cantidad mucho mayor de recursos energéticos y otros, a la vez que desaparecen muchas de las fronteras comerciales y se produce un crecimiento exponencial de internet. La globalización se apoya en dos soportes que se realimentan mutuamente:

- El incremento del comercio mundial con un movimiento continuo de capitales, favorecidos por la apertura de mercados.
- El desarrollo de las comunicaciones y el flujo migratorio, propiciados por los cambios tecnológicos y la evolución del transporte de mercancías y personas.

Pero Thomas P. M. Barnett defiende la heterogeneidad de la globalización y define una «brecha no integrada» que incluye:

«Las regiones del mundo que están desconectadas en gran medida de la economía mundial y del conjunto de reglas que favorecen su estabilidad [...]. Hoy en día, la brecha no integrada está formada por el anillo del Caribe, la Sudamérica andina, casi toda África, partes de los Balcanes, el Cáucaso, Asia Central, Oriente Medio y la mayoría de sudeste de Asia [...], este gap será escenario de estados fallidos y ciudades salvajes».

¹² The Global Risks Report 2017. World Economic Forum.

¹³ Drzeniek Hanouz, Margareta. 2017. *The Global Risks Report 2017*. Ginebra: World Economic Forum.

¹⁴ *Globalization and the Study of International Security*. Cha, Victor D. 2000, Journal of Peace Research, vol. 37, n.º. 3, pp. 391-403, p. 392.

¹⁵ Cohen, Saul Bernard. *Geopolitics of the world system*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield, 2003.

El cambio climático es un efecto no deseado de la globalización. Richard Haass opina en *Foreign Affairs* que «las causas pueden ser —en cierta medida— locales, pero sus efectos son —sin duda— globales»¹⁶. La globalización es asimétrica, afecta a los diferentes países de forma muy variable y con independencia de su contribución al problema. El valle del Nilo soporta unas consecuencias desproporcionadas a su contribución al cambio climático.

El futuro estará sediento, opina el Banco Mundial¹⁷. Algunas macrotendencias como el crecimiento de la población, el aumento de las clases medias en países como China o India (también en el valle del Nilo) y el cambio climático convergerán dando lugar a una demanda sin precedentes sobre los recursos hídricos del mundo que, a su vez, se verán mermados como consecuencia del cambio climático y su suministro será más irregular.

Crecimiento demográfico

El principal problema para un Estado, opina Charles-Philippe David¹⁸, es satisfacer las necesidades básicas de su población. Las amenazas militares casi han desaparecido, pero han dado paso a nuevas amenazas contra la seguridad política, económica, social y ambiental¹⁹. Todas estas amenazas se encuentran presentes en el valle del Nilo.

Como recoge Jemma Nunu Kumba²⁰, los Estados de la cuenca del Nilo soportan un crecimiento demográfico acelerado. La población alcanzará los 650 millones de habitantes para el año 2030, un 50 % más que los del año 2010, y aunque la tasa de aumento de la población urbana se estima entre el 4 y el 5 % anual hasta 2030, la gran mayoría de la población seguirá habitando zonas rurales.

Además, el fuerte desarrollo socioeconómico de alguno de los países, el mayor desarrollo industrial y el cambio en los hábitos de parte de la población de la región han dado lugar a una mayor demanda de agua, energía, alimentos y a un aumento de los residuos y de la contaminación²¹.

El cambio climático y sus efectos sobre el valle del Nilo

Otra de las macrotendencias definidas por el Banco Mundial es el cambio climático, que tendrá una gran influencia sobre la cuenca del río Nilo. Uno de los impactos más perjudiciales del cambio climático sobre la cuenca del río Nilo

¹⁶ Haass, Richard N., 2017, World Order 2.0. *Foreign Affairs*. [En línea] Enero-febrero de 2017. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2016-12-12/world-order-20>.

¹⁷ World Bank. High and Dry. *Op. cit.*, p. 23.

¹⁸ David, Charles-Philippe, 2008. *La guerra y la paz*. Barcelona: Icaria, ISBN: 9788474269666, p. 126.

¹⁹ *Ibid.*, p. 144.

²⁰ Presidente del Consejo de Ministros del Nilo (Nilo COM) y ministro de Electricidad, Agua e Irrigación de Sudán del Sur.

²¹ NBI, 2013, Environmental and Social Policy. *Op. cit.*, p. iii.

es la eventual inundación de las zonas costeras y del Delta. La costa norte y el delta, con ciudades de elevada población como Alejandría —donde se concentra el 40 % de la producción industrial egipcia— Port Said y Roseta²².

La pérdida de tierra fértil en el Delta se puede producir tanto por inundación como por la salinización del suelo y afectará seriamente a la producción agrícola en Egipto. Millones de habitantes del Delta y las zonas costeras perderían sus empleos como consecuencia del aumento del nivel del mar y se verían obligados a desplazarse a otras partes de Egipto que ya están superpobladas. Esto conduciría a conflictos con los habitantes ya existentes e inestabilidad social²³ (Tolba, 2009). «Promover un desarrollo socioeconómico sostenible» es un reto y uno de los instrumentos es la Iniciativa de la Cuenca del Nilo.

La Iniciativa de la Cuenca del Nilo (NBI, por sus siglas en inglés)²⁴ apoya una visión compartida basada en «promover un desarrollo socioeconómico sostenible mediante la utilización equitativa de los recursos hídricos comunes de la cuenca del Nilo y beneficiarse de ellos»²⁵. En palabras de Jemma Nunu Kumba:

«La cuenca del Nilo es hidrológicamente y particularmente sensible... Tanto el suministro como la demanda de agua están desigualmente distribuidos y varios factores están ejerciendo presión sobre los ya limitados recursos hídricos, el más significativo de ellos es el cambio climático, que está aumentando la ya de por sí alta diversidad climática y la variabilidad a través tanto de las estaciones como entre años».

Y continúa Nunu Kumba:

«Los extensos humedales y los grandes embalses provocan elevadas pérdidas de agua por evapotranspiración y el aumento de las temperaturas previstas para la región por los modelos climáticos globales las acelerará. Además, el abandono de los sistemas tradicionales de medios de subsistencia, que demostraron ser resistentes frente a la variabilidad climática y del agua, conduce a una pérdida de capacidades de adaptación»²⁶.

²² Tolba, Mustafa. 2009, *That sinking feeling*. Al-Ahram weekly Issue, n.º. 979.

²³ *Ibid.*

²⁴ Como recoge su estrategia 2013, se trata de una asociación intergubernamental integrada por los Estados ribereños del río Nilo: Burundi, Egipto, Etiopía, Kenia, Ruanda, Sudán del Sur, Sudán, Tanzania y Uganda. El NBI pretende desarrollar la cuenca del río Nilo de manera cooperativa, gestionando conjuntamente sus recursos hídricos transfronterizos y compartiendo los beneficios socioeconómicos que se derivan de su desarrollo. En el vértice del NBI se encuentra el Consejo de Ministros del Nilo (Nile-COM) que está asistido por un Comité Técnico Asesor (Nile-TAC) y un Secretariado (Nile-SEC) con sede en Entebbe.

²⁵ NBI, 2013. *Climate Change Strategy*. Entebbe, Uganda. *The Nile Basin Initiative*, ISBN: 978-9970-444-08-3; p. ii.

²⁶ NBI. *Climate Change Strategy*, op. cit., p.iii.

La ausencia de datos, junto con la variabilidad natural en las precipitaciones y la sensibilidad a los efectos climáticos, hace que sea difícil una proyección precisa de los impactos del cambio climático, pero parecen probables las siguientes tendencias climáticas:

- Mayores pérdidas por evaporación en los embalses.
- Mayores tasas de evapotranspiración y aumento de requerimientos de agua para los cultivos y el consiguiente aumento de la demanda de agua para riego.
- Mayor número y más largos de episodios de sequía, especialmente en zonas tradicionalmente secas.
- Mayor frecuencia e intensidad de tormentas severas, con un aumento del riesgo de inundación y daños graves por las tormentas.
- La mayor temperatura del agua en los lagos ecuatoriales aumenta la productividad de las algas, acelera la mineralización microbiana y reduce la disolución del oxígeno, entre otros efectos.
- Expansión a mayores altitudes de las enfermedades transmitidas por vectores —como la malaria— debido a temperaturas más cálidas.
- Aumento del nivel del mar que podría amenazar al delta del Nilo y a las ciudades a lo largo de la costa del océano Índico²⁷.

La cuenca del río Nilo requiere una descripción detallada.

El valle del Nilo

El río Nilo es el drenaje del lago Victoria y uno de los ríos más largos del mundo. Su longitud total, junto con las de sus afluentes, es de unos 3.030.300 kilómetros²⁸. La extensión total de la cuenca del río Nilo se estima en 2.900.000 kilómetros cuadrados, una décima parte de la superficie total de África²⁹.

Los subsistemas del Nilo

El Nilo cruza distintas zonas climáticas, crea grandes humedales, produce una alta evaporación superficial y genera una gran cantidad de energía hidroeléctrica. El Nilo mide alrededor de 5.610 kilómetros desde su fuente del Nilo Blanco en el lago Victoria y unos 4.590 kilómetros desde su fuente del

²⁷ *Ibid.*, p.i.

²⁸ Okoth-Owiro, Arthur. *The Nile Treaty. State Succession and International Treaty Commitments: A Case Study of the Nile Water Treaties*. Nairobi: Konrad Adenauer Foundation, 2004. ISSN 1681-5890, p. 2.

²⁹ Okidi, C. O. 1982. *Review of Treaties on Consumptive utilisation of waters of Lake Victoria and Nile Drainage System*. *Natural Resources Journal* 162, volume 22, pp. 161-192, p. 171.

Nilo Azul en el lago Tsana (Etiopía). Como sistema fluvial, su principal característica es que nace en dos zonas geográficas claramente diferenciadas, dando lugar a dos grandes subsistemas:

- El primer subsistema está constituido por el del Nilo Blanco y el sistema hídrico Bahr-el-Ghazal, una extensa laguna donde convergen multitud de arroyos que nacen al este y al norte de la divisoria Nilo-Congo.
- El segundo subsistema está constituido por el Nilo Azul y sus tributarios, los ríos Atbara y Sobat, que nacen en la meseta etíope³⁰.

El Nilo proporciona sustento a millones de personas en once países de África. Aporta agua dulce para uso doméstico e industrial, para la agricultura de regadío, centrales hidroeléctricas y el vasto recurso pesquero de los lagos de África Central.

Respecto al Nilo Blanco, diecisiete cuencas hidrográficas alimentan el lago Victoria, siendo la mayor contribución la del río Kagera³¹. El Nilo Blanco tiene sus fuentes en las tierras altas de Ruanda y Burundi, desde donde las aguas discurren hacia el lago Victoria. Abandona el citado lago en la ciudad de Jinja (Uganda), atravesando una zona pantanosa alrededor del lago Kyoga para posteriormente dirigirse hacia el lago Alberto³². Posteriormente, como describe C. O. Okidi:

«De Mobutu a Malakal, en Sudán, el Nilo Blanco se conoce como Bar el Jebel. Esta es la zona de los conocidos Sudds de Sudán del Sur, donde se pierde gran cantidad de agua por evaporación y empapado, lo que propició la construcción del canal de Jonglei [...]. Más allá de Malakal, el Nilo Blanco fluye directamente hacia el norte hasta Jartum, donde se une el Nilo Azul, que drena el lago Tsana en las tierras altas de Etiopía. Luego, más al norte, de nuevo se une la Atbara, que fluye de las tierras altas de Eritrea. Hace un suave bucle hacia el sur, luego hacia el norte, cruzando la frontera con Egipto en Wadi Halfa, desde donde se conduce suavemente a su delta en el Mediterráneo. Allí, el Nilo completa toda su longitud, estimada en cerca de 4,180 millas desde la salida de Jinja»³³.

El Nilo Azul nace en las divisiones volcánicas y genera profundas gargantas en la meseta etíope, por donde discurre un caudal de aguas azules llenas de sedimentos que incorpora multitud de afluentes antes de llegar a la confluencia con el Nilo Blanco en Sudán, donde se convierte en Nilo o Nilo principal. Posteriormente, el río Atbara se une al Nilo. Las contribuciones al Nilo

³⁰ Okoth-Owiro, Arthur. The Nile Treaty, *ibid*.

³¹ Howell, P. P.; Lock, J. M., y Cobb, S. M. *The Jonglei canal: Impact and Opportunity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

³² Okoth-Owiro, Arthur. The Nile Treaty, *op. cit.*, p. 2.

³³ Okidi, C. O. *Review of Treaties on Consumptive utilisation of waters of Lake Victoria*, *op. cit*, p. 162.

de los ríos etíopes son del 86 % (compuestas por el 59 % del Nilo Azul, el 13 % del Atbara y el 14 % del Sobat)³⁴.

El caudal del Nilo

El caudal anual medio del Nilo —medido en Asuán— es de 84.000 millones de metros cúbicos, como recoge Godana³⁵. Mientras el caudal del Nilo Blanco es relativamente regular durante todo el año, el caudal en el subsistema Nilo Azul-Atbara varía estacionalmente. Entre julio y septiembre alcanza su punto culminante, como recoge Godana³⁶, el Nilo Azul incorpora un enorme flujo torrencial, que aporta el 90 % de las aguas que pasan por Jartum, pero en abril el citado flujo se reduce a un 20 %.



Figura 1.

Medir el flujo del Nilo en Jartum no es lo más significativo, ya que gran parte del agua que discurre desde el lago Alberto y las tierras altas de África oriental, estimado en 24.000 millones de metros cúbicos, se pierde por evaporación o filtración en el Sudd³⁷. La cantidad de agua que abandona la

³⁴ Awulachew; Seleshi Bekele y otros. *The Nile River Basin: Water, Agriculture, Governance and Livelihoods*. Abingdon, Nueva York: Routledge, 2013. ISBN: 1849712832, p. 7.

³⁵ Godana, B. A. 1985, *Africa's shared water resources. Legal and institutional aspects of the Nile, Niger and Senegal River systems*. Londres, Boulder: Lynne Rienner Publishers, Inc., ISBN: 086187563X, p. 82.

³⁶ *Ibid.*, p. 81.

³⁷ *Ibid.*

meseta de los lagos de África oriental nos daría una estimación más realista de la contribución potencial del Nilo Blanco. El Acuerdo de 1959 entre Egipto y Sudán, además de repartir las aguas del Nilo, contempla el proyecto del canal de Jonglei, que tenía como finalidad reducir las pérdidas de agua en el Sudd, aumentando así el flujo que alcanza en Jartum.

En cualquier caso, estimar el flujo del Nilo sobre la base de la cantidad de agua que llega a Sudán o Egipto parece dar por hecho que el propósito principal del río Nilo es proveer de agua a estos dos países, en cuyo caso lo único importante es el agua que alcanza en su destino. La realidad es que las aguas del Nilo son útiles e importantes en todo el valle, desde el Kagera hasta el Mediterráneo.

En países como la República Democrática del Congo, la cuenca del Nilo solo ocupa una parte muy pequeña de su territorio. Otros países como Burundi, Ruanda, Uganda, Sudán, Sudán del Sur y Egipto están casi completamente integrados en la cuenca del citado río. Sin embargo, todas las aguas de Burundi y Ruanda y más de la mitad de las aguas de Uganda se producen internamente, mientras que la mayor parte de los recursos hídricos de Sudán y Egipto se originan fuera de sus fronteras: el 77 % de los recursos hídricos de Sudán y más del 97 % en el caso de Egipto³⁸.

La fuente del Nilo más alejada del mar es el río Luvinzora en Burundi, un afluente del río Kagera. El nivel del lago Victoria es extremadamente sensible a cambios moderados en las precipitaciones sobre el lago y sus tributarios. Las citadas precipitaciones y la evaporación son los principales factores que determinan el equilibrio lacustre y son más o menos equivalentes. Dado que la evaporación varía poco de un año a otro, unas precipitaciones abundantes generan un superávit desproporcionado³⁹.

Desde el lago Victoria fluye a través del lago Kyoga hasta el lago Alberto, cruza hacia Sudán y continúa hacia la región del Sudd. La característica más notable de la zona de Sudd es su planicie, con una pendiente del 0,01 % en 400 km, de sur a norte, y sus suelos son arcillosos pobres en nutrientes. La temporada de lluvias en el Sudd coincide con las temporadas de inundación de los ríos, dando lugar a zonas cubiertas de agua y barro durante medio año y a zonas áridas y desérticas durante la otra mitad del año en las zonas más alejadas de los ríos⁴⁰.

³⁸ Frenken, Karen, y Faurès, Jean-Marc, 1997. *Irrigation potential in Africa: A basin approach*. FAO Land and Water Bulletin 4. Roma: FAO Land and Water Development Division, ISBN 92-5-103966-6.

³⁹ Frenken, Karen, y Faurès, Jean-Marc. *Irrigation potential in Africa*. Op. cit.

⁴⁰ *Ibid.*



Figura 2.

Agua y conflicto

Los conflictos sobre el agua entran de lleno en el ámbito de la «seguridad humana», pero tres secretarios generales de la ONU sucesivos expresaron opiniones convergentes sobre el vínculo agua-guerra:

- Boutros Boutros-Ghali afirmaba, en 1985, que «la próxima guerra en el Medio Oriente se combatirá por el agua, no por la política».
- Kofi Annan opinaba, en el año 2001, que «la feroz competencia por el agua dulce puede convertirse en una fuente de conflictos y guerras en el futuro».
- Ban Ki Moon manifestaba, en el año 2007, que «las consecuencias para la humanidad son graves. La escasez de agua amenaza los beneficios económicos y sociales y es un potente combustible para las guerras y los conflictos»⁴¹.

Hay un acuerdo amplio sobre que la escasez de agua y su potencial de conflictos están vinculados a factores como el crecimiento de la población, el aumento de los precios de los alimentos y el calentamiento global. Pero hay dos teorías diferentes sobre cómo estos factores podrían evolucionar en el futuro:

La primera aproximación se basa en las ideas de Thomas Malthus, que pensaba que el aumento de la población y la escasez de recursos llevarán inevitablemente al conflicto y la violencia. Estudios de caso recientes⁴² sobre la degradación ambiental concluyen que ese vínculo directo entre la escasez y la violencia no es tan evidente.

Por otro lado, los que apuestan por la segunda aproximación opinan que las relaciones desiguales de poder dentro de los Estados, los conflictos entre grupos étnicos y entre clases sociales representa la mayor fuente de tensiones. El agua sería, para los partidarios de esta opción, tan solo un instrumento con el que un sector de la población amenaza a otro⁴³.

Para James Fergusson hay docenas de puntos calientes en el mundo y la Corte Permanente de Arbitraje de La Haya afirma que, a nivel global, doscientas sesenta y tres cuencas de río están contestadas. A menudo se olvida que la revolución contra el presidente Bashar al-Assad comenzó cuando jóvenes de la ciudad de Daraa, frustrados por el reparto corrupto de las reservas de agua por parte del gobernador local, fueron sorprendidos pintando

⁴¹ UNU-INWEH, 2011. Former National Leaders: Water a Global Security Issue. *United Nations University*. [En línea] 20 de marzo de 2011. [Citado el 15 de enero de 2017]. <http://unu.edu/media-relations/releases/water-called-a-global-security-issue.html>.

⁴² Entre ellos, Thomas Homer-Dixon.

⁴³ Chaturvedi, A. K., 2013. *Water: A Source for Future Conflicts*. New Delhi: Vij Books India Pvt Ltd, ISBN 9382573615, p. 61.

grafitis. Su arresto y torturas fueron la «gota que rebasó el vaso» para las tribus a las que pertenecían los jóvenes. En Yemen, la revolución de 2011 comenzó en Taiz, la ciudad con mayor estrés hídrico del país⁴⁴.

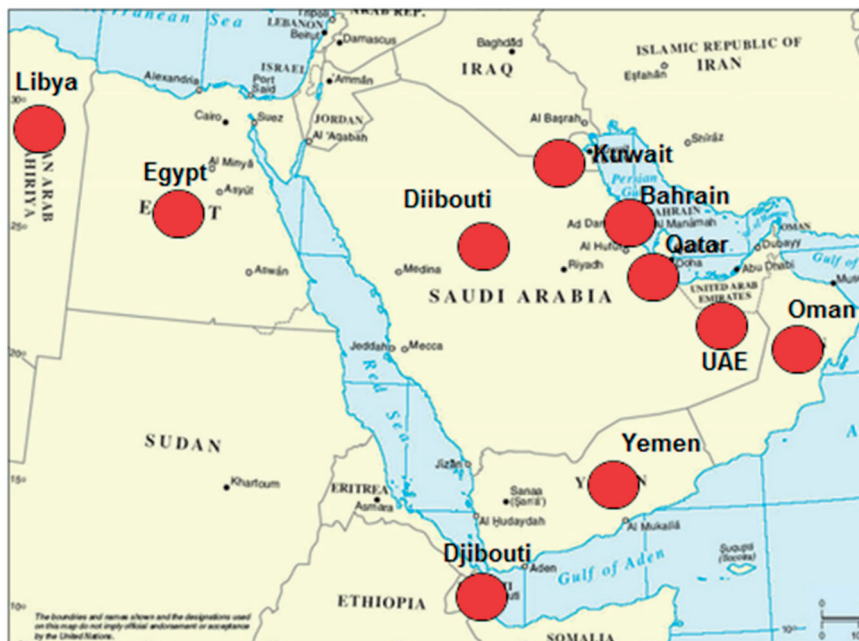


Figura 3.

Los diez países más afectados por el estrés hídrico se encuentran en Oriente Medio y se espera que esta región se convierta en mucho más caliente y más seca según los modelos climáticos⁴⁵, la pregunta es si el agua es un bien nacional o un recurso global.

El agua ¿un bien nacional?

El agua no está confinada a las fronteras políticas, muy al contrario:

- 148 Estados comparten valles internacionales en su territorio.
- Se calcula en 276 el número de valles transfronterizos en el mundo.
- Los citados valles transfronterizos ocupan el 46 % de la superficie terrestre del planeta.

⁴⁴ Fergusson, James, 2015. The World Will be Soon at War over Water. *Newsweek*. [En línea] 24 de abril de 2015. <http://europe.newsweek.com/world-will-soon-be-war-over-water-324328?rm=eu>.

⁴⁵ Schreier, Hans, y Pang, Garwood, 2015. Water Issues in International Development, *The University of British Columbia Faculty of Land and Food Systems*. [En línea] [Citado el 15 de enero de 2017]. <http://ubclfs-wmc.landfood.ubc.ca/webapp/WID/course/water-issues-in-international-development-1/global-water-issues-4/#>.

- De los valles transfronterizos 256 lo son por cuatro países o menos (un 92,7 %) y tan solo 20 lo son por cinco países o más (un 7,2 %).
- El máximo es 18 países, los que comparten la cuenca del Danubio⁴⁶.

El 80 % de la población mundial reside en las orillas de los ríos y su forma de vida se ve amenazada por el aumento de la contaminación del agua y las fluctuaciones de su caudal. Cada río tiene sus propias características, pero cuando se trata de vulnerabilidad y estrés hídrico son extraordinariamente parecidos. Entre las causas de estos males se encuentran el uso intensivo del agua para la agricultura, el desarrollo industrial no regulado, el flujo de aguas residuales y la modificación del hábitat del río⁴⁷.

Un caso paradigmático es el de Oriente Próximo. El discurso político y popular sobre el problema ambiental del agua en el Oriente Medio tiene una base maltusiana, de forma que el estrés hídrico y los problemas ecológicos consiguientes serían consecuencia de la falta de coherencia entre la disponibilidad de recursos y la creciente población⁴⁸. En palabras de Malin Falkenmark, «por desgracia, los recursos hídricos son limitados, por lo tanto, futuros aumentos de población implican una mayor competencia por el agua»⁴⁹.

El antiguo analista de la CIA Stephen Pelletiere comentaba en el *New York Times* dos meses antes de la invasión de Irak que:

*«Constantemente se nos recuerda que Irak tiene quizás las mayores reservas mundiales de petróleo. Pero en un sentido regional y tal vez incluso geopolítico puede ser más importante el que Irak tiene el sistema de ríos más extenso en el Oriente Próximo. Además de los ríos Tigris y Éufrates, están ríos como el Gran Zab y pequeño Zab, en el norte del país»*⁵⁰.

Agua recurso finito

Podemos afirmar que los recursos naturales, incluso en el caso de los recursos renovables, son limitados y su distribución es asimétrica y poco equitativa. Esto lleva a los países que siendo importantes consumidores de unos recursos no disponen en cantidad suficiente a asegurar el control de esos recursos esenciales para su propia subsistencia y el mantenimiento de su nivel de desarrollo.

⁴⁶ Kumar Sinha, Uttam. *Riverine Neighbourhood*. *Op. cit.*, p. 3.

⁴⁷ Kumar Sinha, Uttam. *Riverine Neighbourhood*. *Op. cit.*, p. 5.

⁴⁸ Selby, 2005. *The Geopolitics of Water in the Middle East: fantasies and realities*. Enero de 2005, *Third World Quarterly*, vol. 26, n.º. 2, pp. 329-349. ISSN 0143-6597, p. 331.

⁴⁹ Falkenmark, Malin, 1986. *Fresh water: time for a modified approach*. *Ambio*, 15 (4), pp. 192-200.

⁵⁰ Pelletiere, Stephen C., 2003. *A War Crime or an Act of War?* *The New York Times*. [En línea] 31 de enero de 2003. [Citado el 13 de abril de 2014]. <http://www.nytimes.com/2003/01/31/opinion/a-war-crime-or-an-act-of-war.html>.

Si a la asimetría en la distribución de recursos unimos un aumento también asimétrico de su consumo, derivado de un crecimiento desigual de la población a nivel global, tendrá como resultado una degradación exponencial del medio ambiente. De los siete aspectos que el concepto de seguridad propuesto por el PNUD en 1994⁵¹ cuatro están íntimamente relacionados con la seguridad humana, particularmente la seguridad económica, alimentaria, sanitaria y ambiental. Es más, de un análisis histórico de los conflictos hasta el año 2001, en un 25 % se pudo identificar una relación directa con la competición por ciertos recursos vitales o estratégicos. Entre las causas identificadas, Engel y Korf señalan los cambios demográficos, la creciente integración de las economías nacionales y globales y los cambios ambientales⁵².

Los destinatarios de los recursos pueden ser agricultores, ganaderos o simplemente una población urbana que consume cantidades crecientes de carne o cereales. Como consecuencia de la competencia por los recursos se pueden producir desplazamientos masivos de población, lo que aumentaría la conflictividad en otras zonas. Este es el caso de la cuenca del río Nilo, donde los conflictos pueden aparecer a nivel local, nacional o internacional. El caso más peligroso —aunque poco probable— sería un conflicto violento por las aguas entre Egipto y los países de la cuenca alta del Nilo, que tendría resultados desastrosos⁵³. La mera posibilidad de un conflicto interestatal nos invita a examinar los ejercicios de poder en la cuenca del río como sistema.

Hidro-hegemonía

Al examinar el río como sistema aparece el concepto de hidro-hegemonía, que se basa en la asimetría de poder que supone una supremacía militar de un país del valle sobre los demás. Estos casos, si se estudia la cuenca aisladamente, no son tan infrecuentes como se pudiera pensar, de hecho, el empleo o la amenaza de empleo de la fuerza (coerción), la anuencia (atracción) y la elaboración de planes alternativos para la cuenca tiene una influencia superior que la de las leyes internacionales sobre el agua, los principios éticos o la posición relativa de un país dentro de la cuenca.

Casos como los de Turquía o China son paradigmáticos de países que siendo potencias hegemónicas se encuentran ubicados en la cuenca alta de los ríos. Pero otros países situados en la cuenca alta como son Afganistán, Nepal o Etiopía no llegan a ser potencias hegemónicas. Países como Bangladesh y

⁵¹ En 1994, el PNUD publicó un informe que incorpora el concepto de «seguridad humana». El concepto de seguridad en consecuencia se ampliaba.

⁵² Engel, Antonia, y Korf, Benedikt, 2005. *Negotiation and mediation techniques for natural resource management*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

⁵³ Wald, Charles F., 2009. *Drought, Flooding, and Refugees: Addressing the Impacts of Climate Change in the World's Most Vulnerable Nations* II. Washington, D.C: U.S. Senate Subcommittee on International Development and Foreign Assistance.

México, ubicados en la cuenca baja, son contrahegemónicos, mientras que Egipto, a pesar de ser el último país de la cuenca del río Nilo, es hegemónico⁵⁴.

Pero la debilidad de los países no hegemónicos es más aparente que real, cuando ponemos el sistema río en un contexto más amplio, donde ciertas estrategias «contrahegemónicas» permiten a la parte aparentemente débil de la ecuación reequilibrar sus capacidades modificando las propias reglas de la competición. Etiopía es un ejemplo de lo anterior, y ha empleado su tradicional capacidad negociadora y su diplomacia de cooperación estratégica para mejorar su posición relativa de poder en el Nilo, a la vez que ha introducido nuevos actores externos en la fórmula de poder.

Por otro lado, Sudán cuenta con la importancia que supone su situación en el centro, para adoptar un papel mediador entre Egipto y Etiopía, que a su vez le proporciona importantes dividendos⁵⁵. Pero esta mediación sudanesa ha dado lugar a resultados nefastos y son muchos los que consideran que la escisión de Sudán del Sur es un efecto secundario de la «guerra fría» sobre las aguas del Nilo.

Los escenarios de conflicto son favorecidos por la aplicación interesada de uno u otro de dos principios contradictorios: el de soberanía y el de integridad entre las cuencas alta y baja de un río. Pero a pesar de las predicciones negativas, el retroceso económico de países con estrés hídrico en la región MENA no ha producido guerras por el agua.

Una de las razones para que la violencia no escale hasta conflictos armados atribuibles únicamente en el agua se encuentra en el comercio de «agua virtual». Alimentos, a menudo subsidiados, pueden liberar la tensión ambiental, económica y político de las movilizaciones, ante la carencia de recursos hídricos locales⁵⁶. Pero no se puede descartar la emergencia de la violencia cuando el problema del agua se suma a otros factores conflictivos.

Por la no existencia de guerras no se puede concluir la ausencia de conflicto y las disensiones transfronterizas sobre las aguas son complejas⁵⁷. Para Mark Zeitoun y Jeroen Warner la escasez estructural y física del agua, creciente con el paso del tiempo, provoca interés sobre dos cuestiones teóricas:

- La existencia de las intensidades variables de conflicto. Los conflictos por el agua podrían ser destructivos, pero muchos son más discretos, situados en esa zona intermedia entre las «guerras del agua» y la «cooperación» transfronteriza plena.

⁵⁴ Zeitouna, Mark, y Allan, J. A. 2008. *Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis*. Water Policy 10 Supplement 2, pp. 3-12.

⁵⁵ Zeitouna, Mark, y Allan, J. A. *Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis*, op. cit.

⁵⁶ *Ibid.*

⁵⁷ Zeitoun, Mark, y Warner, Jeroen. 2006. *Hydro-hegemony, a framework for analysis of trans-boundary water conflicts*. Water Policy 8, pp. 435-460, p. 347.

- La razón por la que determinados conflictos se mantienen silenciosos y no escalan hasta convertirse en guerras está más relacionado con el desequilibrio de poder entre los países ribereños que con el deseo de cooperación entre los mismos⁵⁸.

El hidrohegemónico, en nuestro caso Egipto, es el único que puede garantizar un resultado negociado ante un eventual conflicto, ya que puede optar entre imponer su posición de forma violenta o adoptar un liderazgo positivo, que beneficie a todos los países de la cuenca.

La realidad es que —en el caso del agua— la máxima estabilidad depende de que el poder hegemónico decida negociar un acuerdo que contemple un reparto equitativo de agua entre todos los países de la cuenca, nos encontraríamos ante un liderazgo positivo del hidrohegemónico. En el otro extremo se encontraría una situación en la que la potencia hegemónica intente conseguir un control extremo sobre los recursos hídricos a través de una acción unilateral, lo que sería percibida por los demás países de la cuenca como de dominio o explotación hegemónica, que conducen inevitablemente a una pérdida control por parte del más débil⁵⁹.

Estrategias de control de los recursos hídricos

«Se dice que se produce una captación de recursos cuando grupos poderosos dentro de una sociedad cambian la distribución de recursos a su favor»⁶⁰.

Cuando se desarrolla una estrategia basada en la captación de recursos se produce un «unilateralismo activo», en el que, a falta de convenios formales, un país ribereño desarrolla proyectos que modifican negativamente el flujo o la calidad de un determinado recurso, en este caso el agua⁶¹.

La captación de recursos se basa en «hechos consumados» que aumentan el control sobre el agua. En las situaciones en las que un río sirve de línea divisoria entre dos o más Estados la introducción de diques de desvío permiten mejorar la demanda propia, pero a costa de otro país. Otro caso frecuente es el de los acuíferos transfronterizos, donde escavando pozos que sean más profundos y extrayendo el agua con bombas se provoca una reducción del nivel freático, perjudicando al vecino más débil⁶². Este parece ser el caso

⁵⁸ Zeitoun, Mark, y Warner, Jeroen, 2006. *Hydro-hegemony – a framework for analysis*, op. cit.

⁵⁹ *Ibid.* p. 444.

⁶⁰ Homer-Dixon, Thomas, 1999. *F. Environment, Scarcity, and Violence*. Princeton, NJ: Princeton University Press, ISBN: 9780691089799, p. 177.

⁶¹ Waterbury, J., 1997. *Between unilateralism and comprehensive accords: modest steps towards cooperation in international river basins*. *Water Resources Development*, 13(3), pp. 279-289, p. 279.

⁶² Zeitoun, Mark, y Warner, Jeroen, 2006. *Hydro-hegemony – a framework for analysis*, p. 444.

de la presa del Renacimiento en Etiopía, lo que nos lleva a otro fenómeno emergente en la cuenca del río Nilo, el del unilateralismo de los embalses.

Unilateralismo de embalses

«La bandera roja de la tensión relacionada con el agua entre países no es la escasez de agua en sí misma, sino más bien un intento unilateral para desarrollar un río internacional, por lo general, por parte de una potencia regional»⁶³.

El análisis histórico nos demuestra que una mayor escasez no provoca necesariamente guerras por el agua. Pero determinadas acciones unilaterales, como son la construcción de una presa o el desvío de las aguas de un río, sin la existencia de acuerdos internacionales y mecanismos de cooperativos de resolución de potenciales conflictos, son desestabilizadoras para una cuenca y dan lugar a incluso décadas de discordia antes de optar por la cooperación⁶⁴.

Los conflictos por el agua

En relación con los recursos, Michael Lund opina que «el conflicto se presenta cuando dos o más partes perciben que sus intereses son incompatibles, expresan actitudes hostiles o persiguen sus intereses a través de acciones que dañan los de otras partes. Estas partes pueden ser individuos, grupos grandes o pequeños y países». Los conflictos regionales sobre los recursos hídricos son poco probables, como argumenta Selby:

«Dentro de nuestro sistema global capitalista, el agua simplemente no es lo suficientemente importante como fuente de ingresos o como una fuente de seguridad para las élites estatales como para justificar ir a la guerra por él»⁶⁵.

En opinión de David I. Stewart⁶⁶, los conflictos violentos sobre el agua solo se producirán cuando los mismos se transformen en una amenaza vital para la población de un Estado. Para Thomas Homer-Dixon⁶⁷ las citadas guerras solo se producirían si:

- El país de la cuenca baja tiene una dependencia extrema del agua para su desarrollo nacional.

⁶³ *Dehydrating Conflict*. Postel, Sandra, y Wolf, Aaron T. 2001. *Foreign Policy*, 126, pp. 60-67, p. 61.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 63.

⁶⁵ Selby, 2005. *Oil and water: the Contrasting Anatomies of Resource Conflicts*. *Government and Opposition*, volume 40, Issue 2, pp. 200-224, p. 219.

⁶⁶ David I., 2014. *Water Conflict in Central Asia*. *Stewart, Defence Studies*, 14:1, pp. 76-109. DOI: 10.1080/14702436.2014.890336, p. 76.

⁶⁷ Homer-Dixon, Thomas. 1995. The Myth of Global Water Wars. *Toronto Globe and Mail*. 9 de noviembre de 1995. <http://www.homerdixon.com/1995/11/09/the-myth-of-global-water-wars/>.

- El país de la cuenca alta pueda reducir el caudal del río.
- Exista un historial de discrepancia entre los dos países.
- El país de la cuenca baja disponga de un potencial militar claramente superior al del país de la cuenca alta.

El ejemplo más obvio para Homer-Dixon es el Nilo: Egipto tiene una dependencia crítica de las aguas del Nilo, relaciones tradicionalmente conflictivas con Sudán y Etiopía y es militarmente más poderoso que ambos. Egipto ha amenazado varias veces con su uso para garantizar un suministro adecuado de las aguas del Nilo.

Helga Hafterdorn opina que es conveniente distinguir entre los conflictos por el uso y por la distribución por la contaminación. Así:

«Un conflicto de utilización podría ser, por ejemplo, la construcción de una central hidroeléctrica en el curso alto del río. La posibilidad de conflicto aumenta en los casos en que esta construcción tiene consecuencias perjudiciales para los Estados de la cuenca baja, por ejemplo, las aguas residuales contaminadas. La situación se hace más pronunciada cuando los Estados situados aguas abajo niegan su consentimiento para dicha construcción debido a los temores, por ejemplo, de escasez de agua. Esto podría incluir una situación en la que la construcción de una presa en el curso superior de un río, que no solo sirve a las necesidades de electricidad sino también las grandes obras de irrigación, amenaza con detener el flujo de agua hacia los Estados ribereños de la cuenca bajas».

Un conflicto que surja sobre el uso o sobre la contaminación puede dar lugar a tensiones entre los Estados, pero raramente llegar a la violencia. Hafterdorn diferencia además los conflictos por la distribución absolutos y relativos.

«Un conflicto de distribución relativa se presentaría cuando existe una disparidad en el uso del agua entre los Estados situados en las cuencas altas y bajas. Un conflicto de distribución absoluta existiría cuando simplemente no hay suficiente agua para satisfacer todas las necesidades legítimas de los países ribereños».

En los conflictos distributivos la situación empeora si los ribereños de la cuenca baja no pueden bloquear una acción dañina de los de la cuenca alta que ponga en peligro la propia supervivencia del Estado, lo puede dar lugar a acciones militares⁶⁸.

Existe un acuerdo emergente entre Sudán y Egipto sobre la presa del Renacimiento, al tratarse de un conflicto sobre el uso, pero eso solamente sería válido si no se produjera una reducción de la cuota de agua que llega a Egipto.

⁶⁸ Hafterdorn, Helga, 2000. *Water and International Conflict*. Third World Quarterly, vol. 21, n.º 1, p. 51-68, p. 56.

to, en cuyo caso se convertiría en un conflicto distributivo, ante el cual solo es posible una solución negociada cuando el Estado privilegiado renuncia a sus ventajas⁶⁹ (Haftendorn, 2000). En cualquier caso, los conflictos del agua han servido de justificación para obtener otras compensaciones bilaterales o multilaterales. Así lo defiende John Anthony Allan⁷⁰:

«Ha habido una tendencia en las potencias hegemónicas de las cuencas hidrográficas de algunas regiones en vincular o desvincular el agua con otras cuestiones con el fin de promover sus propios intereses. Las asimetrías de poder afectan a las negociaciones en sí, pero son igual de importantes en las etapas preliminares, como la determinación de si el agua debe ser negociado por separado o simultáneamente a las cuestiones más importantes».

Mucho más graves son los ejemplos en los que de hecho no hay agua suficiente para satisfacer todas las necesidades legítimas, independientemente de su distribución⁷¹.

¿Se han producido guerras sobre el agua?

Mary Kaldor⁷² diferencia, a finales de la década de los años noventa, entre las guerras características de la Guerra Fría, las «viejas guerras» y las que se producen en los años noventa o «nuevas guerras». Estas últimas hay que estudiarlas en el marco de la globalización y se caracterizan por ser simultáneamente locales y estar influidas por actores internacionales⁷³.

Históricamente el agua ha tenido gran importancia geopolítica, tanto como recurso en sí mismo, como por servir de vía de comunicación fundamental, lo que ha dado lugar a conflictos e incluso a guerras. La primera guerra por el agua recogida documentalmente se produjo hace 4.500 años, entre las antiguas ciudades-Estado de Lagash y Umma, en la confluencia de los ríos Tigris y Éufrates. Lagash desvió el agua que servía para atender a las necesidades de su vecino, práctica que se mantiene en la actualidad en Irak⁷⁴.

Hoy en día, los Estados rara vez luchan exclusivamente a causa del agua. Se trata de conflictos que entrarían de lleno en lo que Frank G. Hoffman denomina la «Zona Gris», término que:

⁶⁹ *Ibid.*

⁷⁰ 41. Allan, J. A., 2002. *Water Security in the Middle East: The Hydro-Politics of Global Solutions*. London: Water Research Group, SOAS/King's College, ppn 333169999.

⁷¹ Haftendorn, Helga. *Water and International Conflict*, *op. cit.*, p. 59.

⁷² Kaldor, Mary, 2001. *Las nuevas guerras: violencia organizada en la era global*. Barcelona: Tusquets Editores, pp. 1-12.

⁷³ *Ibid.*

⁷⁴ World Bank. *High and Dry*, *op. cit.*, p. 19.

«... captura las actividades multidimensionales deliberadas de un actor estatal, que se encuentran inmediatamente por debajo del umbral del uso agresivo de las fuerzas militares. En estos conflictos, los adversarios emplean una serie integrada de instrumentos de poder nacionales y subnacionales en una guerra ambigua para lograr objetivos estratégicos específicos, pero sin cruzar el umbral del conflicto manifiesto»⁷⁵.

Espectro de Conflictos en la Guerra no Convencional



heritage.org

Figura 4.

Las guerras suponen un importante esfuerzo económico y sus consecuencias suelen ser incontrolables. La búsqueda de soluciones de consenso es la forma más racional de resolver las disputas. De hecho, la negociación cooperativa sobre los recursos hídricos transfronterizos ha sido más frecuente que los conflictos violentos, pero esto no implica que la pertinaz escasez y creciente demanda de agua no puedan actuar como catalizadores de conflictos violentos en un futuro próximo. El valle del Nilo podría ser un candidato.

Es más probable que se produzcan conflictos en países donde la agricultura es la forma de vida de una parte sustancial de la población. Tanto las sequías como las inundaciones generan pobreza y, además, pueden ser desencadenantes de conflictos al afectar a los presupuestos gubernamentales, lo que a su vez da lugar a un deterioro en sus capacidades y un colapso en su popularidad, pudiendo llegar a provocar indirectamente (Zona Gris) un cambio de régimen.

Otro efecto secundario de las sequías y las inundaciones cada vez más frecuentes son las migraciones dentro y entre países. Estas migraciones proliferan en las zonas que sufren estrés hídrico y se pueden convertir en foco de tensión entre la población local y los recién incorporados⁷⁶. El Banco Mundial calcula en el África subsahariana una reducción del 1 % en las precipitaciones, provocando un aumento de 0,59 % en la tasa de urbanización⁷⁷.

No hay acuerdo sobre si la escasez de agua, como variable independiente, afecta a la probabilidad de conflicto entre países. Un informe del Strategic

⁷⁵ Hoffman, Frank, 2015. *The Contemporary Spectrum of Conflict. Protracted, Gray Zone, Ambiguous, and Hybrid Modes of War*. [aut. libro] Dakota L. Wood. *The 2016 Index of U.S. Military Strength. Assessing America's Ability to Provide for the Common Defense*. Washington: The Heritage Foundation, pp. 25-36.

⁷⁶ World Bank. High and Dry, *op. cit.*, p. 19.

⁷⁷ *Ibid.*, p. 20.

Foresight Group (2013) afirma que la falta de cooperación entre los países que comparten cuencas transfronterizas exacerba su riesgo de guerra. Sin embargo, el Banco Mundial (2016) afirma que, incluso en el futuro, la guerra entre los países causada exclusivamente por el agua es poco probable. Sin embargo, las tensiones entre las comunidades pueden crecer como resultado de la escasez de agua.

Existen evidencias de que «episodios de sequías e inundaciones son a menudo seguidos de repuntes de violencia, guerra civil y cambio de régimen en los países en desarrollo» (Banco Mundial, 2016, p. 19). Aun así, puede ser prematuro argumentar que la degradación ecológica por sí sola aumenta la probabilidad de violencia —se han producido muchos casos en los que, en lugar de provocar la guerra, las crisis del agua han permitido iniciar la cooperación entre los países anteriormente hostiles—⁷⁸.

El riesgo para la seguridad alimentaria es especialmente preocupante, porque la agricultura tiene que satisfacer una demanda en rápido crecimiento a partir de una base de recursos finitos. El impacto combinado de un aumento de la población y el crecimiento de la clase media —las personas más ricas comen más carne intensiva de cereales— nos lleva a pensar en un aumento de la demanda del 60 % para 2050⁷⁹.

Se han producido muchos casos de cooperación en relación con aguas transfronterizas. En torno a cuatrocientos cincuenta acuerdos sobre aguas internacionales se han firmado entre 1820 y 2007, de los cuales más de noventa acuerdos internacionales lo fueron sobre cuencas hidrográficas compartidas en el continente africano (Kumar Sinha, 2016, p. 3)⁸⁰. Pero en palabras de un exdirector ejecutivo del Programa Mundial de Alimentos, «sin alimentos, la gente solo tiene tres opciones: levantarse, emigrar o morir». Las implicaciones sobre la seguridad afectarán tanto a los países en desarrollo como a los desarrollados⁸¹.

Geopolítica del agua en el valle del río Nilo

El Nilo es realmente único. Es el río más largo del mundo, compartido por diez países, y el drenaje de casi el 10 % del continente africano. Sus aguas son vitales para el sustento de más de 180 millones de personas en la cuenca. El Nilo, por supuesto, está en la base de la antigua civilización egipcia.

⁷⁸ Réchard, Danièle, y otros, 2016. *Global Trendometer*. Bruselas: European Union, ISBN 978-92-846-0104-2, p. 9.

⁷⁹ WEF, 2016. *The Global Risks Report 2016. Climate Change and Risks to Food Security*. Ginebra: World Economic Forum.

⁸⁰ Kumar Sinha, Uttam. *Riverine Neighbourhood*, *op. cit.*, p. 3.

⁸¹ WEF, 2016. *The Global Risks Report 2016*, *op. cit.*, p. 50.

Un caso de estudio: la cuenca del Nilo

- El Nilo es un río pequeño en términos de caudal.
- El Nilo es la única fuente importante de agua para los países ribereños de la cuenca baja.
- Los países ribereños de la cuenca alta tienen grandes poblaciones rurales que dependen de la agricultura de subsistencia.
- El actual aumento de la población supone una presión sin precedentes sobre los recursos naturales.
- El flujo de la corriente del Nilo se usa en su integridad.
- La lluvia es abundante, pero variable en gran parte de los países ribereños de la cuenca alta.



Figura 5.

- Los enlaces directos entre los países ribereños de las cuencas alta y baja son limitados. Hay una historia de tensas relaciones entre los países ribereños de las cuencas alta y baja del Nilo.

Entre la comisión del Proyecto del Nilo y la presa del Renacimiento

Muchos países africanos obtuvieron su independencia de las potencias coloniales a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta. El regreso al Gobierno africano fue difícil después de que las potencias colonizadoras hubieran realineado fronteras y grupos étnicos tribales. Esto fue particularmente cierto en los países ecuatoriales de Burundi, Ruanda y Uganda. Las negociaciones que tuvieron lugar entre Gran Bretaña y Egipto no fueron tan importantes en Burundi, donde tienen suficientes precipitaciones, pero tampoco se sintieron obligados a reconocer los acuerdos que se hicieron antes de la independencia. Los países ecuatoriales (Burundi, la República Democrática del Congo, Kenia, Ruanda, Uganda y Tanzania) coinciden en que los acuerdos antes de la independencia ya no son válidos. Solo el acuerdo posterior a la independencia en 1959 entre Egipto y Sudán, que no incluyó a ninguno de los países ecuatoriales, puede ser discutido⁸².

Una vez firmado el acuerdo entre Egipto y Sudán en 1959 se inició la construcción de la segunda presa de Asuán. La construcción comenzó en 1960 después de mover los antiguos templos y una gran población Nubia, y se completó en 1970. Hubo complicaciones, incluyendo el aumento de la salinidad y la reducción de la fertilidad, pero también muchos beneficios, de los cuales el poder fue el más importante para el desarrollo de Egipto⁸³.

El Acuerdo del Agua del Nilo

En 1929, Egipto y el Reino Unido (en nombre de las colonias de África Oriental) negociaron el Acuerdo del Agua del Nilo, que declaró que no se harían obras hidráulicas o regadíos «... de manera tal que suponga perjuicio a los intereses de Egipto, reduzca la cantidad de agua que llega a Egipto, o modificar la fecha de su llegada, o baje su nivel».

Un comité de ingenieros internacionales en Egipto construyó la primera presa verdadera en el Nilo, la presa baja de Asuán fue finalizada en 1902, momento de la primera firma de tratados. La presa fue elevada varias veces y como las demandas del riego aumentaron, y las inundaciones la amenazaron, la elevaron de nuevo en 1929. Mediciones y estudios detallados mostraron la necesidad de levantar una nueva presa tras el casi desbordamiento de la misma en 1946, la presa alta de Asuán, que permitiera controlar el flujo del agua y así prever tanto sequías como inundaciones. Esto permitió

⁸² Awulachew, Seleshi Bekele, y otros. *The Nile River Basin*, op. cit., p. 12.

⁸³ *Ibid.*

a Egipto expandir la agricultura de regadío y abastecer de agua para atraer industrias. Británicos y estadounidenses, que inicialmente se comprometieron con Nasser a financiar la presa alta de Asúan, retiran su apoyo antes de iniciarse, consecuencia de la Guerra Fría y las tensiones árabe-israelíes en la región. La Unión Soviética financió la construcción, lo que permitió finalizar el proyecto⁸⁴.

Acuerdo Hidrográfico del Nilo de 1959

En 1959, Egipto y Sudán firmaron un acuerdo para la utilización completa de las aguas del Nilo. El acuerdo calcula la media anual del Nilo de 84 mmc. Egipto recibiría 55,5 y Sudán 18,5 mmc⁸⁵.

Insatisfecho con los planes para la presa alta de Asúan, Sudán exigió que el tratado de 1929 fuera renegociado. Gran Bretaña participó en todas las concesiones de agua del Nilo hasta 1959, cuando Egipto y Sudán firmaron un acuerdo bilateral para asignar el agua del Nilo entre los dos países. Egipto no consultó a los países de la cuenca alta, excepto a Sudán, en la reasignación del agua del Nilo. Este acuerdo de 1959 fijó la cantidad máxima de agua que podría ser retirada por ambos países. De un flujo promedio total de 84 millardos de m³ anuales a Egipto le corresponderían 55,5 millardos, 10 millardos se perderían por evaporación y a Sudán le quedarían 18,5 millardos de m³ anuales⁸⁶.

También tenían una creciente demanda de riego y energía para su población en expansión. Una sección del tratado de 1929 era parte integrante del acuerdo de 1959, que decía: «sin el consentimiento del Gobierno egipcio no se pueden establecer riegos u obras hidroeléctricas en los tributarios del Nilo o en sus lagos, si tales obras pueden provocar una caída en el agua. Esto garantizó a Egipto una cantidad fija de agua del Nilo, que no podía ser cambiada. Este acuerdo incluía un pacto para comenzar la construcción de la AHD en Egipto, la presa de Roseires y el canal de Jonglei en Sudán, con beneficios para Egipto y el norte de Sudán⁸⁷».

La cuestión etíope

En 1964, mientras se desarrollaban las negociaciones entre Egipto y Sudán, Etiopía había empleado la Oficina de Recuperación de Estados Unidos (USBR) para estudiar la hidrología de la cuenca alta del Nilo Azul. El estudio identificó posibles proyectos de riego e hidroeléctricos dentro de Etiopía. Se prepararon diseños preliminares para cuatro grandes diques para los ríos Nilo Azul y Atbara, lo que aumentaría la producción de energía en 5.570 megavatios (MW).

⁸⁴ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros. *The Nile River Basin*, op. cit., pp. 11-12.

⁸⁵ Sewilam, Mona, 2015. *How much Nile water?* Al-Ahram Weekly Issue 1256.

⁸⁶ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros, *ibid.*, p. 12.

⁸⁷ *Ibid.*

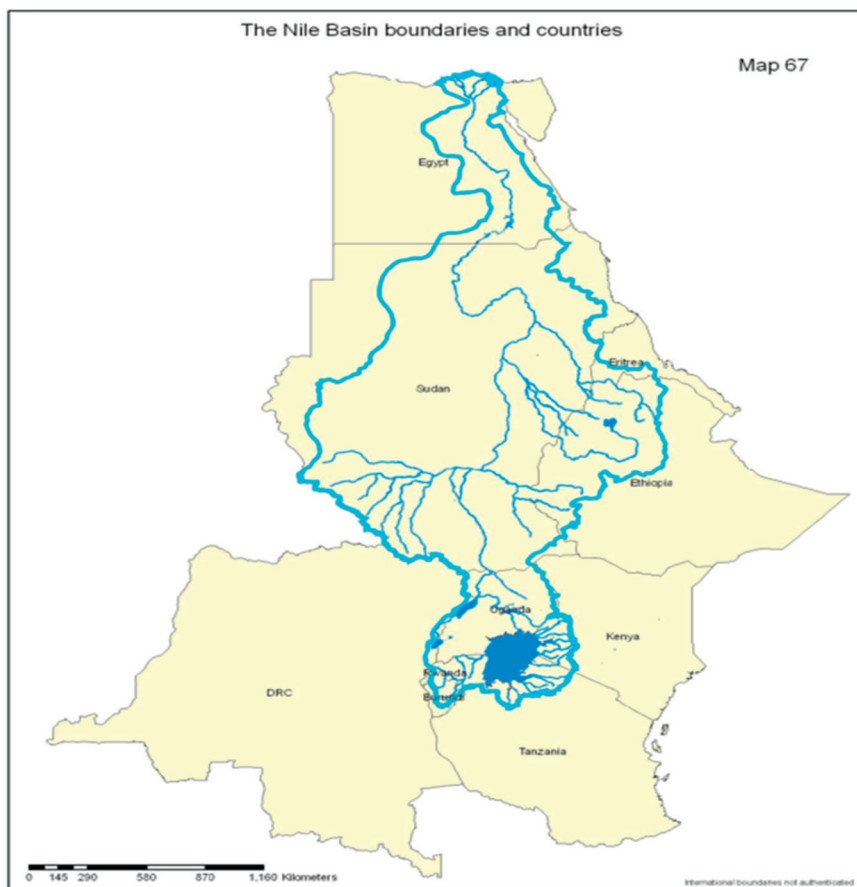


Figura 6.

Los recientes estudios sobre el cambio climático realizados por Block y Strzebek (2010) presentan un análisis costo/beneficio que da varios escenarios de cambio climático que reportan resultados favorables para la conservación del agua detrás de las presas en Etiopía, pero menos favorables dado que el éxito de las presas, la generación de electricidad y el riego dependerá en gran medida del momento del agua, la variabilidad del clima y el cambio climático.

Los citados estudios resaltan la importancia de la estrecha cooperación y planificación económica que aseguran el comercio de energía entre países vecinos⁸⁸.

⁸⁸ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros, *op. cit.* pp. 12-13.

Aproximaciones cooperativas

Desde el año 1960 se han establecido varias instituciones de cooperación como Hydromet (1967), Undugu (1983) y TeccoNILE (1992). Sus logros han sido limitados debido a que no participan todos los Estados ribereños y se han centrado en cuestiones técnicas. En la década de 1990, todos los Estados de la cuenca del Nilo se comprometieron a desarrollar una institución de cooperación multilateral que también abordaría cuestiones legales⁸⁹.

La Iniciativa de la Cuenca del Nilo (NBI)

La iniciativa fue lanzada en febrero de 1999 por nueve países africanos con el objetivo de crear una asociación intergubernamental y proporcionar un foro de consulta y coordinación entre los Estados de la Cuenca para la gestión sostenible y el desarrollo del agua del Nilo y recursos relacionados para «desarrollar el río de manera cooperativa, compartir beneficios socioeconómicos sustanciales y promover la paz y la seguridad regionales», según el sitio web oficial de la iniciativa. Los miembros fundadores fueron Burundi, la República Democrática del Congo, Egipto, Etiopía, Kenia, Ruanda, Sudán, Tanzania y Uganda. Sudán se ha dividido posteriormente en dos países distintos, los cuales son ahora miembros de la agrupación⁹⁰.

Financiado por varios donantes, incluido el Banco Mundial, el NBI está encabezado por un Consejo de Ministros de Asuntos del Agua, compuesto por nueve miembros permanentes y un observador, Eritrea⁹¹.

La Iniciativa de la Cuenca del Nilo (NBI) fue concebida como una institución de transición hasta que el acuerdo sobre el Acuerdo Marco Cooperativo de la Cuenca del Nilo (CFA) entre en vigor y se cree una institución permanente, la Comisión de la Cuenca del Nilo. La Comisión se establecerá después de que seis países ratifiquen el CFA⁹².

Egipto congeló su participación en el NBI en 2010, pero el mes de julio de 2016 el ministro egipcio de Riegos, Mohamed Abdel Ati, asistió a la 24.ª reunión anual del Consejo de Ministros del Nilo (Nilo-Com) en Nigeria, una medida considerada como retorno parcial de los países de la cuenca baja. Por su parte, la Iniciativa de la Cuenca del Nilo está preparando una delegación para visitar El Cairo para discutir el posible retorno de Egipto a la agrupación regional después de siete años de inactividad. En palabras de Innocent Ntabana, director ejecutivo de la citada iniciativa «esperemos que en marzo el NBI

⁸⁹ Sewilam, Mona. *How much Nile water? Op. cit.*

⁹⁰ Alabass, Bassem Abo, 2017. *Egypt's thawing relations with the Nile Basin Initiative.*

⁹¹ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros, *op. cit.*, p. 13.

⁹² Sewilam, Mona. *Ibid.*

pueda enviar a la delegación, si para entonces está formada, y el éxito de las negociaciones dependerán de las autoridades egipcias» (Alabass, 2017)⁹³.

En 2010, cinco de los miembros de la Iniciativa de la Cuenca del Nilo adoptaron un tratado denominado Acuerdo Marco Cooperativo. La CFA propone una utilización equitativa y razonable de las aguas del río Nilo. Egipto y Sudán se negaron a firmar el acuerdo, en especial por el artículo 14. b). Fue este desacuerdo sobre el CFA lo que llevó a Egipto a suspender su plena participación en el NBI⁹⁴.

El Cairo sostiene que Egipto tiene derechos históricos de usar el agua del Nilo que no fueron tomados en consideración por el CFA. Egipto también ha exigido un texto claro sobre la notificación previa para otros miembros de las medidas planeadas por cualquiera de los Estados NBI⁹⁵.

La importancia de los humedales del Nilo

En la región del Nilo los humedales desempeñan funciones cruciales en toda la cuenca, incluyendo la provisión de alimentos, agua, fuentes de sustento, mejora de la calidad del agua, resiliencia contra la sequía y las inundaciones y el mantenimiento de la biodiversidad. Muchos de estos beneficios, como la calidad del agua y la biodiversidad, no solo alcanzan a las poblaciones que viven cerca de ellos, sino que también producen efectos positivos para las comunidades de la cuenca que viven fuera del área de los humedales⁹⁶.

El río Nilo tiene una de las redes más complejas de subsistemas de agua dulce, de los cuales los humedales son un componente integral. Enmarcados en este sistema, los humedales de la cuenca del Nilo mantienen estrechas interrelaciones y sostienen el equilibrio general de la cuenca. Por lo tanto, dado el alto nivel de interdependencia y los efectos transfronterizos positivos de los humedales más allá de las fronteras nacionales, la urgente necesidad de protegerlos es un asunto de interés regional e internacional que exige una perspectiva integral de los beneficios y oportunidades que estos ecosistemas presentan⁹⁷.

En la cuenca del Nilo los humedales y los cuerpos de agua representan al menos el 4 % del área total. Esta porción relativamente pequeña del territorio ofrece una gran variedad de beneficios en toda la cuenca. Los países ribereños han identificado más de setenta humedales principales de impor-

⁹³ Alabass, Bassem Abo, 2017. *Egypt's thawing relations with the Nile Basin Initiative: What you need to know*. Ahram online. [En línea] 24 de enero de 2017. <http://english.ahram.org.eg/NewsContent/1/64/256450/Egypt/Politics-/Egyptys-thawing-relations-with-the-Nile-Basin-Initi.aspx>.

⁹⁴ *Ibid.*

⁹⁵ *Ibid.*

⁹⁶ NBI, 2013. *Wetland Management Strategy*. Entebbe, Uganda: The Nile Basin Initiative, ISBN: 978-9970-444-08-6, p. 1.

⁹⁷ NBI. *Wetland Management Strategy*, *op. cit.*, p. 1.

tancia para el sistema del Nilo, con concentraciones en dos zonas: la región de los lagos ecuatoriales y Sudd en Sudán del Sur. Sin embargo, en su conjunto, muchas zonas húmedas más pequeñas son cruciales para la resiliencia general de la cuenca del Nilo⁹⁸.

Cuatro conceptos principales son significativos teniendo en cuenta la naturaleza internacional de los humedales en una cuenca hidrográfica. Los tres primeros (humedales nacionales, humedales transfronterizos y humedales de importancia transfronteriza) son particularmente importantes para el enfoque de la *NBI* en toda la cuenca para el manejo de humedales. El cuarto (Humedales de Ramsar de Importancia Internacional) es un término adicional acordado internacionalmente por las partes contratantes de la Convención de Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional⁹⁹.

Sin embargo, los humedales de la cuenca del Nilo se están degradando rápidamente. El rápido crecimiento de la población, la urbanización y el desarrollo económico para mejorar las condiciones de las personas en los países ribereños imponen una presión significativa sobre los recursos hídricos de la cuenca del Nilo. Los países de la cuenca gozan de algunas de las tasas de crecimiento de la población más alta del mundo. La mayoría de la población aún reside en las zonas rurales y sus medios de subsistencia dependen en gran medida de la prestación y los servicios de los humedales¹⁰⁰.

El desarrollo de la energía hidroeléctrica a menudo impide directa e indirectamente los humedales. Su productividad se reduce significativamente por la alteración de los regímenes hidrológicos, evitando el llenado de humedales estacionales y contribuyendo a su desecación. Si bien es deseable el desarrollo ulterior de la energía hidroeléctrica en la cuenca, a menudo se subestima la pérdida potencial de funciones y servicios. Esto tiene que ser cuidadosamente reflejado en las estrategias de desarrollo para mejorar la resistencia de la cuenca del Nilo al cambio climático¹⁰¹.

El Acuerdo Marco de Cooperación

El objetivo de la iniciativa era la negociación de un nuevo acuerdo que incluya a los países de la cuenca alta. Este es el Acuerdo Marco de Cooperación, firmado en 2010 por cinco de los países ribereños (Etiopía, Tanzania, Uganda, Ruanda y Kenia) con Burundi siguiendo su ejemplo en 2011. El Acuerdo Marco de Cooperación es un tratado internacional por el que se establecen los principios de la gestión cooperativa de los recursos hídricos entre todos los países que comparten el río Nilo. Egipto y Sudán se han opuesto firmemente al acuerdo¹⁰².

⁹⁸ *Ibid.*

⁹⁹ *Ibid.*, p. 3.

¹⁰⁰ *NBI. Wetland Management Strategy, op. cit.* p. 1.

¹⁰¹ *Ibid.*, p. 2.

¹⁰² Sewilam, Mona. *How much Nile water? Op. cit.*

En mayo de 2010, Etiopía, Kenia, Ruanda, Uganda y Tanzania firmaron un Acuerdo Marco Cooperativo (CFA) para compartir equitativamente las aguas del Nilo. Posteriormente, Burundi y la República Democrática del Congo también firmaron el CFA. Mientras tanto, y debido a la falta de acuerdo entre las distintas partes, surgió una propuesta para reformular el artículo 14.b) para incluir el término ambiguo «seguridad hídrica», para acomodar y armonizar las diferentes reivindicaciones de los países ribereños aguas arriba y aguas abajo. Egipto se negó a firmar el CFA si el cambio en el artículo 14.b) sobre la «distribución de beneficios» no se hacía y ha amenazado con retirarse del NBI si todos los demás países firman el acuerdo. Arsano cree que el NBI ha sido capaz de llevar a los Estados ribereños al diálogo para el desarrollo de planes para la utilización cooperativa y la gestión de los recursos hídricos y para hacer un esfuerzo para establecer un marco legal/ institucional¹⁰³.

Aproximaciones conflictivas

El tratado de 1959 dejó un legado para el posible conflicto entre Egipto y Sudán, por un lado, y Etiopía y los otros siete países ribereños, por el otro. Los expertos que han analizado la Convención de las Naciones Unidas sobre las corrientes de agua de 1997 dicen que no pueden resolver las cuestiones jurídicas relativas a la asignación del agua del Nilo. Egipto dice que todos los países del Nilo deben reconocer el tratado de 1959 antes de que se implementen nuevos acuerdos, incluyendo las propuestas de compartir beneficios. Esto no es negociable, según Egipto. Esta afirmación no ha sido aceptada por el resto de los países ribereños.

La cuestión se vuelve más compleja, ya que varios países de la cuenca alta han criticado recientemente el tratado de 1959. Varias naciones ribereñas, especialmente Etiopía, declaran que (i) no fueron incluidas en los tratados de 1929 y 1959 y (ii) estos tratados violan su derecho a la utilización equitativa como se establece en la convención de 1997 de la ONU. No sienten que necesitan el permiso egipcio para usar el agua del Nilo. Los intentos de unir a los países de la cuenca del Nilo llevaron al desarrollo del NBI¹⁰⁴.

¿Un conflicto sobre las aguas del Nilo?

Etiopía fue observada con alarma desde Egipto cuando desviaron parte de las aguas del Nilo Azul para así permitir la construcción de una planta hidroeléctrica con una inversión de 4.700 millones de dólares. De acuerdo con Al Ahram (2013)¹⁰⁵ los temores egipcios se basaban en una eventual reduc-

¹⁰³ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros, *op. cit.*, p. 13.

¹⁰⁴ Awulachew, Seleshi Bekele, y otros, *op. cit.*, p. 13.

¹⁰⁵ Ahram, 2013. Egypt rejects military intervention in Syria. *Ahram online*. [En línea] 27 de agosto de 2013 [Citado el 28 de agosto de 2013]. <http://english.ahram.org.eg/NewsContent/1/64/80081/Egypt/Politics-/Egypt-rejects-military-intervention-in-Syria.aspx>.

ción de la cuota egipcia de agua del Nilo. Algunos analistas políticos vienen advirtiendo, reiteradamente, que las disputas podrían descontrolarse y dar lugar a una guerra, aunque se mantenían las difíciles negociaciones.

Anwar el-Sadat, que fuera presidente de la república egipcia tras Nasser, se oponía firmemente a cualquier limitación en la cuota de agua, amenazando con el empleo de la fuerza: «el único asunto que llevaría de nuevo a Egipto a la guerra, es el agua», afirmó el-Sadat en 1979. Tras las denominadas «primaveras árabes» reaparece la aproximación conflictiva, tras el anuncio por parte de Etiopía de su decisión de levantar la gran presa del Renacimiento, muy por encima de lo inicialmente, en un intento de demostrar fortaleza por parte de Egipto, en sus momentos más débiles. Algunos expertos consideran que la corriente se verá reducida de forma permanente mientras se llena el pantano, con el posterior desarrollo de nuevos proyectos agrícolas. La situación se complicó aún más tras la deposición de Hosni Mubarak y el fallecimiento del primer ministro etíope Meles Zenawi.

Un intento serio de buscar una solución al problema fue la denominada «iniciativa del Valle del Nilo (NBI)» de 1999, que no pudo obtener el consenso. Un análisis de la ecuación del agua, incluyendo todo tipo de agua, demuestra que a Egipto llega únicamente una pequeña parte del total de agua del sistema Nilo, su «huella hídrica» y la nueva distribución de cuotas propuestas por los Estados de la cuenca alta no se dedicarían a las necesidades de la población autóctona, sino a proyectos multinacionales que aprovechan las tierras previamente expropiadas, en beneficio de las elites más corruptas.

Etiopía, con el apoyo de Israel y los Estados Unidos, dio lugar a uno de los mayores retos a los que tuvieron que enfrentarse los Hermanos Musulmanes, durante su corta experiencia de poder, y que fue el comienzo de la construcción de la presa del Renacimiento, especialmente al vincularse al mantenimiento de la ayuda norteamericana de 1.500 millones de dólares anuales, y con las inversiones israelíes en África¹⁰⁶.

Mohamed Morsi se tendría que enfrentar al dilema sobre la conveniencia del uso de la violencia, pero evitando «discursos inflamatorios» que pudieran ser evaluados por la comunidad internacional como amenaza contra la paz. La solución de Morsi sería declarar que Egipto no deseaba la guerra, pero defendería a toda costa sus derechos sobre las aguas del Nilo.

Pero lo cierto es que el empleo de las fuerzas armadas no era factible en esos momentos. Como analiza Nath Aldalala'a¹⁰⁷, de hecho, no existe precedente que pueda ser definido como una guerra por el agua, y la discordia histórica entre Egipto y Etiopía ni era históricamente tan potente ni la situación del momento se habría incrementado como para provocar una guerra.

¹⁰⁶ Aldalala'a, Nath, 2013. *The Brotherhood's Nile dilemma*. Al ahram weekly Issue 1158 (25-31 July 2013).

¹⁰⁷ *Ibid.*

Para que Egipto aceptara la iniciativa de Entebbe, como le gustaría a Etiopía, ciertos aspectos sensibles deberían ser tenidos en cuenta¹⁰⁸. El nuevo Gobierno del general Al Sisi, más fuerte, y que tiene una dependencia menor de los Estados Unidos, ha decidido apostar para una vía negociadora dura, evitando una dinámica de guerra, pero el conflicto —violento o no— persiste.

La razón: la presa del Renacimiento es una de las cuatro previstas en el Nilo Azul, y de por sí, la del Renacimiento implicaría una reducción de la cuota de agua que podría alcanzar el 20 % durante los cinco años de construcción, incrementando el estrés hídrico¹⁰⁹. A ello hay que sumar que el Instituto de Planeamiento estima que Egipto necesitaría un incremento de la cuota actual de agua de 21.000 millones de m³ para cubrir las necesidades de la población de 150 millones que se alcanzaría en 2050¹¹⁰.

La guerra y la amenaza de guerra establecen una influencia poderosa en las relaciones internacionales¹¹¹. En 1979, el presidente egipcio Anwar Sadat dijo: «la única cuestión que podría llevar a Egipto una vez más a la guerra, es el agua». En 1988, el entonces ministro de Exteriores y posteriormente secretario general de las Naciones Unidas, Boutros Boutros-Ghali, consideraba «que la siguiente guerra en Oriente Medio se disputaría por las aguas del Nilo».

Pero la jurista Patricia Kameri-Mbote¹¹² opina que los países del valle del Nilo son interdependientes y su futuro es dependiente del ciclo hidrológico del mismo. Los Estados del valle del Nilo podían encontrar una solución a sus conflictos con la planificación y la gestión conjunta de los diversos recursos hídricos para obtener tanto un desarrollo sostenible como una estabilidad regional, definiendo un marco legal e institucional consistente aceptable por las diferentes partes. Un tratamiento adecuado del agua compartida permitiría facilitar la lucha diaria por la vida y mitigar las batallas que enfrentan a tribus, clanes y familias¹¹³.

Sudán

Sudán es un escenario permanente de conflictos relacionados con los recursos frecuentemente violentos, pero razón última no es el agua. Darfur constituye un ejemplo claro, en opinión de Rodrigo Sosa¹¹⁴:

¹⁰⁸ El-Bey, Doaa. 2013. *In quest of a win-win situation*. Ahram weekly Issue 1158 (25-31 July 2013).

¹⁰⁹ *Ibid.*

¹¹⁰ *Ibid.*

¹¹¹ Gray, Colin S., 2012. *War, Peace and International Relations. An introduction to Strategic History*. Segunda. Abingdon: Routledge.

¹¹² Kameri-Mbote, Patricia. 2007. *Water, Conflict, and Cooperation: lessons from the Nile river Basin*. Washington, D.C: Woodrow Wilson International Center for Scholars.

¹¹³ *Ibid.*

¹¹⁴ Sosa, Rodrigo, 2004. *Sudán, un conflicto sin fin. nova-escola-galega*. [En línea] 15 de junio de 2004. [Citado el 24 de agosto de 2013]. <http://www.nova-escola-galega.org/almacen/documentos/Sud%C3%A1n.doc.pdf>.

«El conflicto en Sudán, uno de los más antiguos del continente africano, existe desde hace casi cincuenta años. Desde su independencia en 1956, el enfrentamiento ha sido prácticamente constante, con una interrupción de once años entre 1972 y 1983. El 26 de mayo de 2004 se firmó un histórico acuerdo de paz que supone un freno a veintiún años de guerra civil ininterrumpida entre musulmanes del norte y cristianos y animistas del sur, una tragedia que se ha cobrado más de dos millones de vidas. Sin embargo, la tensión no ha acabado. Desde principios de 2003 milicias árabes, con el consentimiento del Gobierno de Jartum, han implantado una práctica de limpieza étnica en la región de Darfur, (en el oeste del país) provocando una crisis humanitaria de graves proporciones con matanzas, violaciones y el desplazamiento de más de un millón de personas, muchas de ellas al vecino y empobrecido Chad».

La historia más reciente ha presenciado conflictos para controlar los recursos vitales y es la razón del incremento de las tensiones y es la competencia entre árabes y africanos por los recursos, especialmente agua y tierras de cultivo¹¹⁵. Las primeras tensiones aparecen en la década de los años ochenta, cuando la población árabe nómada comienza a desplazarse en momentos crecientemente más tempranos. La situación se complica aún más en la última parte de la década de los años noventa, cuando los cultivos eran consumidos por manadas de camellos.

Las comunidades locales crean fuerzas de autodefensa para confrontar las numerosas incursiones de los grupos nómadas árabes, generalmente armados. Esos conflictos han aumentado en intensidad y frecuencia desde enero de 2013. Un informe de SGONU sobre Darfur¹¹⁶ reconoce que «una combinación de enfrentamientos militares esporádicos y, en particular, los intensos enfrentamientos entre comunidades, ha contribuido a un número alarmante de 300.000 personas desplazadas desde enero de 2013».

La zona de Abyey era una zona tranquila que se ha convertido en violenta tras la independencia de Sudán del Sur. La situación en Abyei es frecuentemente tranquila, pero con escaladas de violencia por las tensiones entre los clanes *ngok dinka*, africanos y los *misseriya*, nómadas árabe. Los dirigentes de Mesiría se opusieron a las disposiciones de demarcación que, según ellos, tienen un impacto negativo en el acceso de Messiria a las tierras de pastoreo. Estos agravios se alimentaron en enfrentamientos armados en diciembre de 2007, que causaron la muerte de al menos setenta y cinco personas y una mayor violencia en febrero y marzo de 2008, lo que resultó en numerosas muertes y desplazamientos de civiles. Estos enfrentamientos fueron considerados por los analistas como una seria amenaza para el proceso de paz y desencadenaron la reanudación de la guerra civil.

¹¹⁵ Sosa, Rodrigo. *Sudán, un conflicto sin fin*, op. cit.

¹¹⁶ SGONU, 2013. *Report of the Secretary-General on the African Union-United Nations Hybrid Operation in Darfur 12 July 2013*. Nueva York, ONU.

No se creía que Messiria estuviera directamente controlada por Jartum, pero los analistas señalaron que las disputas locales sobre los recursos son fácilmente manipuladas por fuerzas externas y se ven exacerbadas por incidentes, como la emboscada del 4 de mayo de 2013 en la que se asesinó al paradigmático, que resultó muerto, Kuol Deng Kuol, el jefe supremo de los *nine ngok dinka*. Pero es la ausencia de Administración y de Estado de derecho en Abyei lo que supone una seria amenaza para la seguridad en la zona lo que disuade a las comunidades desplazadas a intentar regresar.

Sudán del Sur: Jonglei

En opinión de John Markakis¹¹⁷, Sudán acoge a la mayor comunidad pastoril tradicional del mundo, lo que combinado con las sequías pertinaces y un modo de vida fundado en el nomadeo, conduce «inevitablemente» a un conflicto entre diferentes clanes pastoriles y entre clanes de pastores y de agricultores. Las luchas por estas causas continúan siendo frecuentes¹¹⁸.

En palabras de la investigadora Diana Félix da Costa¹¹⁹, de la competencia por el control del agua y de las tierras de pastoreo, y ha sido:

«Agravada por un legado de la guerra civil, la militarización generalizada de la sociedad y la amplia disponibilidad de armas pequeñas» [...] «Los conflictos se han vuelto más violentos, y ya no siguen las reglas sociales tradicionales, con un aumento del número de muertes y desplazamiento de combatientes y civiles»¹²⁰.

El Nilo como el río egipcio

Tras su independencia en 1956, Sudán solicita una revisión del Acuerdo de las Aguas de 1929, cuando Gamal Abd Al-Nasser planeaba la construcción de la presa alta de Asuán: Egipto responde a la petición desplegando sus Fuerzas Armadas en la frontera con Sudán y amenazando con el uso de la fuerza. Posteriormente, el presidente Sadat seguiría su ejemplo¹²¹.

Todos los Gobiernos egipcios han tratado el agua como un asunto de interés vital y cualquier reducción de su cuota del Nilo como una amenaza exis-

¹¹⁷ Markakis, J. «Ethnic conflict and the state in the Horn of Africa» [aut. libro] K. Fukui y J. Markakis. *Ethnicity and conflict in the Horn of Africa* London: Londres: James Currey, 1994, pp. 217-237, p. 219.

¹¹⁸ Schomerus, M., 2008. *Violent legacies: insecurity in Sudan's Central and Eastern Equatoria*, Ginebra: Small Arms Survey, Graduate Institute of International Studies, Geneva 2008.

¹¹⁹ Félix, Diana, 2012. Responses to Intercommunal Violence in Jonglei State. *E-International relations*. [En línea] 8 de junio de 2012 [Citado el 24 de agosto de 2013]. http://www.e-ir.info/2012/06/18/responses-to-intercommunal-violence-in-jonglei-state/#_ftn1.

¹²⁰ Félix, Diana, *op.cit*.

¹²¹ Stetter, Stephan, y otros; 2011. *Conflicts about water: Securitizations in a global context*, Cooperation and Conflict, vol. 46 n.º 4, pp. 441-459, p. 450.

tencial a la supervivencia nacional. Pero a partir de la década de los años noventa del siglo XX se adopta una aproximación más cooperativa, ya que no pueden convencer ni a la comunidad internacional, ni a la regional sobre la legitimidad de su posición¹²². En el caso del Nilo, el empleo frecuente de la amenaza de uso (legítimo o no) de la fuerza hace que podamos considerarlo como un «conflicto de subordinación»¹²³.

El problema actual de las aguas en Egipto

Egipto se enfrenta a ciertos desafíos por sus limitados recursos hídricos, que dependen casi exclusivamente de su cuota de las aguas del río Nilo, y mientras que la cuota de agua actual del país se fija en 55.500 millones de metros cúbicos por año, la demanda alcanza los 65.000 millones. Los recursos de aguas superficiales procedentes del Nilo están totalmente comprometidos, cuando Egipto soporta a una población en rápido crecimiento, con un incremento de la urbanización, estándares de vida más elevados y una política agrícola basada en expansión de la producción para alimentar a su creciente población¹²⁴.

La población actual de Egipto es de unos 92 millones de habitantes. Así, la cuota anual per cápita es de 598 metros cúbicos de agua dulce por año. Para 2040, si se mantiene el crecimiento de la población de acuerdo a las perspectivas de Naciones Unidas, se alcanzaría una población de 134,5 millones y dispondrían de 400 metros cúbicos por año per cápita de agua dulce, muy por debajo de la línea internacional de pobreza de agua de 1.000 metros cúbicos¹²⁵.

Los modelos de cambio climático prevén que las precipitaciones se desplazarán hacia el norte, con lo que la reducción de las precipitaciones en la costa norte de Egipto alcanzaría el 50 %. Las aguas subterráneas en Egipto son limitadas y no renovables, y se espera que sufra una mayor salinización por el aumento del nivel del mar y la consecuente intrusión de agua salada.

Para adaptarse al cambio climático y hacer frente a la incertidumbre de los flujos de agua procedentes del Nilo, Egipto está evaluando soluciones como mantener bajos los niveles de agua en el lago Nasser, aumentar su capacidad de almacenamiento, mejorar los sistemas de riego, resolución de sus conflictos o mejora del drenaje. El cambio de patrones de cultivo es la principal solución¹²⁶.

¹²² *Ibid.*

¹²³ *Ibid.*, p. 452.

¹²⁴ Leila, Reem, 2010. *No need to panic?* Al-Ahram weekly Issue n.º 979.

¹²⁵ <http://populationpyramid.net/es/egipto/2040/>.

¹²⁶ Tolba, Mustafa. *That sinking feeling*, *op. cit.*

Ante la falta de sistemas de saneamiento adecuados en zonas rurales de Egipto, la mayor parte de las aguas residuales se filtran en las aguas subterráneas o se vierten directamente en canales de drenaje agrícolas. La contaminación de las aguas subterráneas es localizada pero difícil de tratar, mientras que la descarga de aguas residuales a canales de drenaje agrícolas propaga ampliamente la contaminación a grandes áreas a lo largo del país¹²⁷.

De hecho, el agua se ha convertido en una mercancía que está comenzando a rivalizar con el petróleo, en términos de importancia económica. Las consideraciones económicas son sin duda cada vez más decisivas en el surgimiento de las crisis del agua en las zonas donde este recurso es más escaso¹²⁸.

La disputa por el agua

Desde hace tiempo el Gobierno egipcio ha considerado el desarrollo del uso de las aguas en la cuenca alta del Nilo como una amenaza potencial contra la seguridad nacional, declarando poder llegar al empleo de sus Fuerzas Armadas para asegurar su acceso al agua potable. Pero una planificación avanzada y el uso de la diplomacia podrían sobreponerse a la amenaza de la fuerza y los conflictos armados¹²⁹.

Se pueden identificar dos elementos destacados en la disputa por el agua entre Egipto y los países de la cuenca alta, especialmente Etiopía.

- La insistencia del Gobierno egipcio en respetar a los acuerdos de la época colonial.
- Algunos de los países de la cuenca alta quieren ampliar sus proyectos de desarrollo, especialmente los hidráulicos en el Nilo, beneficiando a la agricultura y la electricidad.

Los sucesivos Gobiernos egipcios han invocado los acuerdos de 1891, 1902, 1906, 1929 y 1959 en el Nilo, para evitar que los países de la cuenca iniciaran un proyecto hidráulico que pusiera en peligro el suministro de agua para Egipto y Sudán. Egipto considera críticas dos condiciones:

- La notificación previa de los proyectos relacionados con el agua.
- El mecanismo para tomar decisiones por parte de los países de la Iniciativa del Valle del Nilo. Egipto y Sudán quieren que las decisiones sean aprobadas por unanimidad, mientras que los países de la cuenca alta prefieren la mayoría.

¹²⁷ Leila, Reem. No need to panic? *Op. cit.*

¹²⁸ Leila, Reem. No need to panic? *Op. cit.*

¹²⁹ Leila, Reem. 2008, *Water war*. Al-Ahram weekly Issue n.º 896.

Pero los países de la cuenca quieren cultivar más tierras y generar más electricidad para elevar el nivel de vida de su población, y cuestionan que se le asigne a Egipto una cuota de 55.500 millones de metros cúbicos de agua del Nilo¹³⁰.

Desde que terminaron las guerras civiles y regionales en el este de África los inversores internacionales, incluidas empresas árabes, han ofrecido miles de millones de dólares para producir alimentos y grano para la exportación y luego compartir los beneficios con el país anfitrión. Los saudíes quieren invertir 2.600 millones de dólares para producir trigo en Etiopía, y empresas de Qatar y los Emiratos Árabes Unidos tienen planes similares. China y Corea del Sur pretenden cultivar 20 millones de hectáreas en Etiopía para producir biocombustible.

Ante este tipo de ofertas, los países ribereños del Nilo han tratado de construir presas para almacenar el agua y producir la electricidad de los que dependen estos proyectos. Según los expertos, cada millardo de metros cúbicos de agua puede proporcionar alimentos suficientes para cinco millones de personas. No puede impedir que países con renta per cápita de un dólar al día traten de mejorar la situación de sus ciudadanos.

La crisis alcanzó su punto culminante en mayo de 2010, cuando seis países de la cuenca alta firmaron el Acuerdo de Entebbe, en el que no participaron ni Egipto ni Sudán. En noviembre de 2011, el primer ministro etíope, Meles Zenawi, acusó a Egipto de ayudar a los grupos rebeldes en la desestabilización de su país, mientras que dejaba claro que Egipto no derrotaría a Etiopía en una guerra.

Los medios de comunicación egipcios avivaban las ascuas difundiendo la opinión de que la presa del Renacimiento sería derribada en el futuro, e incluso invocando la guerra para evitar que se continuara construyendo, recordando las amenazas formuladas por el expresidente Anwar Al-Sadat. Hoy en día está descartado ir a la guerra, ya que cualquier beneficio de la misma sería anulado por las sanciones y el aislamiento de Egipto.

Etiopía cuenta con amigos poderosos. Estados Unidos y Europa dependen de ella para la protección de la navegación en el océano Índico, mantener a raya a los extremistas islámicos y cuidar de sus intereses en África Oriental. Fue Israel el que instó a los países a exigir una redistribución de las aguas del Nilo, de acuerdo con la población y sus necesidades, quien les dijo que podían contar con simpatías occidentales si El Cairo y Jartum intentaran emplear la fuerza, y les aseguró que no faltarían fondos donantes, especialmente de organizaciones de los controlados por Estados Unidos.

La presa del Renacimiento: entre el conflicto y el diálogo

La construcción de la gran presa Renacimiento en el Nilo Azul, principal afluente del Nilo, representa uno de los principales retos a la influencia

¹³⁰ Leila, Reem. Water war, *op. cit.*

egipcia sobre las aguas del Nilo. Si se finaliza, la presa tendría una capacidad para embalsar 63 millones de metros cúbicos de agua y producir 6.000 megavatios de energía hidroeléctrica para Etiopía y otros Estados vecinos¹³¹.

El desacuerdo sobre su planificación y ejecución es una fuente de tensión entre Egipto y Etiopía. En Egipto el proyecto produce temores de una reducción de su cuota de agua, lo que afectará negativamente la producción agrícola, la disponibilidad de alimentos, la productividad económica, la salud pública y el bienestar del país. La mayor ansiedad se centra en el periodo necesario para llenar el enorme embalse¹³².

El problema de la presa del Renacimiento es paradigmático para estudiar los posibles conflictos por el agua, y especialmente esas zonas grises entre la paz y el conflicto.



Figura 7.

«Si Egipto es el regalo del Nilo, entonces el Nilo es un regalo para Egipto».

Dicho popular

El presidente egipcio, Mohamed Morsi, mantuvo que «todas las opciones están abiertas» para oponerse a cualquier amenaza planteada por una presa etíope contra el suministro de agua a Egipto. Morsi no estaba «invocando la guerra», pero afirmaba que «la seguridad del agua en Egipto no puede ser violada en absoluto» y «como presidente, le confirmo que todas las opciones están abiertas»¹³³. Para ciertos analistas, Morsi aprovecha el tema para distraer la atención sobre sus problemas políticos y económicos internos.

¹³¹ Engelke, Peter, y Passell, Howard. *From the Gulf to the Nile*, op. cit., p. 11.

¹³² *Ibid.*

¹³³ BBC, 2013. Egyptian warning over Ethiopia Nile dam. *BBC NEWS*. [En línea] 6 de junio de 2013. [Citado el 4 de marzo de 2017]. <http://www.bbc.com/news/world-africa-22850124>.

Como recogía Liam Stack en *The New York Times*, en junio de 2013, el señor Morsi convocó una reunión de líderes políticos de partidos islámicos y laicos para discutir la propuesta de la presa etíope y su impacto potencial sobre Egipto, que considera el acceso a las aguas del Nilo como un interés nacional vital, sin darse cuenta de que sus palabras estaban siendo transmitidas en directo por un canal de televisión estatal¹³⁴.

Entre los políticos reunidos con Morsi, algunos apoyaban promover intercambios artísticos y culturales entre los dos países, pero otros se mostraron más hostiles y proponían soluciones como armar rebeldes clandestinos para luchar contra el Gobierno de Etiopía o instruir a espías egipcios para destruir la presa¹³⁵. Así:

- Younis Makhyon, del partido Salafí Nour, defendía que Estados Unidos e Israel estaban secretamente detrás del proyecto y que «lo usarían como una moneda de cambio para presionar a Egipto».
- Ayman Nour, político liberal encarcelado por Hosni Mubarak, opinaba que «debemos intervenir en asuntos internos», explotando las rivalidades políticas en la sociedad etíope como una manera rentable de afrontar el peligro de la presa.
- Saad El-Katatni, líder del ala política de la Hermandad Musulmana, defendía que el Gobierno tenía que prepararse para cualquier opción «... porque para nosotros la seguridad del agua es una cuestión de vida o muerte» (Stack, 2013)¹³⁶.
- Abdel-Ghani, líder de Al-Gamaa Al-Islamiya, exigió que Etiopía detuviera cualquier trabajo hasta que finalizara un estudio completo del comité tripartito. Pidió que Egipto «vigile los movimientos del enemigo sionista que opera dentro de los países de la cuenca del Nilo»¹³⁷.

En 2015, Egipto, Etiopía y Sudán firman en Jartum una declaración de principios, por los que se acuerda tomar todas las medidas necesarias para evitar producir daños reales a los demás firmantes. En septiembre de 2016, los tres países firmaron un contrato con dos consultoras francesas para realizar estudios sobre el impacto de la presa sobre Sudán y Egipto, pero a pesar de

¹³⁴ Stack, Liam, 2013. With Cameras Rolling, Egyptian Politicians Threaten Ethiopia Over Dam. *The New York Times*. 6 de junio de 2013. <https://thelede.blogs.nytimes.com/2013/06/06/with-cameras-rolling-egyptian-politicians-threaten-ethiopia-over-dam/>.

¹³⁵ *Ibid.*

¹³⁶ *Ibid.*

¹³⁷ Ahram online; 2013, President Morsi calls for Egyptian «unity» in face of threats to Nile water. *Ahramonline*. [En línea] 11 de junio de 2013 [Citado el 4 de marzo de 2016]. <http://english.ahram.org.eg/NewsContent/1/64/73683/Egypt/Politics-/President-Morsi-calls-for-Egyptian-unity-in-face-o.aspx>.

la próxima finalización de la construcción de la presa los resultados de los estudios no se esperan hasta finales de 2017¹³⁸.

El 2 febrero del año 2017, al margen de la Cumbre de la Unión Africana, se produjo una reunión entre líderes de Egipto y Etiopía. Las negociaciones trilaterales sobre la presa del Renacimiento era el tema más importante de la agenda. Ambos líderes subrayaron y resaltaron el espíritu de cooperación de las mismas. El presidente de Etiopía, Desalegn, aceptó la invitación de Al-Sisi's para que visitara en breve Egipto¹³⁹.

Esta es la culminación del cambio de tendencia aparecido tras la caída de los Hermanos Musulmanes y la apuesta de Al-Sisi por fomentar la confianza entre ambos países, por medio de conversaciones de alto nivel y reducir la tensión entre El Cairo y Addis Abeba, ante una eventual reducción de la cuota egipcia, hecho repetidamente negado por Etiopía¹⁴⁰.

Al-Sisi, que presidió el Comité sobre Cambio Climático de la UA, manifestó que «nuestro continente es el que menos afecta de todos los continentes al cambio climático, pero paga la mayor factura por el citado cambio por la necesidad de adaptación al cambio que presenciamos hoy», mientras resaltaba la importancia de «unificar nuestros esfuerzos para defender los intereses de nuestros pueblos a través del proceso de negociaciones internacionales». En palabras de Al-Sisi:

«Conseguimos aprobar dos iniciativas. La primera relacionada con el apoyo al proyecto de energía renovable en África para generar 30 gigavatios a partir de recursos renovables para el año 2020, que se ampliarían hasta 300 gigavatios para 2030. La segunda se refiere al apoyo a las necesidades de los países africanos para adaptarse al cambio climático»¹⁴¹.

Parece sorprendente el apoyo egipcio a la primera iniciativa, por lo que la evolución de dinámicas conflictivas a cooperativas parece real. Hay que examinar si existen soluciones.

De hecho, los estudios realizados sobre modelos muestran que el impacto de la presa sobre el nivel hídrico egipcio es bajo en comparación con los efectos del crecimiento de la población y el crecimiento económico, es decir, será la «demanda» y no la «oferta» de agua el principal determinante de la escasez hídrica. Pero a corto plazo podría tener un impacto importante en la disponibilidad de agua y producción de alimentos, en función de la pluviosidad y el ritmo de llenado del embalse¹⁴².

¹³⁸ El-Bey, Doaa, 2017. *Leaders meet on the Nile*. Ahram Weekly, Issue 1330, (2-8 de febrero de 2017). <http://weekly.ahram.org.eg/News/19547.aspx>.

¹³⁹ *Ibid.*

¹⁴⁰ *Ibid.*

¹⁴¹ El-Bey, Doaa. *Leaders meet on the Nile*, op. cit.

¹⁴² Engelke, Peter, y Passell, Howard. *From the Gulf to the Nile*, op. cit., pp. 12-14.

Soluciones

Compartir las aguas del Nilo. Agua azul

Asimetrías:

- La primera se produce en la dotación y el uso del agua a través de la cuenca. Los ocho países de la cuenca alta proporcionan toda el agua superficial (agua azul), pero hacen un uso insignificante de las mismas. Egipto y Sudán del Norte son áridos, pero se benefician de un teórico consumo total de las aguas que fluyen.
- La segunda es que los ribereños de la cuenca alta también están bien dotados de agua en el suelo (agua verde), que solamente puede ser compartida con productos comercializados y representan más del doble del volumen de las aguas superficiales compartibles.
- La tercera está en la capacidad de adaptación. Egipto se ha adaptado a su grave déficit de agua desde principios de 1970, con la adopción de una seguridad hídrica basada en la diversificación y el fortalecimiento de su economía, lo que le permite importar alimentos y el agua virtual incorporada. Los ribereños de la cuenca alta han mantenido niveles mucho más bajos de adaptación.
- La cuarta y principal asimetría es una consecuencia de la capacidad de adaptación de Egipto. Existe una marcada asimetría en las relaciones de poder en la cuenca del Nilo: Egipto es el país hegemónico de la cuenca y actúa asumiendo el papel de primero entre iguales.

En términos hidropolíticos, la cuenca se ha caracterizado por un conflicto constante, resultado de los acuerdos firmados en 1929 y 1959 que asigna la totalidad del volumen de flujo de agua del Nilo a dos Estados, Egipto y Sudán.

Agua del suelo. Agua verde

A diferencia del agua azul, que en la actualidad es obtenida en Etiopía y los altiplanos de África Oriental y capturadas aguas abajo, el agua del suelo no puede ser compartida, a menos que se incorporen en los productos básicos y «negociados» como agua virtual. Si se tiene en cuenta la magnitud de los recursos de agua del suelo cuando se comparan las dotaciones de agua de los ribereños, el agua en el suelo se convierte en un recurso político significativo.

Expertos egipcios afirman que las aguas superficiales del Nilo usadas por Egipto y Sudán tan solo representan un 20 % del agua total disponible, si se tiene en cuenta el agua verde de todos los territorios de la cuenca del Nilo. El agua, más que la tierra, es el recurso limitante para la producción agrícola y ganadera en los Estados de la cuenca del Nilo.

La reutilización y el uso eficiente del agua

La disponibilidad de los recursos hídricos superficiales en Egipto es un reto porque su población se duplicó en los últimos treinta años. A fin de satisfacer las crecientes necesidades de alimentos, son posibles dos estrategias básicas: importar más alimentos (agua virtual) o cultivar más alimentos. Egipto importa alrededor de 236 m³ de agua por habitante por año en forma de alimentos. A la vez, se han establecido diferentes proyectos agrícolas con el objetivo de ampliar la superficie cultivada y de garantizar una producción suficiente de los principales cultivos —aspectos considerados como prioridades en la agenda económica del Gobierno—.

Precipitaciones -- Productividad

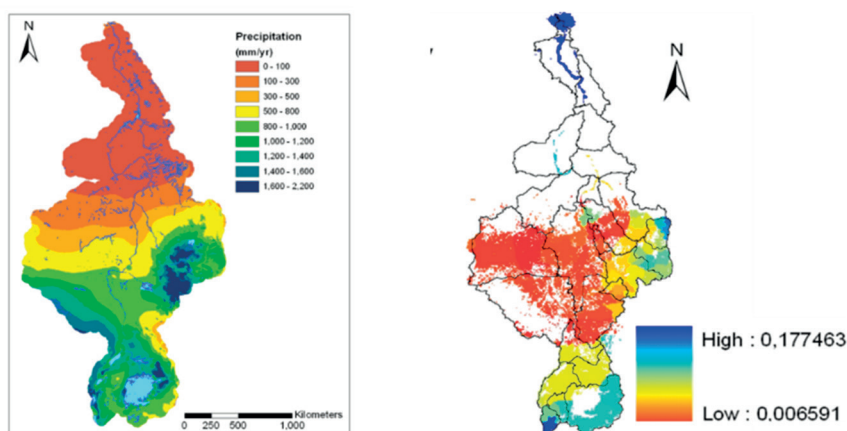


Figura 8.

Basado en el concepto de reutilización y aumento de la eficiencia, se espera que el conocimiento científico, la experiencia internacional, la cooperación y el empleo de herramientas avanzadas de gestión permitan una planificación sostenible de la economía. La reutilización y el uso eficiente del agua tienen la más alta prioridad. De acuerdo con algunas estimaciones, Egipto podría ahorrarse una cantidad adicional de 20,9 km³/año de agua, a través del reciclaje, mediante el cambio de las técnicas de riego y la adopción de cultivos y patrones de cultivo adecuados al uso eficiente del agua. Esto representa un 30 % del agua que se utiliza en la actualidad, lo que permitiría que el suministro de agua disponible sea suficiente para un futuro inmediato.

Agua virtual. La huella hídrica. Análisis sistémico del Nilo

El concepto de «agua virtual» nace en la década de los años noventa y define la cantidad de agua dulce empleada en la obtención de un producto o servicio. Otro concepto, también de interés, es el de la «huella hídrica», que nos

permite definir el uso que se da al agua, por lo tanto, incluye tanto el consumo directo como el indirecto por parte de un consumidor o de un productor¹⁴³.

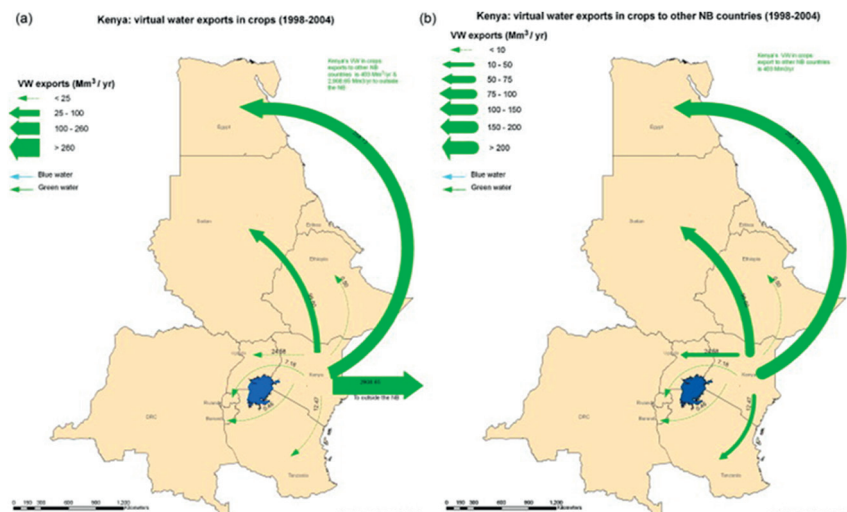


Figura 9.

El agua verde y la agricultura de secano son especialmente importantes para el comercio de «agua virtual» y para la seguridad hídrica del valle del río Nilo como sistema. El agua verde, transferida al valle del Nilo en forma de agua virtual desde otras cuencas, como importaciones de productos agrícolas y ganaderas, supone alrededor de 39.000 Mm³/año¹⁴⁴ y 2.000 Mm³/año. Dentro de la propia cuenca, las mayores transferencias de «agua virtual» están asociadas con el agua contenida en el té y el café exportado desde Kenia y Uganda¹⁴⁵.

El flujo de agua virtual importada hacia la cuenca tiene un orden de magnitud similar al de que los recursos de agua potable en la misma. Para poner en contexto la relación entre flujos de agua virtual y los recursos hídricos de la cuenca, debemos estimar el «potencial de renovación hídrica del valle». Ese puede estimar que el valle del río goza de un flujo anual de 100.000 Mm³/año. La cantidad total de agua verde dedicada a la producción agrícola se puede estimar en 229.000 Mm³/año, a lo que habría que añadir el agua del suelo consumida por la vegetación natural¹⁴⁶.

¹⁴³ Aldaya, Maite M., y Llamas, M. Ramón, 2012. *El agua en España: bases para un pacto de futuro*. Madrid: Fundación Botín.

¹⁴⁴ Millones de m³ año.

¹⁴⁵ Zeitoun, Mark; Allan, J. A.; y Mohieldeen, Yasir, 2010. *Virtual water «flows» of the Nile Basin, 1998-2004: A first approximation and implications for water security*. Global Environmental Change, volume 20, Issue 2, May, pp. 229-242.

¹⁴⁶ *Ibid.*

El cálculo del «comercio» neto de agua virtual para cada país es un paso esencial para determinar la política sobre agua para conseguir la seguridad hídrica. En el valle del Nilo nos encontramos con «importadores netos» y «exportadores netos». Las importaciones de «agua virtual», desde otras cuencas, son de creciente importancia para los países de la cuenca baja, Egipto y Sudán, pero son de escasa importancia para los de la cuenca alta, excepto cuando sufren sequías que dan lugar a hambrunas, en especial Etiopía y Eritrea¹⁴⁷.

El flujo de agua virtual tiene una escasa influencia en países como Kenia. De hecho, la exportación de agua virtual no tiene un efecto negativo sobre la economía local, mientras que su importación es inapreciable. Caso contrario es el de Egipto, país para el que las importaciones de agua virtual tienen una importancia estratégica¹⁴⁸. La ecuación de la «huella del agua» del río Nilo puede dar un resultado positivo, para ello se hace necesario un análisis detallado de este «flujo», que afecta a la seguridad junto con ciertas asimetrías, como son la hidrohegemonía, las apropiaciones del suelo, el cambio climático, la evaporación, otros usos del agua, etcétera.

El comercio de agua virtual ¿parte de la solución?

Las antiguas políticas de seguridad alimentaria se basan en la expansión del área cultivada para apoyar los objetivos de la autosuficiencia alimentaria y aumentar las exportaciones. Estas ampliaciones han demostrado ser inviables con respecto a los recursos hídricos disponibles y dar lugar a verdaderas amenazas a la sostenibilidad de la situación actual.

El argumento económico detrás del comercio de agua virtual es que, de acuerdo con la teoría del comercio internacional, los países deben exportar productos en los que poseen una ventaja relativa o comparativa en la producción, mientras que deberían importar productos en los que poseen una desventaja comparativa, a la vez que los precios y la tecnología pueden ser medios para aumentar la eficiencia del uso del agua local y la reasignación del agua a escala de cuenca a su valor más alto. El comercio de agua virtual entre naciones puede ser un instrumento para aumentar la «eficiencia global de uso del agua».

De hecho, el futuro aumento de la producción agrícola debe provenir del aumento de la productividad de la tierra y el agua, tanto en términos de aumento de los rendimientos como la intensidad de cultivo para el cual todavía existe margen. Esto conducirá a un mayor ahorro de agua, al reducir las pérdidas de agua derrochadas en cultivos de bajo valor económico, y lograr un uso más eficiente del agua, a la vez que se mejoran las prácticas agronómicas. Antes de adoptar la opción política del agua virtual, Egipto necesita

¹⁴⁷ *Ibid.*

¹⁴⁸ *Ibid.*

estar seguro de que puede tener el comercio justo y seguro con los países con abundancia de agua.

En la actualidad la importación neta de agua virtual de Egipto como un porcentaje de los recursos hídricos se ha elevado a un 23 %.

Flujo de agua virtual

Un componente importante de la estrategia para el desarrollo agrícola es la mejora de la eficiencia del uso del agua del Nilo, el aumento de la productividad por unidad de agua. El consumo total de agua en el año 1995 fue de aproximadamente 49 bcm. El consumo de agua para el sistema de cultivo propuesto para el año 2017 debería ser de alrededor de 67 bcm para el cultivo de alrededor de 9,2 millones de ha.

Se espera agua adicional resultado de la reducción de la superficie sembrada con arroz a 420.000 ha y del cultivo de nuevas variedades con una duración de crecimiento más corto y menor consumo de agua. Esto debería reducir el consumo de agua de riego para el cultivo de arroz en 4 bcm. Se espera un ahorro en el consumo de agua en la caña de azúcar de casi 0,5 bcm, como resultado de la mejora de la eficiencia del uso del agua y la nivelación del terreno, por láser, de alrededor de 42.000 ha. Se espera un ahorro aún mayor que el resultado de la mejora de la utilización de agua de drenaje y el uso de los recursos de agua no convencionales.

Con el comercio de productos alimenticios o cualquier mercancía se produce un flujo virtual del agua de países productores y exportadores a los países que consumen e importan esos productos. A nivel mundial, el comercio de agua virtual tiene implicaciones geopolíticas: induce dependencias entre países. Por lo tanto, puede ser considerado como un estimulante para la cooperación y la paz o un motivo de conflicto potencial. El agua que se consume en el proceso de producción de un producto agrícola o industrial se ha llamado el «agua virtual», que es la contenida en el producto (o su huella del agua).

Si un país exporta un producto que requiere grandes cantidades de agua a otro país, transfiere flujos virtuales de agua y de forma indirecta cubre ciertas necesidades de agua de otro país. Para los países con escasez hídrica endémica, sería posible alcanzar su seguridad hídrica con la importación de productos que requieran un uso intensivo de agua, ahorrándose el agua necesaria para la producción nacional de los mismos.

- Los cultivos se diferencian mucho en cuanto a su eficiencia en el uso del agua. Los cultivos son de alta eficiencia (necesidad de menos de 500 m³/tn), eficiencia moderada (necesita más de 750 Mm³/tn) o alta (mas 2.000 m³/tn).
- La producción de 1 l de aceite de girasol necesita 8.000 l de agua, mientras que la producción de 1 kg de verduras solo requiere 250 l de agua.

- Los cultivos o alimentos perdidos suponen la pérdida de agua. Esta pérdida es muy alta en el caso de cultivos de baja eficiencia hídrica (cultivos de azúcar, aceite y arroz), mientras que es baja en el caso de cultivos de alto rendimiento (frutas y verduras).

Trabajos citados

- Ahram (27 de agosto de 2013). *Egypt rejects military intervention in Syria*.
- Ahram online (11 de junio de 2013). *President Morsi calls for Egyptian 'unity' in face of threats to Nile water*.
- Alabass, B. A. (24 de enero de 2017). *Egypt's thawing relations with the Nile Basin Initiative: What you need to know*.
- Aldalala'a, N. (2013). The Brotherhood's Nile dilemma. *Al ahram weekly Issue 1158*.
- Aldaya, M. M., y Llamas, M. R. (2012). *El agua en España: bases para un pacto de futuro*. Madrid: Fundación Botín.
- Allan, J. A. (2002). *Water Security in the Middle East: The Hydro-Politics of Global Solutions*. London: Water Research Group, SOAS/King's College.
- Awulachew, S. B.; Smakhtin, V.; Molden, D., y Peden, D. (2013). *The Nile River Basin: Water, Agriculture, Governance and Livelihoods*. Abingdon, Nueva York: Routledge.
- BBC (6 de junio de 2013). *Egyptian warning over Ethiopia Nile dam*.
- Carr, E. H. (1964). *The twenty years' crisis, 1919-1939: an introduction to the study of international relations*. Nueva York: New York Harper & Row-Harper torchbooks.
- Cha, V. D. (2000). Globalization and the Study of International Security. *Journal of Peace Research*, Vol. 37, n.º 3, pp. 391-403.
- Chaturvedi, A. K. (2013). *Water: A Source for Future Conflicts*. New Delhi: Vij Books India Pvt Ltd.
- Cohen, S. B. (2003). *Geopolitics of the world system*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield.
- David, C.-P. (2008). *La guerra y la paz*. Barcelona: Icaria.
- Drzeniek Hanouz, M. (2017). *The Global Risks Report 2017*. Ginebra: World Economic Forum.
- El-Bey, D. (2013). In quest of a win-win situation. *Ahram weekly Issue 1158*.
- El-Bey, D. (2017). Leaders meet on the Nile. *Ahram Weekly, Issue 1330*.
- Engel, A., y Korf, B. (2005). *Negotiation and mediation techniques for natural resource management*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Engelke, P., y Passell, H. (2017). *From the Gulf to the Nile: Water Security in an Arid Region*. Washington, DC: Atlantic Council.

- Falkenmark, M. (1986). «Fresh water: time for a modified approach». *Ambio*, 15 (4), pp. 192-200.
- Felix, D. (8 de junio de 2012). *Responses to Intercommunal Violence in Jonglei State*.
- Fergusson, J. (24 de abril de 2015). *The World Will be Soon at War over Water*.
- Frenken, K., y Faurès, J. M. (1997). *Irrigation potential in Africa: A basin approach*. *FAO Land and Water Bulletin* 4.
- Godana, B. (1985). *Africa's shared water resources. Legal and institutional aspects of the Nile, Niger and Senegal River systems*. Londres, Boulder: Lynne Rienner Publishers, Inc.
- Gray, C. S. (2012). *War, Peace and International Relations. an introduction to Strategic History* (segunda ed.). Abingdon: Routledge.
- GRR (2016). *The Global Risks Report 2016. Climate Change and Risks to Food Security*. Ginebra: World Economic Forum.
- Haass, R. N. (enero-febrero de 2017). *World Order 2.0*. Foreign Affairs.
- Haftendorn, H. (2000). Water and International Conflict. *Third World Quarterly*, vol. 21, n.º 1, pp. 51-68.
- Haftendorn, H. (2000). Water and International Conflict. *Third World Quarterly* 21/ 1, pp. 51-68.
- Hoekstra, A., y Mekonnen, M. (2011). *Global water scarcity: the monthly blue water footprint compared to blue water availability for the world's major river basins*. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Hoffman, F. (2015). The Contemporary Spectrum of Conflict. Protracted, Gray Zone, Ambiguous, and Hybrid Modes of War. En D. L. Wood, *The 2016 Index of U.S. Military Strength. Assessing America's Ability to Provide for the Common Defense* (pp. 25-36). Washington: The Heritage Foundation.
- Homer-Dixon, T. (9 de noviembre de 1995). The Myth of Global Water Wars. *Toronto Globe and Mail*.
- Homer-Dixon, T. F. (1999). *Environment, Scarcity, and Violence*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Howell, P.; Lock, J., y Cobb, S. M. (1988). *The Jonglei canal: Impact and Opportunity*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Kaldor, M. (2001). *Las nuevas guerras: violencia organizada en la era global*. Barcelona: Tusquets Editores .
- Kameri-Mbote, P. (2007). *Water, Conflict, and Cooperation: lessons from the Nile river Basin*. Washington, D.C: Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Kumar Sinha, U. (2016). *Riverine Neighbourhood: Hydro-politics in South Asia*. New Delhi: Institute for Defence Studies and Analyses.
- Leila, R. (2008). Water War. *Al-Ahram weekly Issue*, n.º 896.

- Leila, R. (2010). No need to panic? *Al-Ahram weekly Issue*, n.º 979.
- Markakis, J. (1994). «Ethnic conflict and the state in the Horn of Africa». En K. Fukui, y J. Markakis, *Ethnicity and conflict in the Horn of Africa London*, pp. 217-237. Londres: James Currey.
- MOD UK (2015). *Future Operating Environment 2035*. Londres: Ministry of Defence UK.
- NBI (2013). *Climate Change Strategy*. Entebbe, Uganda: The Nile Basin Initiative.
- NBI (2013). *Environmental and Social Policy*. Entebbe, Uganda: The Nile Basin Initiative.
- NBI (2013). *Wetland Management Strategy*. Entebbe, Uganda: The Nile Basin Initiative.
- Okidi, C. (1982). Review of Treaties on Consumptive utilisation of waters of Lake Victoria and Nile Drainage System. *Natural Resources Journal* 162, volume 22, pp. 161-192.
- Okoth-Owiro, A. (2004). *The Nile Treaty. State Succession and International Treaty Commitments: A Case Study of The Nile Water Treaties*. Nairobi: Konrad Adenauer Foundation.
- Pelletiere, S. C. (31 de enero de 2003). *A War Crime Or an Act of War?*
- Postel, S., y Wolf, A. T. (2001). Dehydrating Conflict. *Foreign Policy*, 126, pp. 60-67.
- Réchard, D.; Noonan, E.; Schmertzling, L.; Windle-Wehrle, F., y Frey, A. (2016). *Global Trendometer*. Bruselas: European Union.
- Schomerus, M. (2008). *Violent legacies: insecurity in Sudan's Central and Eastern Equatoria*, Ginebra: Small Arms Survey, Graduate Institute of International Studies, Geneva 2008.
- Schreier, H., y Pang, G. (2015). *Water Issues In International Development*.
- Selby(b), J. (2005). The Geopolitics of Water in the Middle East: fantasies and realities. *Third World Quarterly*, Vol. 26, n.º 2, 329-349.
- Selby, J. (2005). Oil and Water: The Contrasting Anatomies of Resource Conflicts. *Government and Opposition Volume 40, Issue 2*, pp. 200-224.
- Sewilam, M. (2015). How much Nile water? *Al-Ahram weekly Issue* 1256.
- SGONUc (2013). *Report of the Secretary-General on the African Union-United Nations Hybrid Operation in Darfur 12 July 2013*. Nueva York: ONU.
- Sosa, R. (15 de junio de 2004). *Sudán, un conflicto sin fin*.
- Stack, L. (6 de junio de 2013). With Cameras Rolling, Egyptian Politicians Threaten Ethiopia Over Dam. *The New York Times*.
- Stetter, S.; Herschinger, E.; Teichler, T., y Albert, M. (2011). Conflicts about water: Securitizations in a global context. *Cooperation and Conflict*, vol. 46, n.º 4 , pp. 441-459.

- Stewart, D. I. (2014). Water Conflict in Central Asia. *Defence Studies*, 14:1, pp. 76-109.
- Tolba, M. (2009). That sinking feeling. *Al-Ahram weekly Issue* n.º 979.
- UNU-INWEH (20 de marzo de 2011). *Former National Leaders: Water a Global Security Issue*.
- Wald, C. F. (2009). *Drought, Flooding, and Refugees: Addressing the Impacts of Climate Change in the World's Most Vulnerable Nations*. Washington, D.C: U.S. Senate Subcommittee on International Development and Foreign Assistance, .
- Waterbury, J. (1997). Between unilateralism and comprehensive accords: modest steps towards cooperation in international river basins. *Water Resources Development*, 13(3), pp. 279-289.
- WEF. (2016). *The Global Risks Report 2016. Climate Change and Risks to Food Security*. Ginebra: World Economic Forum.
- World Bank. (2016). *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development.
- Zeitoun, M., y Warner, J. (2006). Hydro-hegemony-a framework for analysis of trans-boundary water conflicts. *Water Policy* 8, pp. 435-460.
- Zeitoun, M.; Allan, J., y Mohieldeen(b), Y. (2010). Virtual water «flows» of the Nile Basin, 1998-2004: A first approximation and implications for water security. *Global Environmental Change*, volume 20, Issue 2, May, pp. 229-242.
- Zeitouna, M., y Allan, J. A. (2008). Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis. *er Policy 10 Supplement 2* , pp. 3-12.

Composición del grupo de trabajo

Coordinador:	D. Carlos Fernández-Jáuregui <i>Chief Visionary Officer (CVO).</i> <i>Water Assessment Global Network (WASA-GN).</i>
Vocal y Secretaria:	D.ª María del Mar Hidalgo García <i>Analista del Instituto Español de Estudios Estratégicos.</i>
Vocales:	D. Félix Blanco y de la Torre <i>Coronel del Ejército de Tierra (DEM).</i> D. Javier del Valle Melendo <i>Dr. en Geografía, Máster en Educación Ambiental.</i> <i>Profesor de Ingeniería del Medio Ambiente/Relaciones Internacionales. Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza - AGM.</i> D. Alberto Crespo Milliet <i>Director Ejecutivo.</i> <i>Water Assessment Global Network (WASA-GN).</i> D. Emilio Sánchez de Rojas Díaz <i>Coronel del Ejército de Tierra (DEM).</i> <i>Analista del Instituto Español de Estudios Estratégicos.</i>

Cuadernos de Estrategia

- 01 La industria alimentaria civil como administradora de las FAS y su capacidad de defensa estratégica
- 02 La ingeniería militar de España ante el reto de la investigación y el desarrollo en la defensa nacional
- 03 La industria española de interés para la defensa ante la entrada en vigor del Acta Única
- 04 Túnez: su realidad y su influencia en el entorno internacional
- 05 La Unión Europea Occidental (UEO) (1955-1988)
- 06 Estrategia regional en el Mediterráneo Occidental
- 07 Los transportes en la raya de Portugal
- 08 Estado actual y evaluación económica del triángulo España-Portugal-Marruecos
- 09 Perestroika y nacionalismos periféricos en la Unión Soviética
- 10 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (I)
- 11 La gestión de los programas de tecnologías avanzadas
- 12 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (II)
- 13 Cobertura de la demanda tecnológica derivada de las necesidades de la defensa nacional

- 14 Ideas y tendencias en la economía internacional y española
- 15 Identidad y solidaridad nacional
- 16 Implicaciones económicas del Acta Única 1992
- 17 Investigación de fenómenos belígenos: método analítico factorial
- 18 Las telecomunicaciones en Europa, en la década de los años 90
- 19 La profesión militar desde la perspectiva social y ética
- 20 El equilibrio de fuerzas en el espacio sur europeo y mediterráneo
- 21 Efectos económicos de la unificación alemana y sus implicaciones estratégicas
- 22 La política española de armamento ante la nueva situación internacional
- 23 Estrategia finisecular española: México y Centroamérica
- 24 La Ley Reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional (cuatro cuestiones concretas)
- 25 Consecuencias de la reducción de los arsenales militares negociados en Viena, 1989. Amenaza no compartida
- 26 Estrategia en el área iberoamericana del Atlántico Sur
- 27 El Espacio Económico Europeo. Fin de la Guerra Fría
- 28 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (I)
- 29 Sugerencias a la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)
- 30 La configuración de Europa en el umbral del siglo XXI
- 31 Estudio de «inteligencia operacional»
- 32 Cambios y evolución de los hábitos alimenticios de la población española
- 33 Repercusiones en la estrategia naval española de aceptarse las propuestas del Este en la CSBM, dentro del proceso de la CSCE
- 34 La energía y el medio ambiente
- 35 Influencia de las economías de los países mediterráneos del norte de África en sus respectivas políticas defensa
- 36 La evolución de la seguridad europea en la década de los 90
- 37 Análisis crítico de una bibliografía básica de sociología militar en España. 1980-1990
- 38 Recensiones de diversos libros de autores españoles, editados entre 1980-1990, relacionados con temas de las Fuerzas Armadas
- 39 Las fronteras del mundo hispánico
- 40 Los transportes y la barrera pirenaica

- 41 Estructura tecnológica e industrial de defensa, ante la evolución estratégica del fin del siglo XX
- 42 Las expectativas de la I+D de defensa en el nuevo marco estratégico
- 43 Costes de un ejército profesional de reclutamiento voluntario. Estudio sobre el Ejército profesional del Reino Unido y (III)
- 44 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (II)
- 45 Desequilibrios militares en el Mediterráneo Occidental
- 46 Seguimiento comparativo del presupuesto de gastos en la década 1982-1991 y su relación con el de Defensa
- 47 Factores de riesgo en el área mediterránea
- 48 Las Fuerzas Armadas en los procesos iberoamericanos de cambio democrático (1980-1990)
- 49 Factores de la estructura de seguridad europea
- 50 Algunos aspectos del régimen jurídico-económico de las FAS
- 51 Los transportes combinados
- 52 Presente y futuro de la conciencia nacional
- 53 Las corrientes fundamentalistas en el Magreb y su influencia en la política de defensa
- 54 Evolución y cambio del este europeo
- 55 Iberoamérica desde su propio sur. (La extensión del Acuerdo de Libre Comercio a Sudamérica)
- 56 La función de las Fuerzas Armadas ante el panorama internacional de conflictos
- 57 Simulación en las Fuerzas Armadas españolas, presente y futuro
- 58 La sociedad y la defensa civil
- 59 Aportación de España en las cumbres iberoamericanas: Guadalajara 1991-Madrid 1992
- 60 Presente y futuro de la política de armamentos y la I+D en España
- 61 El Consejo de Seguridad y la crisis de los países del Este
- 62 La economía de la defensa ante las vicisitudes actuales de las economías autonómicas
- 63 Los grandes maestros de la estrategia nuclear y espacial
- 64 Gasto militar y crecimiento económico. Aproximación al caso español
- 65 El futuro de la Comunidad Iberoamericana después del V Centenario
- 66 Los estudios estratégicos en España
- 67 Tecnologías de doble uso en la industria de la defensa

- 68 Aportación sociológica de la sociedad española a la defensa nacional
- 69 Análisis factorial de las causas que originan conflictos bélicos
- 70 Las conversaciones internacionales Norte-Sur sobre los problemas del Mediterráneo Occidental
- 71 Integración de la red ferroviaria de la península ibérica en el resto de la red europea
- 72 El equilibrio aeronaval en el área mediterránea. Zonas de irradiación de poder
- 73 Evolución del conflicto de Bosnia (1992-1993)
- 74 El entorno internacional de la Comunidad Iberoamericana
- 75 Gasto militar e industrialización
- 76 Obtención de los medios de defensa ante el entorno cambiante
- 77 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) de la Unión Europea (UE)
- 78 La red de carreteras en la península ibérica, conexión con el resto de Europa mediante un sistema integrado de transportes
- 79 El derecho de intervención en los conflictos
- 80 Dependencias y vulnerabilidades de la economía española: su relación con la defensa nacional
- 81 La cooperación europea en las empresas de interés de la defensa
- 82 Los cascos azules en el conflicto de la ex-Yugoslavia
- 83 El sistema nacional de transportes en el escenario europeo al inicio del siglo XXI
- 84 El embargo y el bloqueo como formas de actuación de la comunidad internacional en los conflictos
- 85 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) para Europa en el marco del Tratado de no Proliferación de Armas Nucleares (TNP)
- 86 Estrategia y futuro: la paz y seguridad en la Comunidad Iberoamericana
- 87 Sistema de información para la gestión de los transportes
- 88 El mar en la defensa económica de España
- 89 Fuerzas Armadas y sociedad civil. Conflicto de valores
- 90 Participación española en las fuerzas multinacionales
- 91 Ceuta y Melilla en las relaciones de España y Marruecos
- 92 Balance de las primeras cumbres iberoamericanas
- 93 La cooperación hispano-franco-italiana en el marco de la PESC

- 94 Consideraciones sobre los estatutos de las Fuerzas Armadas en actividades internacionales
- 95 La unión económica y monetaria: sus implicaciones
- 96 Panorama estratégico 1997/98
- 97 Las nuevas Españas del 98
- 98 Profesionalización de las Fuerzas Armadas: los problemas sociales
- 99 Las ideas estratégicas para el inicio del tercer milenio
- 100 Panorama estratégico 1998/99
- 100-B 1998/99 Strategic Panorama
- 101 La seguridad europea y Rusia
- 102 La recuperación de la memoria histórica: el nuevo modelo de democracia en Iberoamérica y España al cabo del siglo XX
- 103 La economía de los países del norte de África: potencialidades y debilidades en el momento actual
- 104 La profesionalización de las Fuerzas Armadas
- 105 Claves del pensamiento para la construcción de Europa
- 106 Magreb: percepción española de la estabilidad en el Mediterráneo, perspectiva hacia el 2010
- 106-B Maghreb: perception espagnole de la stabilité en Méditerranée, prospective en vue de L'année 2010
- 107 Panorama estratégico 1999/2000
- 107-B 1999/2000 Strategic Panorama
- 108 Hacia un nuevo orden de seguridad en Europa
- 109 Iberoamérica, análisis prospectivo de las políticas de defensa en curso
- 110 El concepto estratégico de la OTAN: un punto de vista español
- 111 Ideas sobre prevención de conflictos
- 112 Panorama Estratégico 2000/2001
- 112-B Strategic Panorama 2000/2001
- 113 Diálogo mediterráneo. Percepción española
- 113-B Le dialogue Méditerranéen. Une perception espagnole
- 114 Aportaciones a la relación sociedad - Fuerzas Armadas en Iberoamérica
- 115 La paz, un orden de seguridad, de libertad y de justicia
- 116 El marco jurídico de las misiones de las Fuerzas Armadas en tiempo de paz
- 117 Panorama Estratégico 2001/2002

- 117-B 2001/2002 Strategic Panorama
- 118 Análisis, estrategia y prospectiva de la Comunidad Iberoamericana
- 119 Seguridad y defensa en los medios de comunicación social
- 120 Nuevos riesgos para la sociedad del futuro
- 121 La industria europea de defensa: presente y futuro
- 122 La energía en el espacio euromediterráneo
- 122-B L'énergie sur la scène euroméditerranéenne
- 123 Presente y futuro de las relaciones cívico-militares en Hispanoamérica
- 124 Nihilismo y terrorismo
- 125 El Mediterráneo en el nuevo entorno estratégico
- 125-B The Mediterranean in the New Strategic Environment
- 126 Valores, principios y seguridad en la comunidad iberoamericana de naciones
- 127 Estudios sobre inteligencia: fundamentos para la seguridad internacional
- 128 Comentarios de estrategia y política militar
- 129 La seguridad y la defensa de la Unión Europea: retos y oportunidades
- 130 El papel de la inteligencia ante los retos de la seguridad y defensa internacional
- 131 Crisis locales y seguridad internacional: El caso haitiano
- 132 Turquía a las puertas de Europa
- 133 Lucha contra el terrorismo y derecho internacional
- 134 Seguridad y defensa en Europa. Implicaciones estratégicas
- 135 La seguridad de la Unión Europea: nuevos factores de crisis
- 136 Iberoamérica: nuevas coordenadas, nuevas oportunidades, grandes desafíos
- 137 Irán, potencia emergente en Oriente Medio. Implicaciones en la estabilidad del Mediterráneo
- 138 La reforma del sector de seguridad: el nexo entre la seguridad, el desarrollo y el buen gobierno
- 139 Security Sector Reform: the Connection between Security, Development and Good Governance
- 140 Impacto de los riesgos emergentes en la seguridad marítima
- 141 La inteligencia, factor clave frente al terrorismo internacional
- 142 Del desencuentro entre culturas a la Alianza de Civilizaciones. Nuevas aportaciones para la seguridad en el Mediterráneo

- 143 El auge de Asia: implicaciones estratégicas
- 144 La cooperación multilateral en el Mediterráneo: un enfoque integral de la seguridad
- 145 La Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD) tras la entrada en vigor del Tratado de Lisboa
- 145-B The European Security and Defense Policy (ESDP) after the entry into Force of the Lisbon Treaty
- 146 Respuesta europea y africana a los problemas de seguridad en África
- 146-B European and African Response to Security Problems in Africa
- 147 Los actores no estatales y la seguridad internacional: su papel en la resolución de conflictos y crisis
- 148 Conflictos, opinión pública y medios de comunicación. Análisis de una compleja interacción
- 149 Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el ciberespacio
- 150 Seguridad, modelo energético y cambio climático
- 151 Las potencias emergentes hoy: hacia un nuevo orden mundial
- 152 Actores armados no estables: retos a la seguridad
- 153 Proliferación de ADM y de tecnología avanzada
- 154 La defensa del futuro: innovación, tecnología e industria
- 154-B The Defence of the Future: Innovation, Technology and Industry
- 155 La Cultura de Seguridad y Defensa. Un proyecto en marcha
- 156 El gran Cáucaso
- 157 El papel de la mujer y el género en los conflictos
- 157-B The role of woman and gender in conflicts
- 158 Los desafíos de la seguridad en Iberoamérica
- 159 Los potenciadores del riesgo
- 160 La respuesta del derecho internacional a los problemas actuales de la seguridad global
- 161 Seguridad alimentaria y seguridad global
- 161-B Food security and global security
- 162 La inteligencia económica en un mundo globalizado
- 162-B Economic intelligence in global world
- 163 Islamismo en (r)evolución: movilización social y cambio político
- 164 Afganistán después de la ISAF
- 165 España ante las emergencias y catástrofes. Las Fuerzas Armadas en colaboración con las autoridades civiles

- 166 Energía y Geoestrategia 2014
- 166-B Energy and Geostrategy 2014
- 167 Perspectivas de evolución futura de la política de seguridad y defensa de la UE. Escenarios de crisis
- 167-B Prospects for the future evolution of the EU's security and defence policy. Crisis scenarios
- 168 Evolución del mundo árabe: tendencias
- 169 Desarme y control de armamento en el siglo xxi: limitaciones al comercio y a las transferencias de tecnología
- 170 El sector espacial en España. Evolución y perspectivas
- 171 Cooperación con Iberoamérica en materia de defensa
- 172 Cuadernos de Estrategia 172 Cultura de Seguridad y Defensa: fundamentos y perspectivas de mejora
- 173 La internacional yihadista
- 174 Economía y geopolítica en un mundo globalizado
- 175 Industria Española de Defensa. Riqueza, tecnología y seguridad
- 176 Shael 2015, origen de desafíos y oportunidades
- 177 UE-EE.UU.: Una relación indispensable para la paz y la estabilidad mundiales
- 178 Rusia bajo el liderazgo de Putin. La nueva estrategia rusa a la búsqueda de su liderazgo regional y el reforzamiento como actor global.
- 179 Análisis comparativo de las capacidades militares españolas con las de los países de su entorno
- 180 Estrategias para derrotar al Dáesh y la reestabilización regional
- 181 América Latina: nuevos retos en seguridad y defensa
- 182 La colaboración tecnológica entre la universidad y las Fuerzas Armadas
- 183 Política y violencia: comprensión teórica y dearrollo en la acción colectiva
- 184 Una estrategia global de la Unión Europea para tiempos difíciles
- 185 Ciberseguridad: lal cooperación público-privada

