

# RECURSOS NATURALES E INFRAESTRUCTURA

## Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe

Humberto Peña



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

# RECURSOS NATURALES E INFRAESTRUCTURA

## Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe

Humberto Peña



NACIONES UNIDAS



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue preparado por Humberto Peña, Consultor de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la supervisión de Andrei Jouravlev, Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL, con la colaboración de Caridad Canales, funcionaria de la misma División, en el marco de las actividades del proyecto de la CEPAL y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) “Nexo agua-energía-agricultura/alimentación en América Latina y el Caribe: políticas públicas para la gestión de las interconexiones entre agua, energía y alimentación” (GER/15/006).

El autor agradece los aportes y comentarios de Wilfredo Alfaro, Osvaldo Aly, Alejandra Bustamante, Susana Caillou, Raúl Campillo, Alfonso Cortez, Cristina del Campo, María del Valle, Judith Domínguez, Lourdes Gerónimo, Ricardo Giraldo, Laetitia Montero, Yerko Montero, Víctor Pochat, Bruno Puga, Diego Rivera, Martha Shirley, Toni Traba, Robert Varady, Alberto Vich, Juan Rodrigo Walsh y Bárbara Willaarts.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN 1680-9017

LC/L.4169

Copyright © Naciones Unidas, abril de 2016. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

S.16-00328

---

Los Estados Miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

# Índice

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Resumen</b> .....   | 5  |
| <b>Introducción</b> .....  | 7  |
| <b>I. La seguridad hídrica: la definición de un objetivo estratégico</b> .....                         | 11 |
| A. Análisis conceptual .....   | 11 |
| B. La seguridad hídrica “en la práctica”: indicadores .....  | 15 |
| C. ¿Por qué utilizar el concepto de seguridad hídrica? .....   | 17 |
| <b>II. Situación actual y dinámica de los recursos hídricos en la región</b> .....                     | 19 |
| A. La disponibilidad de recursos hídricos .....  | 19 |
| B. El papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de la región .....            | 20 |
| C. Procesos y fuerzas dinamizadoras .....  | 21 |
| 1. Recursos naturales y mercados globales .....  | 22 |
| 2. Transformaciones en la demografía y en el ingreso de las personas .....                             | 24 |
| 3. Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades .....                                      | 24 |
| 4. La variabilidad y el cambio climático .....   | 25 |
| 5. Nuevos requerimientos relativos a la gobernabilidad .....   | 26 |
| <b>III. La seguridad hídrica en la región: áreas prioritarias, riesgos y desafíos</b> .....            | 29 |
| A. El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento .....                   | 29 |
| 1. Superar los déficits existentes .....   | 31 |
| 2. Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes .....                                | 31 |
| 3. Controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes .....                                  | 32 |
| B. El desarrollo productivo sustentable .....  | 32 |
| 1. Desarrollo productivo en zonas húmedas .....  | 32 |
| 2. Uso productivo en zonas áridas y semiáridas .....   | 33 |
| C. La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la salud<br>y el medioambiente ..... | 39 |
| 1. Completar el tratamiento de las aguas servidas domiciliarias .....                                  | 40 |
| 2. Regular la contaminación por nitratos .....   | 40 |
| 3. Controlar la contaminación industrial y minera .....  | 40 |

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| 4.               | Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del regadío.....                               | 41        |
| 5.               | Conservar los ecosistemas y la biodiversidad.....   | 41        |
| D.               | La protección de la población contra inundaciones.....  | 42        |
| 1.               | Adecuar los sistemas de drenaje al desarrollo de las ciudades.....  | 44        |
| 2.               | Desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial.....   | 45        |
| 3.               | Atender a los nuevos desafíos que plantea el cambio climático.....  | 45        |
| <b>IV.</b>       | <b>Conclusiones y reflexiones finales.....</b>  | <b>47</b> |
|                  | <b>Bibliografía.....</b>  | <b>51</b> |
|                  | <b>Serie Recursos Naturales e Infraestructura: números publicados.....</b>                                    | <b>55</b> |
| <b>Cuadros</b>   |   |           |
| Cuadro 1         | Áreas prioritarias para la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe<br>y sus principales desafíos..... | 9         |
| <b>Gráficos</b>  |   |           |
| Gráfico 1        | Índices de precios de materias primas.....  | 22        |
| Gráfico 2        | Evolución del ingreso nacional bruto por habitante.....   | 23        |
| Gráfico 3        | Eventos extremos de origen climatológico, hidrológico y meteorológico<br>en América Latina y el Caribe.....   | 25        |
| <b>Recuadros</b> |   |           |
| Recuadro 1       | Impactos del cambio climático en la generación hidroeléctrica en Centroamérica.....                           | 34        |
| Recuadro 2       | Posible conflicto entre eficiencia y sustentabilidad.....   | 37        |
| <b>Diagramas</b> |   |           |
| Diagrama 1       | Avances en seguridad hídrica en el marco de un sistema institucional<br>con capacidad de adaptación.....      | 50        |

## Resumen

---

Desde los años ochenta el concepto de seguridad hídrica se ha convertido a nivel global en un paradigma de los objetivos estratégicos de la gestión del agua. El presente informe analiza las definiciones y los alcances que se le han dado a este término en el debate internacional, concluyéndose que la naturaleza de los desafíos que presenta América Latina y el Caribe hace recomendable entender que la seguridad hídrica consiste en tener: i) una disponibilidad de agua que sea adecuada para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción; ii) la capacidad para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar, de manera coherente, las interrelaciones entre los diferentes sectores; y iii) un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados al agua.

El estudio procede a identificar los desafíos que debe enfrentar la gestión del agua en la región para alcanzar una adecuada seguridad hídrica. Dichos desafíos se relacionan con los acelerados cambios sociales, económicos y políticos que experimentan las sociedades de América Latina y el Caribe. Las áreas prioritarias en las que la seguridad hídrica constituye un elemento crítico para el desarrollo socioeconómico de la región son: i) el acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento; ii) la disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo productivo sostenible y reducir la conflictividad asociada; iii) la conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la protección de la salud y el medioambiente; y iv) la reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua, en especial en las zonas urbanas y en las afectadas por huracanes.



## Introducción

---

A lo largo de los años, los problemas de agua en América Latina y el Caribe han sido objeto de múltiples declaraciones, diagnósticos y análisis que han intentado identificar sus fortalezas y debilidades, y proponer reformas que mejoren su gestión. Esta preocupación se ha dado en un contexto en el que se reconoce la importancia de el aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos para la calidad de vida de amplios sectores de la población y para el desarrollo socioeconómico regional.

No obstante lo anterior, en la región no ha existido una reflexión comprehensiva acerca de cuál sería el objetivo estratégico que debiera alcanzar el manejo de los recursos hídricos para ser considerado como adecuado. Sobre este tema, a nivel mundial, desde los años 2000, con motivo del II Foro Mundial del Agua (La Haya, Países Bajos, 17 al 22 de marzo de 2000), se ha venido identificando el concepto de seguridad hídrica como el paradigma que permite definir los requerimientos a los que la humanidad debiera orientar los esfuerzos para alcanzar una adecuada gestión del agua. Así, surge la necesidad de estudiar la pertinencia de utilizar la aproximación de la seguridad hídrica como el objetivo estratégico que permita ordenar el debate regional en torno al agua.

La aplicación del concepto de seguridad hídrica en distintas regiones del mundo muestra que se trata de una aproximación que ha sido motivo de interpretaciones diversas. De este modo, para su eventual uso en América Latina y el Caribe surge la necesidad de efectuar una revisión de las definiciones utilizadas y hacer un análisis de su adecuación a la naturaleza de los problemas relativos al agua en la región. En la primera parte del presente informe se entrega el resultado de dicho análisis y se hace una propuesta de definición para ser aplicada en la región, que se estima refleja de mejor manera los problemas existentes. Según esta propuesta, la seguridad hídrica consiste en tener:

- Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.
- La capacidad —institucional, financiera y de infraestructura— para acceder y aprovechar dichos recursos de forma sustentable y manejar las interrelaciones y externalidades entre los diferentes usos y sectores, de manera coherente.
- Un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados a los recursos hídricos.



Esta definición entrega una visión amplia del papel del agua en la sociedad. Permite enfatizar no sólo la situación de disponibilidad de recursos hídricos para satisfacer los requerimientos de distinta naturaleza, sino que además reconoce las limitaciones que presentan en la práctica los países de la región para atenderlos y la necesidad que tienen de establecer compromisos entre distintos sectores y objetivos para avanzar en su cumplimiento. Asimismo, la definición reconoce los riesgos e incertidumbres que por su naturaleza presentan los temas relativos al agua, destacando que las sociedades pueden aspirar solo a limitar y gestionar sus riesgos en niveles aceptables y manejables, pero no a eliminarlos por completo.

La utilización del concepto de seguridad hídrica en los términos señalados, como instrumento de análisis integral, diagnóstico, definición y seguimiento de metas resulta muy atractiva para América Latina y el Caribe, por las siguientes razones:

- Se centra en la importancia del agua en el desarrollo social y económico de los países de la región y no en los procesos relativos a su manejo. De ese modo, permite una mejor comprensión del rol del agua en la sociedad y enfatiza la necesidad de su priorización por parte de los gobiernos.
- Contribuye, con una visión integral y desde la perspectiva del interés de la sociedad, a identificar las áreas que resultan más críticas para una adecuada gestión de los recursos hídricos, y las interdependencias con sectores y con otras políticas públicas, permitiendo de ese modo focalizar de mejor manera los esfuerzos de los países.
- Define criterios para establecer las metas y evaluar la efectividad de las políticas públicas a partir de la comparación de los niveles de riesgo y la calidad de servicios observados en la realidad, con los considerados socialmente aceptables en cada caso.
- El énfasis en la mitigación de los riesgos conlleva la necesidad de identificar las amenazas e incertidumbres que debe enfrentar la gestión del agua y revisar su capacidad de adaptación a los nuevos escenarios.
- Favorece la comparación de desempeño (“*benchmarking*”) y el intercambio de experiencias en temas y situaciones específicas.

En el caso de América Latina y el Caribe, los problemas actuales y futuros relacionados con la gestión de los recursos hídricos están influidos por la gran dinámica de transformaciones sociales y económicas que se observan en la región. Así, resulta necesario analizar, junto a las características de los recursos hídricos, las tendencias y fuerzas que contribuyen a modelar los requerimientos al sector hídrico o que condicionan su manejo, tema que es abordado en la segunda parte del estudio.

Los desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe son analizados en la tercera parte, para lo cual se identifican las áreas o dimensiones en las que se presentan los principales riesgos para la seguridad hídrica (véase el cuadro 1):

- El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.
- La disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo productivo sostenible y reducir la conflictividad asociada.
- La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la protección de la salud pública y el medioambiente.
- La reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua, en especial en las zonas urbanas y en las afectadas por huracanes, tormentas tropicales y otras perturbaciones fuertes.

Para atender dichos desafíos es necesario que la región haga un esfuerzo en incrementar y mejorar su dotación de infraestructura, tema en el que se registra un decaimiento de los esfuerzos de los gobiernos en las últimas décadas, y en mejorar los sistemas institucionales, los cuales muestran graves déficits, los que tienden a acentuarse por el mayor desarrollo y complejidad de las sociedades en la actualidad y la intensificación en el uso de los recursos naturales. Los déficits observados en los sistemas institucionales responden básicamente a las inconsistencias en su diseño, a la incapacidad de los Estados

para implementarlos adecuadamente de forma efectiva, a las debilidades de la actuación de la sociedad civil y a las fallas en la operación de los mercados.

**Cuadro 1**  
**Áreas prioritarias para la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe**  
**y sus principales desafíos**

| Áreas prioritarias   | Desafíos   |
|--|--|
| Acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento                   | Superar los déficits existentes en los servicios de agua potable y saneamiento<br>Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes de abastecimiento<br>Controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento   |
| Desarrollo productivo sostenible   | En zonas húmedas:<br>- Reducir el impacto de las sequías y del cambio climático<br>- Controlar los niveles de erosión en cuencas degradadas y la colmatación de los embalses<br>En zonas áridas y semiáridas:<br>- Ajustar la extensión de las zonas de riego a la disponibilidad hídrica<br>- Evaluar en forma integral el impacto de los desarrollos tecnológicos y los cambios de uso, sobre los recursos hídricos<br>- Controlar la sobreexplotación de los acuíferos<br>- Regular la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas<br>- Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del riego<br>- Incorporar a la toma de decisiones la incertidumbre asociada a la variabilidad y al cambio del clima<br>- Regular el cambio de las condiciones de escorrentía y drenaje en las cuencas |
| Conservación de cuerpos de agua con una calidad compatible con la salud y el medioambiente | Completar el tratamiento de las aguas servidas domiciliarias<br>Regular la contaminación por nitratos<br>Controlar la contaminación industrial y minera<br>Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del regadío<br>Conservar los ecosistemas y la biodiversidad  |
| Reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua                                | Adecuar los sistemas de drenaje urbanos al desarrollo de las ciudades<br>Desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial y de manejo de cuencas<br>Atender a los nuevos desafíos que presenta el cambio climático   |

Fuente: Elaboración propia.

Avanzar hacia una mayor seguridad hídrica supone la definición de los niveles de servicio y de riesgo aceptables y factibles de alcanzar para la sociedad, en cada una de las áreas identificadas, teniendo presente que dichos niveles aceptables varían en el tiempo, de acuerdo al desarrollo económico de los países y a los cambios en las aspiraciones, preferencias y posibilidades económicas de los diferentes grupos sociales. Asimismo, se debe tomar en consideración que ello tiene un costo y que existen diversas opciones entre los distintos requerimientos de seguridad hídrica de la sociedad, particularmente en un marco de recursos limitados.

Del mismo modo, para avanzar a niveles de seguridad hídrica aceptables, es necesario que las políticas públicas y el sistema institucional consideren el elevado grado de incertidumbre existente, debido tanto a la variabilidad hidrológica y cambio climático, como a la profundidad de los cambios sociales, económicos y políticos presentes. Esto supone priorizar la formulación de políticas públicas, planes y programas que sean robustos y flexibles, de modo que ellos signifiquen un avance efectivo en la seguridad hídrica considerando una amplia gama de escenarios futuros posibles.

Finalmente, en las conclusiones, se presenta una visión general de los principales hallazgos de los análisis anteriores y se hacen diversos alcances acerca de las políticas recomendables para avanzar hacia una mayor seguridad hídrica en América Latina y el Caribe, habida cuenta de los desafíos existentes.



## **I. La seguridad hídrica: la definición de un objetivo estratégico**

---

### **A. Análisis conceptual**

En los últimos años, para definir el objetivo estratégico que debieran alcanzar los países en relación con la gestión de los recursos hídricos se ha incorporado crecientemente el concepto de seguridad hídrica, el cual ha sido incluido en numerosas declaraciones y acuerdos internacionales, en especial a partir del año 2000. Ese año, los debates en el II Foro Mundial del Agua se centraron en este concepto, y la Asociación Mundial del Agua (GWP) presentó un documento sobre la seguridad hídrica (GWP, 2000). Según GWP (2000), este concepto significa que “a cualquier nivel desde el hogar hasta lo global, cada persona tiene acceso a suficiente agua saludable a un costo asequible, para la higiene y una vida saludable y productiva, asegurando simultáneamente que el ambiente natural está protegido y mejorado”. A su vez, la Declaración Ministerial del Foro definió la seguridad hídrica indicando que ella consiste en “asegurar que el agua dulce, las zonas costeras y los ecosistemas relacionados se encuentren protegidos y mejorados, que se promueva el desarrollo sostenible y la estabilidad política, que cada persona tenga acceso a suficiente agua potable y a un costo asequible para permitir una vida saludable y productiva, y que la población vulnerable esté protegida de los riesgos asociados al agua”.

En años posteriores, la importancia asignada a la seguridad hídrica como forma de entender los desafíos globales que afectan al desarrollo de la humanidad en relación con el agua, continuó incrementándose. Por ejemplo, el Foro Económico Mundial (WEF) del 2009 consideró la seguridad hídrica como la red que conecta todos los grandes desafíos (alimentación, energía, cambio climático y desarrollo económico, entre otros) que debe enfrentar la humanidad en las próximas décadas (WEF, 2009). En sus informes sobre los riesgos globales, WEF considera la crisis hídrica como uno de los principales riesgos a los que se enfrenta el planeta. Así, en el informe del 2015, lo consideró como el riesgo que puede causar mayor daño en el corto plazo, y en el informe del 2016, como el riesgo global para la economía más importante en la próxima década, siendo el agua un tema político urgente, inextricablemente conectado con el cambio climático, la estabilidad económica y el desplazamiento de la población (WEF, 2016). Recientemente, en una encuesta realizada a casi 600 grandes compañías

globales, el 70% identificó al agua como un riesgo sustantivo para sus negocios y el 64% esperó impactos negativos en los próximos 5 años (CDP, 2013).

Desde los años noventa se han presentado políticas públicas en diversos países y regiones recurriendo al paradigma de la seguridad hídrica y se han preparado unos 100 artículos académicos sobre este tema. Un análisis sistemático de dichos artículos realizado por Cook y Bakker (2012), muestra que el concepto ha sido utilizado con dos alcances distintos. El primero de ellos, utiliza el concepto de seguridad hídrica en el marco de una materia o disciplina específica. Así, por ejemplo, se aplica en temas agrícolas, en relación con la disponibilidad de agua para riego y la seguridad alimentaria, en proyectos de ingeniería, al analizar los riesgos de inundación y de déficit en el suministro de agua, entre otros. Un segundo empleo, de visión más amplia, le asigna un alcance interdisciplinario, interinstitucional e integrador, siendo los temas más recurrentes considerados la disponibilidad de recursos hídricos, la vulnerabilidad de las personas frente a los riesgos, la necesidad de atender las necesidades de desarrollo humano (en especial, la seguridad alimentaria), y las cuestiones que atañen a la sustentabilidad social y ambiental del uso de los recursos hídricos.

En este segundo contexto, junto con la creciente utilización del concepto de seguridad hídrica, se ha observado la necesidad de desarrollar definiciones más precisas. Una definición que ha tenido una amplia difusión señala que la seguridad hídrica es la existencia de un nivel aceptable de cantidad y calidad de agua para la salud, la subsistencia, los ecosistemas y la producción, junto a un nivel aceptable de riesgos para las personas, el medio ambiente y la economía, asociados al agua (Grey y Sadoff, 2007).

A su vez, Calow, Ludi y Tucker (2013) prepararon una definición, referida al contexto de África, que busca destacar la importancia de servicios sostenibles y asequibles de agua potable y saneamiento. Con ese propósito, definieron la seguridad hídrica como la disponibilidad de una adecuada cantidad y calidad del agua para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, y la capacidad de acceder a ella, junto con un nivel aceptable de riesgos para las personas y el ambiente, relacionados con el agua, y la capacidad para gestionar los mismos.

Otra definición de seguridad hídrica es la de Mason y Calow (2012), que indica que consiste en tener suficiente agua, en cantidad y calidad, para las necesidades humanas (salud, sustento y actividades productivas) y los ecosistemas, acompañada de la capacidad de acceso y aprovechamiento, de resolver las compensaciones entre los distintos sectores, y de manejar los riesgos asociados al agua, incluyendo crecidas, sequías y contaminación.

Por su parte, agencias del sistema de las Naciones Unidas, en el marco de ONU-Agua, sistema de coordinación interagencial en temas de agua, concordaron en que la seguridad hídrica es “la capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política” (ONU-Agua, 2013).

Finalmente, la OCDE (2013) presenta una aproximación al tema enfocada en el análisis de riesgos y señala que la seguridad hídrica consiste en “mantener en niveles aceptables cuatro riesgos asociados al agua: el riesgo de escasez, como falta de agua suficiente (en el corto y largo plazo) para los usos beneficiosos de todos los usuarios; el riesgo de inadecuada calidad para un propósito o uso determinado; el riesgo de los excesos (incluidas las crecidas), entendidas como el rebase de los límites normales de un sistema hidráulico (natural o construido) o la acumulación destructiva de agua en áreas que no están normalmente sumergidas; y el riesgo de deteriorar la resiliencia de los sistemas de agua dulce, por exceder la capacidad de asimilación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas y sus interacciones, con la eventual superación de los umbrales aceptables, causando daños irreversibles en las funciones hidráulicas y biológicas del sistema”.

Las definiciones de seguridad hídrica presentadas muestran aspectos concordantes y ciertas discrepancias, como resultado de los distintos énfasis y propósitos de sus autores. Al respecto se pueden hacer los siguientes comentarios:

- En general, las definiciones no se restringen a evaluar la disponibilidad física de agua, en cantidad, calidad y oportunidad, sino más bien se orientan a contrastar los recursos hídricos disponibles con los requerimientos de las personas, la economía y el medio ambiente. Es decir, se entiende que la seguridad hídrica es un problema de las personas y del desarrollo de la sociedad y no de la naturaleza.
- Se trata de definiciones que buscan integrar las distintas dimensiones que caracterizan la función de los recursos hídricos en relación con la sociedad y el medio ambiente. Así, en ella tienen cabida temas tales como: la provisión de servicios de agua potable y saneamiento de buena calidad a la población, de tratamiento de las aguas residuales para el resguardo de la salud de las personas, el suministro de recursos hídricos para la producción, la disponibilidad de agua para el medioambiente y la protección a la población y los bienes frente a eventos hidrológicos extremos, entre otras materias.
- Asimismo, el concepto de seguridad hídrica, incorpora entre sus elementos la sostenibilidad ambiental, y la sostenibilidad de los suministros y servicios asociados al agua. Esta dimensión del concepto hace necesario analizar la disponibilidad física del recurso hídrico en el largo plazo, así como la capacidad de los sistemas de gestión para responder y adaptarse a un escenario en que dicha disponibilidad puede experimentar cambios sustantivos, tanto en lo relativo al sistema natural como en lo relacionado con el sistema humano (cambios sociales, económicos y políticos), o inclusive para simplemente permitir el mantenimiento en el tiempo de las condiciones y los niveles de servicio actuales.
- Un aspecto siempre presente en las definiciones es la existencia del riesgo. Ello responde a que, por su naturaleza, el recurso hídrico es un recurso variable, en términos temporales y espaciales y sujeto a eventos extremos. Esta situación se ve agravada por el cambio climático. A lo anterior, se debe agregar la incertidumbre relacionada con los procesos sociales, económicos y políticos, que inciden en la demanda, oferta y gestión de los recursos hídricos, y exigen el desarrollo de nuevos paradigmas. A pesar de que el riesgo constituye un elemento común de las definiciones, se le asigna distinta relevancia. Así, este componente se recoge con especial fuerza en definiciones como la de Grey y Sadoff (2007), y, muy especialmente, en el enfoque de la OCDE (2013), donde el objetivo de seguridad hídrica se relaciona con un “nivel de riesgo aceptable”. Ello exige determinar el nivel apropiado de seguridad, considerando la frecuencia, magnitud e intensidad de los riesgos, grado de exposición a los mismos, y definir la distribución social de los peligros y los costos asociados a su reducción. De este modo, en la práctica, para proveer una seguridad hídrica adecuada es necesario discutir opciones políticas, evaluar la relación entre el costo y efectividad de las propuestas y discernir entre enfoques preventivos y reactivos, realizar procesos con participación de los interesados, decidir sobre diversas formas de financiamiento, entre otros aspectos. A lo anterior se debe agregar que el nivel de riesgo aceptable evoluciona con la sociedad, tanto por el mejoramiento de la calidad de vida de la población, como por la creciente complejidad y cambio de los vínculos entre el aprovechamiento del agua y la actividad económica. Al tener la seguridad hídrica una compleja y estrecha relación con distintas políticas económicas y sectoriales, la definición de los niveles de riesgo debiera corresponder a un balance entre los diversos objetivos de éstas, con el propósito de que una mayor seguridad en una de ellas no implique una reducción inaceptable en otras. Siguiendo esta lógica, se ha enfatizado la importancia de considerar la relación entre los costos y beneficios de las medidas necesarias para alcanzar una mayor seguridad, y de participación social en los procesos de toma de decisiones. Así, Rees (2002) advierte que “ha sido poco común considerar la mitigación del riesgo como un bien económico sujeto a la disciplina del mercado. No existe duda respecto a que la demanda para ‘consumir’ seguridad será mayor que la capacidad ... de proveerla, a menos que existan mecanismos para informar a los consumidores sobre los costos de provisión involucrados”, y Whittington, Sadoff y Allaire (2013) se abocan a responder las preguntas, ¿cuál es el efecto económico de alcanzar o no la seguridad hídrica?; en otras palabras, ¿cuál es el nivel de esfuerzo adecuado o de inversión en seguridad hídrica?

- Algunas de las definiciones más recientes enfatizan expresamente que la seguridad hídrica también considera los medios necesarios para acceder al agua. En este sentido, se recoge el hecho de que más allá de la disponibilidad de agua, pueden presentarse situaciones de falta de acceso al agua por problemas relacionados con una gestión deficiente, o falta de financiamiento o infraestructura. Esta consideración es relevante en temas tales como el suministro de agua potable y saneamiento a las poblaciones más pobres, donde se ha destacado la existencia de una importante escasez económica y de medios para hacer asequible el recurso hídrico existente a la población. También lo es en relación con el tratamiento de las aguas residuales, el apoyo estatal a la agricultura de riego, y la asignación del agua en zonas de escasez, entre los intereses sociales (usos domésticos y agrícolas, comunidades locales y pueblos indígenas) y los beneficios económicos (como minería, industria e hidroelectricidad).
- La definición desarrollada en el marco de ONU-Agua (2013) presenta algunas particularidades. A diferencia de las otras, identifica de forma expresa a “las poblaciones” como el sujeto que debiese tener las capacidades necesarias para dar una adecuada seguridad hídrica, y no únicamente al Estado como pudiera interpretarse en general. Esto significa que en este enfoque se trataría de una materia en el que las instancias locales tendrían responsabilidades relevantes, complementarias del irrenunciable e imprescriptible papel que debe cumplir el Estado. Así, esta definición se estaría haciendo eco del papel que tendrían en ciertas realidades las organizaciones e instituciones no formales que administran el agua como un recurso de uso común, de acuerdo a prácticas culturalmente aceptadas.
- Un enfoque distinto vincula la seguridad hídrica a la dimensión geopolítica, asociándola al tema de la seguridad de las naciones en general. En esta dimensión, la definición ONU-Agua (2013), al igual que la Declaración Ministerial del II Foro Mundial del Agua, se hace eco de la conflictividad de tipo político —cabe enfatizar que toda intervención sobre el recurso siempre e inevitablemente implica algún grado de conflictividad— que pudiera generar el aprovechamiento de los recursos hídricos en un escenario crecientemente competitivo entre grupos o naciones —en relación con los recursos hídricos transfronterizos<sup>1</sup>—, e incorpora como una característica de la seguridad hídrica “un clima de paz y estabilidad política”.

En el caso de América Latina y el Caribe, resulta importante que el concepto de seguridad hídrica comprenda una visión amplia del papel del agua en la sociedad y enfatice no sólo la situación de disponibilidad de recursos hídricos para satisfacer los requerimientos de la sociedad, en un sentido integral, sino que además reconozca las limitaciones de gestión e infraestructura que presentan en la práctica los países para atenderlos y la necesidad que tienen de establecer compromisos entre distintos sectores y objetivos para avanzar en su cumplimiento. Asimismo, su concepción debiera considerar los riesgos e incertidumbres que, por su naturaleza, siempre están presentes en los temas relativos al agua, destacando que las sociedades pueden aspirar solo a limitar, reducir o gestionar sus riesgos en niveles aceptables, pero no a eliminarlos. Estos riesgos son cambiantes y evolucionan, de modo que una sociedad puede considerarse segura cuando tiene sistemas de gestión y la infraestructura capaces de mantener en un nivel aceptable los riesgos actuales y, también, dispone de la capacidad de adaptación para atender los riesgos del futuro.

De acuerdo a estos comentarios se estima que una definición adecuada de seguridad hídrica aplicable a América Latina y el Caribe sería, tener:

- Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.

---

<sup>1</sup> Un 71% del caudal de América Latina y el Caribe corresponde a cuencas transfronterizas, que abarcan un 55% de la superficie de la región (CEPAL, 1985). En América del Sur, las cuencas compartidas representan un 75% del caudal, cifra que en México y Centroamérica alcanza el 24%. Estos aspectos de la seguridad hídrica se analizan en Brown y Mumme (1999) y Sánchez Munguía (2006).

- La capacidad —institucional, financiera y de infraestructura— para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar las interrelaciones entre los diferentes usos y sectores, de manera coherente.
- Un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados a los recursos hídricos.

A nivel del debate sobre los desafíos que enfrenta la humanidad, el concepto de seguridad hídrica se ha asociado a los temas de seguridad alimentaria y seguridad energética, y, además, se ha analizado su relación con el paradigma de la gestión integrada de los recursos hídricos.

Respecto de los temas de seguridad alimentaria y energética, en la Conferencia Internacional “Nexo entre Seguridad Hídrica, Energética y Alimentaria - Soluciones para la Economía Verde” (Bonn, Alemania, 16 al 18 de noviembre de 2011) (Hoff, 2011) y varias otras iniciativas (WEF, 2011; FAO, 2014; Bellfield, 2015) han puesto en evidencia las interrelaciones que existen entre dichos objetivos. En efecto, ellos por una parte comparten los desafíos y restricciones que imponen temas tales como: el crecimiento demográfico, el desarrollo económico, la urbanización, la globalización económica, el cambio climático y, por otra, presentan la necesidad de gestionar con una visión integrada las externalidades que se generan entre los sectores y las oportunidades de obtener beneficios compartidos. Así, por ejemplo, la gestión de los recursos hídricos, el desarrollo de la agricultura de riego y la producción de los biocombustibles, son temas que requieren visiones integradas para controlar los impactos negativos y potenciar sus beneficios para una mejor seguridad hídrica, alimentaria y energética. En todo caso, es importante hacer presente que el desafío de la seguridad hídrica, también tiene diferencias significativas con los otros dos. En efecto, mientras que en relación con la alimentación y la energía existen mercados globales que, en general, inciden directamente en el acceso a dichos bienes (y por medio de los mismos y otros, a la así llamada “agua virtual”), en el caso del agua, inevitablemente, el acceso depende de los factores locales, como son las demandas de agua y las fuentes de abastecimiento ubicadas en el entorno geográfico, teniendo el comercio mundial solo un papel indirecto.

Otro aspecto que ha sido motivo de debate, es la relación que tendrían, en el marco de la agenda internacional en torno al agua, la promoción de la gestión integrada de los recursos hídricos y el mejoramiento de la seguridad hídrica y si, en la práctica, serían equivalentes. En relación con esta pregunta, una visión adecuada resulta considerar la gestión integrada como una estrategia centrada en los medios, mientras que la gestión orientada por la seguridad hídrica, estaría destacando el objetivo a alcanzar. Así, se trataría de aproximaciones que tienen una relación “simbiótica”, que se refuerzan mutuamente (van Beek y Arriens, 2014).

## **B. La seguridad hídrica “en la práctica”: indicadores**

El concepto de “seguridad hídrica” ha tenido una amplia aceptación como forma de identificar los objetivos de la comunidad internacional y de los países en relación con la gestión del agua. Esto ha motivado un esfuerzo por transformarlo en un instrumento para medir los avances en relación con el manejo de los temas relativos al agua, entendiendo que una herramienta de esas características contribuiría a dar contenido y peso al tema del agua en el debate político, tanto en el contexto nacional como internacional. Asimismo, el desarrollo de una métrica en relación con la seguridad hídrica ayudaría a focalizar la atención de los diversos actores en las áreas que presentan mayores rezagos, entregaría un instrumento para evaluar el impacto de las medidas de mejoramiento y permitiría comparar la situación de los distintos países en relación con el tema.

Un esfuerzo regional pionero en esta materia se realizó en la región Asia Pacífico. El Foro del Agua Asia-Pacífico (APWF) y el Banco Asiático de Desarrollo (ADB) propusieron medir en forma integral la seguridad hídrica, sobre la base de cinco dimensiones, consideradas relevantes para representar la realidad de los países del Asia Pacífico, los cuales se asociaron a un conjunto de indicadores (ADB, 2013). De ese modo, el objetivo de la seguridad hídrica se expresó en términos de metas cuantitativas y la situación de cada país se evaluó en función de las dimensiones e indicadores que se orientaron a medir:



- La seguridad hídrica a nivel de los hogares, considerando la satisfacción de las necesidades de abastecimiento de agua potable y saneamiento a nivel domiciliario.
- La seguridad hídrica para la economía, a partir de la capacidad de abastecimiento de agua para el desarrollo de la agricultura, minería, industria y energía.
- La seguridad hídrica a nivel de las ciudades y pueblos, considerando el suministro de agua a los centros urbanos, el tratamiento de las aguas cloacales y el drenaje de las aguas lluvia.
- La seguridad hídrica para el medio ambiente, considerando la capacidad de restauración de los cuerpos de agua y ecosistemas para mantener los servicios ambientales.
- La resiliencia frente a los desastres relacionados con el agua, definida a partir del nivel de riesgo, peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y de las capacidades existentes para hacer frente y recuperarse de los impactos.

Cada dimensión fue cuantificada mediante dos a cuatro indicadores, los cuales generan un valor representativo de cada una de ellas y, en conjunto, de la seguridad hídrica de cada país. Inclusive, en algunos casos fue necesario considerar varios sub-indicadores para representar un indicador, dada la complejidad y amplitud de las materias relacionadas con la gestión del agua que se quería representar. En esta tarea se utilizaron indicadores muy diversos, como por ejemplo, parámetros clásicos de la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento (porcentaje de la población urbana con servicio de agua potable, etc.), indicadores definidos sobre la base de opiniones expertas de la condición ambiental de los ríos, medidas de la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua en la pérdida de años de vida por discapacidad, participación de la hidroelectricidad en la generación eléctrica, y pérdidas económicas por habitante debido a inundaciones.

Por su parte, Mason y Calow (2012) desarrollaron un análisis sistemático, pragmático e incluso de los temas relacionados con la seguridad hídrica, con el propósito de proponer una métrica que refleje la situación y los avances de países en la materia. Para ello, agruparon las distintas dimensiones del tema en torno a cinco ejes: i) la capacidad efectiva de acceder a recursos hídricos; ii) la gestión de la variabilidad y el riesgo; iii) la satisfacción de las necesidades humanas (incluidas las relativas a la producción); iv) la atención de los requerimientos ambientales; y v) la gestión de la competencia y de los conflictos en relación con el aprovechamiento de los recursos hídricos. En torno a estas ideas, recomendaron un conjunto de indicadores que utilizan las bases de datos existentes a nivel internacional (por ejemplo, sobre la disponibilidad media de agua a nivel nacional). Sin embargo, conscientes de la extrema simplificación que supone dicho enfoque, propusieron, además, avanzar en un segundo grupo de indicadores, más ambicioso que el anterior, haciendo uso de nuevas tecnologías (por ejemplo, utilizando las posibilidades de los sensores remotos) o de iniciativas internacionales en desarrollo, como la relativa a la aplicación del concepto de cuentas nacionales del agua, lo que supone un considerable trabajo de estudio e investigación adicional para generar la información.

En esta misma línea, van Beek y Arriens (2014) desarrollaron una metodología para cuantificar la seguridad hídrica, entendiendo que la forma específica de medición en cada caso debía reflejar los temas y problemas relevantes en cada realidad regional o nacional. Así, recomendaron seguir una metodología de cuatro etapas que consisten en:

- Identificar la visión y las metas que se pretende alcanzar con el sistema de gestión de los recursos hídricos.
- Determinar de acuerdo a la visión, las dimensiones que resultan críticas para la seguridad hídrica, en la realidad particular que se evalúa.
- Identificar los indicadores que informan acerca de las distintas dimensiones, considerando la información que está disponible o el posible uso de procedimientos de cuantificación alternativos, asignándoles un peso que refleje su importancia en la dimensión respectiva.
- Asegurar que los indicadores reflejen los elementos centrales de una gestión integrada de los recursos hídricos (equidad social, sustentabilidad ambiental y eficiencia económica).

Por su parte, la OCDE (2013), consistentemente con su concepción de la seguridad hídrica vinculada estrechamente al análisis de riesgos, propone una metodología que consiste primeramente en identificar y conocer los riesgos asociados al agua, establecer los niveles de riesgo que resultan aceptables para la comunidad, y, finalmente, manejar los riesgos mediante políticas públicas apropiadas para alcanzar los niveles de riesgo aceptados.

### **C. ¿Por qué utilizar el concepto de seguridad hídrica?**

En general, el análisis de la seguridad hídrica de un país o de un determinado territorio (región, provincia, municipio o cuenca) presenta diversas ventajas que han contribuido a su popularización a nivel global. En relación con lo anterior, surge la pregunta acerca de cuál sería —para los países de América Latina y el Caribe— la utilidad de su aplicación. Al respecto se pueden señalar las siguientes:

- Enfatiza la importancia del agua en el desarrollo social y económico, y la necesidad y responsabilidad de su priorización por los gobiernos. El concepto de seguridad hídrica se centra en los problemas que afectan la sociedad y las personas, estableciendo un vínculo con los temas de acceso y la gestión del agua, y no en las estrategias para resolverlos. De este modo, se trata de un concepto que permite que la temática hídrica se pueda insertar más fácilmente en las políticas públicas de los países. Además, en el caso de América Latina y el Caribe, los importantes desafíos pendientes para atender a las necesidades básicas de la población (salud, economía, etc.), y las características de la actividad productiva regional, ligada estrechamente a la explotación de los recursos naturales, entregan a la seguridad hídrica una especial relevancia para el logro de objetivos de desarrollo social y económico. Lo anterior hace necesario enfatizar que la seguridad hídrica, no se refiere solo a indicadores de disponibilidad y caracterización de los recursos hídricos, sino considera también la efectiva provisión de servicios a la población y al sector productivo, lo que supone incluir en el análisis los medios y la organización que los hacen posible.
- Contribuye a identificar los temas y áreas que son críticos para una adecuada gestión del agua, y las interdependencias que tienen con otras políticas públicas. El concepto de seguridad hídrica presenta alcances amplios y variados, con múltiples dimensiones, que aborda la totalidad de la relación del agua con la sociedad. Por esta razón, ofrece un enfoque integrador y no sectorial para el análisis de la efectividad de las políticas públicas, el cual ayuda a priorizar los principales desafíos del sector hídrico y a focalizar los esfuerzos, teniendo una visión completa de la gestión del agua. En el caso de América Latina y el Caribe, el reconocimiento de este condicionamiento mutuo entre distintas políticas públicas que inciden en el agua, es especialmente importante, habida cuenta de la magnitud de los cambios que experimenta la región y de la fuerte relación de su desarrollo económico con el aprovechamiento de los recursos naturales.
- Define criterios para establecer metas y evaluar políticas públicas a partir del análisis de los riesgos que resultan aceptables y de las disponibilidades que son adecuadas para la población. Un atractivo del concepto de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe es su potencialidad para orientar en forma coherente el análisis y evaluación de distintas políticas públicas en el ámbito del agua y otros sectores, considerando una base metodológica común. El enfoque centrado en el análisis de los riesgos (por ejemplo, de abastecimiento de agua a la población o a la producción, de protección contra inundaciones, de conservación ambiental, etc.) constituye un procedimiento muy poderoso para evaluar la efectividad de las políticas públicas relativas al mejoramiento de la seguridad hídrica, aunque, muchas veces, resulta difícil de aplicar debido a que supone el empleo de herramientas de análisis complejas y de antecedentes que no están siempre disponibles.
- El énfasis del concepto de seguridad hídrica en la mitigación de los riesgos conlleva la necesidad de identificar las amenazas, vulnerabilidad e incertidumbres que debe enfrentar la gestión del agua y evaluar su capacidad para adaptarse a los nuevos escenarios. La

consideración de la seguridad hídrica como el objetivo estratégico de la gestión del agua, hace necesario estudiar la evolución de la situación actual con el propósito de identificar los riesgos que se deberán enfrentar en los escenarios futuros. Dichos escenarios presentan amenazas que son previsibles y otras que resultan inciertas y no es factible definir las con precisión. Por otra parte, los problemas del futuro serán, en cierta medida, el resultado de la calidad del sistema de gestión para atender los desafíos del presente y de su capacidad de adaptarse a los nuevos. En una región como América Latina y el Caribe, donde en las últimas décadas se observan notables transformaciones sociales y productivas, el análisis de los riesgos debe evitar cualquier enfoque metodológico que se restrinja o enfoque exclusivamente al estudio de la variabilidad hidrológica y climática y sus impactos. Por el contrario, una gran fuente de amenazas y vulnerabilidad en la región se encuentra en las dificultades de la sociedad para adaptarse a los problemas que produce su propio desarrollo. Así, a las amenazas derivadas del medio físico es necesario agregar, como un elemento fundamental, las incertidumbres o condicionantes sociales que generan los procesos de transformación acelerada de la sociedad y de las demandas que imponen a la gestión de los recursos naturales, y del agua en particular.

- Favorece la comparación de desempeño en temas y situaciones específicas. El análisis de la seguridad hídrica es un enfoque que entrega elementos para hacer comparables experiencias y resultados de la gestión del agua en distintos países y realidades, transmitir las lecciones aprendidas y extender las mejores prácticas del sector. Sin perjuicio de lo anterior, el enfoque metodológico que se centra en generar indicadores nacionales simples de las distintas dimensiones de la seguridad hídrica a nivel de cada país no parece adecuado para reflejar los verdaderos desafíos que presenta el sector en la región. En efecto, la extensión geográfica, la heterogeneidad espacial y la complejidad de las situaciones que se presentan al interior de cada país, inhabilitan la escala nacional para analizar y reflejar adecuadamente los problemas reales, los que se presentan usualmente a nivel de una zona o cuenca. Además, la complejidad de los temas relacionados con el agua, hace necesario considerar múltiples elementos de contexto, los que frecuentemente no se reflejan en indicadores sencillos desarrollados a escala nacional. Al respecto, Whittington, Sadoff y Allaire (2013) señalan que “las estimaciones genéricas y globales del valor económico de una mayor seguridad hídrica, no son útiles para orientar las decisiones de inversión en el ámbito nacional o regional”. Así, indicadores tales como la disponibilidad de recursos hídricos a nivel nacional, carecen de toda utilidad como guía de políticas públicas en la mayoría de los países, con excepción de las más pequeñas islas del Caribe. Al respecto, un enfoque realista para las condiciones de la región supone desarrollar análisis por cuencas o por zonas de dimensiones acordes a la escala de los problemas comunes detectados, de modo que la información nacional sea la agregación de los datos analizados localmente. Así, el proceso de transmisión de experiencias, aprendizaje y comparación de desempeño en la región debe realizarse en torno a temas específicos que resultan comunes a determinadas zonas o cuencas localizadas en distintos países, sobre la base del desarrollo de estudios en profundidad que consideren los costos y beneficios para cada caso.

En síntesis, el análisis sistemático de la seguridad hídrica puede ser de gran interés y utilidad para los países de América Latina y el Caribe, concebido como un instrumento de análisis integral, diagnóstico, definición de objetivos, evaluación y comparación de desempeño.

## II. Situación actual y dinámica de los recursos hídricos en la región

---

### A. La disponibilidad de recursos hídricos

En el contexto mundial América Latina y el Caribe frecuentemente es citada como una zona del planeta en la cual existe abundancia de recursos hídricos. En efecto, la región con una precipitación media anual de 1 600 milímetros y una escorrentía media de 400 mil metros cúbicos por segundo concentra casi un tercio de los recursos hídricos mundiales. Sin embargo, su población equivale al 6% y su superficie al 13% de los totales mundiales. Ello significa que mientras su disponibilidad media de agua por habitante alcanza aproximadamente a 22 mil metros cúbicos por habitante por año, a nivel mundial dicho valor es de sólo un poco más de 6 mil. Estos valores resultan aún más notables si se compara con continentes como Asia, el cual con una precipitación media anual de 650 milímetros dispone de una dotación por habitante de menos de 3 mil metros cúbicos por habitante por año (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014).

No obstante lo favorable que resultan estos indicadores desde la perspectiva de la disponibilidad hídrica global, la geografía de la región la condiciona fuertemente:

- La región presenta una gran heterogeneidad en la distribución espacial de los recursos hídricos, de modo que simultáneamente contiene el desierto más árido del mundo, con sectores de precipitaciones prácticamente inexistentes, y áreas con un régimen hiper hídrico. Así, un 36% de su superficie corresponde a zonas áridas, muchas de las cuales presentan una situación de escasez hídrica para atender demandas socioeconómicas (UNESCO, 2010). Por otra parte, un 53% de la escorrentía regional se concentra en un solo río, el río Amazonas.
- Además, muchas áreas con gran actividad económica e importantes centros urbanos se localizan en zonas con baja disponibilidad hídrica. Ese es el caso de países tales como: México, República Dominicana, Chile y el Perú. Por ejemplo, las cuencas del Valle de México, Atlántico Sur y Río de la Plata, con 40% de la población concentran un 10% de los recursos disponibles, y en el caso del Perú, el 65% de la población se localiza en las zonas que disponen de un 2% del agua a nivel nacional (Cosgrove y Rijsberman, 2000).

- Una limitación adicional, en especial de las zonas áridas y semiáridas, es la calidad química natural de las aguas, las que presentan frecuentemente un importante contenido de sales, y de algunos elementos tales como arsénico y boro, asociados a la actividad volcánica y a la presencia de evaporitas, y que restringen su disponibilidad para ciertos usos. Es así como el arsénico ha sido detectado en fuentes naturales de zonas áridas de México, América Central, el Perú, Chile y Argentina, entre otros países (Pérez-Carrera y Cirelli, 2010).

## **B. El papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de la región**

La gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos juegan un papel de gran importancia en el desarrollo social y económico de la región, en especial considerando la relevancia que tiene la explotación de los recursos naturales en su economía.

En América Latina y el Caribe se extraen para usos domésticos y productivos unos 290 mil millones de metros cúbicos de agua al año, lo que equivale al 2,2% de los recursos disponibles (FAO, 2015). El principal uso de carácter consuntivo corresponde a la agricultura de riego, con extracciones que equivalen a un 70% del caudal total extraído. El segundo tipo de aprovechamiento es el que se realiza para fines domésticos, y que alcanza al 19% del total. Por su parte, los usos mineros e industriales representan el 11% del total. En relación con estos usos conviene destacar los siguientes aspectos:

- El aprovechamiento doméstico, que constituye un componente de suma importancia en la calidad de vida y el desarrollo humano, permite el abastecimiento “mejorado” del agua potable de casi 95% de la población<sup>2</sup> y de un 83% en lo que respecta a saneamiento (JMP, 2015).
- El riego comprende unas 18 millones de hectáreas, y resulta de gran relevancia en los resultados de la actividad agrícola en general (FAO, 2015). La agricultura representa un 5% del producto interno bruto (PIB) de la región, y millones de hogares dependen de ella para su ingreso y subsistencia considerando que genera un 19% del empleo y que un 20% de la población es rural. Estos indicadores presentan notables diferencias entre los distintos países.
- El peso del riego en el conjunto de las actividades agrícolas es muy relevante en algunos países, en especial por la mayor productividad, alto valor agregado (vid, frutal, horticultura, etc.) y su importancia en las exportaciones y generación de empleo. Por ejemplo, en México, las tierras cultivadas superan 18 millones de hectáreas, de las cuales más de 5 millones se riegan (29%) (FAO, 2015). Sin embargo, ellas representan más de la mitad de la producción y dos tercios de las exportaciones agrícolas (San Martín, 2002). En la Argentina, el riego equivale al 5% de la superficie agrícola, mientras que representa entre el 25% y 38% de la producción (Calcagno, Mendiburo y Novillo, 2000).
- El agua es un insumo crítico para la importante actividad minera que se realiza en América Latina y el Caribe. La región produce el 45% del cobre a nivel mundial, 51% de la plata, y, en general, más del 25% de metales (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014). En Chile, se ha estimado que, por cada millón de dólares de inversión en nuevos desarrollos mineros se requiere del orden de un litro por segundo de recursos hídricos adicionales (Peña, 2006).
- El recurso hídrico es una de las bases del potencial turístico de la región, sector extremadamente importante para muchos países. Así, en el Caribe el turismo representa un 25% del ingreso de divisas y en general en América Latina y el Caribe dicho sector contribuye significativamente al PIB, siendo el recurso hídrico un componente importante de la oferta

---

<sup>2</sup> Según JMP (2015), fuentes mejoradas de agua son agua corriente en el hogar, fuente de agua pública, pozo de sondeo, pozo excavado protegido, manantial protegido y captación del agua de lluvia; mientras que instalaciones mejoradas de saneamiento incluyen conexión a una red pública de alcantarillado, conexión a un sistema séptico, letrina de sifón, letrina de pozo sencilla y letrina de pozo mejorada con ventilación.

(San Martín, 2002). Además, aspectos tales como el saneamiento y el tratamiento de las aguas residuales, constituyen temas críticos para el desarrollo de dicha actividad.

- En la región un 65% de la electricidad proviene de la hidroenergía, y en varios países (Brasil, Colombia, Costa Rica, Paraguay y Venezuela) este porcentaje es aún mayor (AIE, 2012).
- América Latina y el Caribe es la región con la mayor diversidad biológica del planeta y posee casi una cuarta parte de las especies de peces de aguas continentales del mundo. Además, en la región se han reconocido 227 sitios Ramsar, con un total de 35,9 millones de hectáreas, distribuidos principalmente en el Perú, México, Bolivia y Brasil; y posee el humedal más extenso del mundo, el Pantanal, con una superficie de 200 mil kilómetros cuadrados, que regula la hidrología de extensas zonas del continente (PNUMA, 2010a).

Estos antecedentes dejan en evidencia la enorme importancia de los recursos hídricos para el desarrollo de América Latina y el Caribe.

### **C. Procesos y fuerzas dinamizadoras**

Los desafíos que debe enfrentar la gestión del agua en una región en transformación como América Latina y el Caribe, están fuertemente relacionados con el conjunto de factores exógenos al sector del agua determinados por la dinámica social, económica y política interna y externa a la región, de modo que las incertidumbres que se deben analizar no se restringen a aquellas de carácter hidrológico. Al respecto, Rees (2002) señala: “Aunque las discusiones respecto al riesgo en la planificación hídrica han estado tradicionalmente dominadas por la inseguridad hidrológica ... esto es, ... un poco parecido a un ebrio buscando debajo del farol sus llaves perdidas porque ahí es donde está la luz ... Ya en 1969, [se descubrió] ... que de las cuatro principales fuentes de incertidumbre que afectaban a los planificadores ..., las fuentes económicas, políticas y ecológicas eran mucho más importantes que las incertidumbres hidrológicas”. Obviamente, desde aquel entonces, se dispone de mejores herramientas e información para analizar y manejar estos procesos, aunque esto lamentablemente todavía pocas veces se hace en forma rigurosa y consistente.

Así, para alcanzar una adecuada seguridad hídrica, es necesario que el sistema de gestión tenga la capacidad de dar respuesta a numerosos procesos. Al respecto, Bitar (2014) analiza las tendencias mundiales en el ámbito social, económico y político, y su impacto en la región, identificando seis fenómenos globales relevantes para el futuro de América Latina y el Caribe:

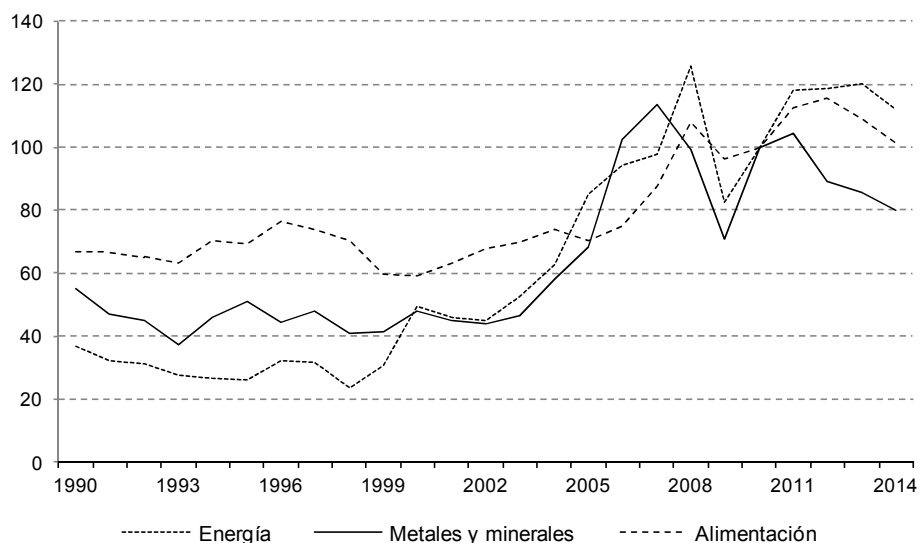
- La aparición de tecnologías disruptivas, definidas como aquellas cuya difusión transformaría sustancialmente la producción, el empleo, el bienestar, la gobernabilidad y las relaciones humanas. Se cree que se pudieran presentar, entre otras, en áreas tales como: la producción, aprovechamiento o almacenamiento de la energía o en el ámbito de la agricultura (como el desarrollo de variedades de plantas resistentes a la sequía y la salinidad).
- La escasez de recursos naturales en el contexto de los mercados globales.
- La transformación demográfica que se expresa en fenómenos como el crecimiento de la población en ciertas regiones y el envejecimiento de la pirámide demográfica, y en cambios sociales, como el surgimiento masivo de las clases medias.
- Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades.
- La variabilidad y el cambio climático.
- La gobernabilidad democrática en el nuevo contexto social, económico y tecnológico.

Siguiendo este planteamiento, a continuación se analizan, en el contexto regional, los principales procesos del ámbito económico, social y político que tienen incidencia en los temas hídricos.

## 1. Recursos naturales y mercados globales

El crecimiento demográfico, unido al desarrollo económico ha incrementado aceleradamente la demanda de recursos naturales, en especial lo relativo a la energía, los alimentos, el agua y los minerales. Este crecimiento, que durante el siglo XX fue sostenido por los cambios tecnológicos y la ampliación de las áreas productivas, permitió que inclusive el valor de las materias primas en el mercado internacional fuera bajando. En los últimos años esto se ha traducido en un ciclo de mayores precios (que ahora estaría a la baja), reflejando la escasez y dificultades para atender las nuevas demandas (véase el gráfico 1). Lo que interesa destacar, más allá de la tendencia de los precios, es que existen razones de fondo que justifican una tendencia general al aumento de las demandas a nivel mundial, asociada al acelerado mejoramiento de las condiciones de vida de grandes grupos humanos en países de menores ingresos, como muestra el incremento del ingreso por persona desde comienzos del presente siglo (véase el gráfico 2) (Dobbs y otros, 2011). Al respecto se estima que los sectores medios de la población mundial, gracias al crecimiento económico, podrían pasar de 2 a 5 mil millones de habitantes al año 2050, lo que tendría un gran impacto en el consumo de bienes básicos.

**Gráfico 1**  
**Índices de precios de materias primas**  
(Año base 2010 = 100, a precios constantes de mercado)



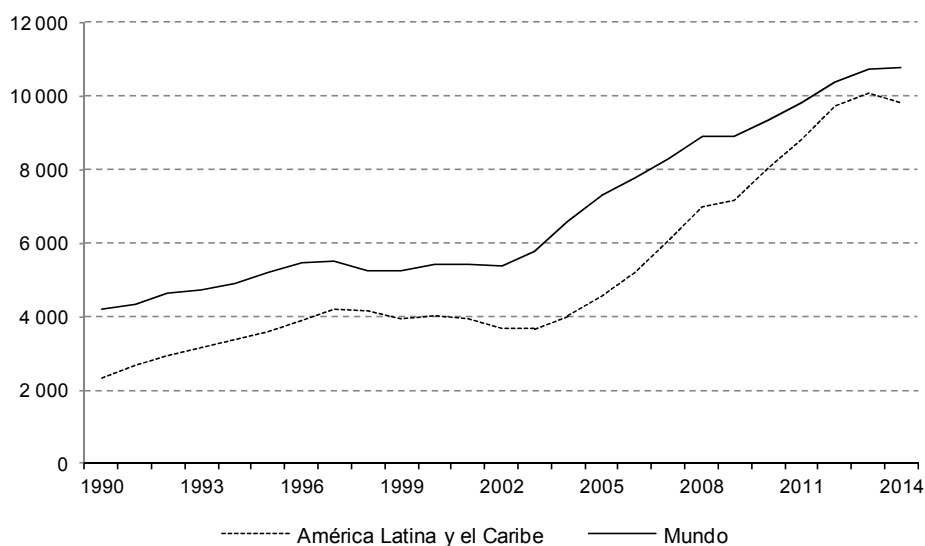
Fuente: Banco Mundial (2015), *World Development Indicators*.

Un rasgo característico de este proceso económico ha sido el creciente desarrollo de los mercados globales y la participación de América Latina y el Caribe en los mismos. En este marco, la economía de la región se ha constituido en un proveedor de primera importancia de materias primas, en especial de aquellas que su producción tiene una relación directa con la gestión del agua, como es el caso de los alimentos y minerales. En el caso de los metales, los niveles de inversión actual, que ascienden al 32% de la inversión mundial en el tema, indican que su participación en el comercio internacional será similar o inclusive mayor a la actual, que asciende al 25% (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014).

En el caso de la producción de alimentos, actividad que se asocia al principal consumo de agua en América Latina y el Caribe, se espera que la relevancia de la región en el futuro sea aún más significativa. En efecto, la demanda mundial por alimentos deberá aumentar, tanto por el aumento de la población (de 6,1 mil millones de habitantes en el año 2000, a 8,1 al 2025 y a 9,7 al año 2050) como por el mejoramiento de la dieta alimentaria, debido al incremento de los ingresos personales. Así, la demanda de alimentos en el año 2050 podría ser del orden de un 70% y hasta 100% mayor que a principios del siglo XXI (CAWMA, 2007). Es conveniente destacar que estas estimaciones presentan

una importante incertidumbre, en especial si se considera que las dietas de consumo de grano y carne previstas a nivel mundial para dicho año son del orden de la mitad de las existentes en la actualidad en los países de la OCDE, de modo que en un escenario más optimista (desde la perspectiva del incremento de los niveles de consumo) podría presentar un incremento aún más significativo.

**Gráfico 2**  
**Evolución del ingreso nacional bruto por habitante**  
(Dólares a precios corrientes de mercado)



Fuente: Banco Mundial (2015), *World Development Indicators*.

Para cubrir esta mayor demanda, deberán producirse importantes incrementos de productividad y eficiencia, acompañados de una expansión de la superficie agrícola, tanto en áreas de secano como regadas. Un escenario restrictivo en el sentido del uso del agua pero factible supondría incrementar en un 20% la superficie de riego (14% de incremento del consumo de agua) a nivel mundial (CAWMA, 2007).

Por otra parte, los estudios de modelación del comercio mundial de alimentos, en distintos escenarios futuros, concluyen que América Latina y el Caribe es la única región que consistentemente incrementa su participación en los distintos rubros agropecuarios (Chaherli y Nash, 2013). En el escenario base en donde las variables exógenas se mantienen en su tendencia histórica, se estima que su participación en el comercio mundial de la carne pasará del 30% al 36%, en cereales del 8% al 11%, en frutas y verduras del 25% al 34%, y en oleaginosas del 42% al 50%, entre los años 2010 y 2050. Esta mayor participación se daría con un incremento tanto de la superficie agrícola de secano como regada.

En relación con el aumento de las zonas regadas, cabe destacar que esa posibilidad se ve favorecida por la elevada disponibilidad de tierras susceptibles de riego existentes en América Latina y el Caribe. En efecto, tanto en términos relativos, junto con África Subsahariana, como en términos absolutos, junto con Asia del Sur, la región ofrece la mayor potencialidad de crecimiento. De este modo, se estima que América Latina y el Caribe tendrá la mayor tasa de incremento en la superficie regada a nivel mundial, de un 0,72% por año, incorporando unas 6 millones de nuevas hectáreas al regadío para 2050 (Schmidhuber, 2010).

En relación con el uso del suelo, estos procesos significan que se incrementará la presión por reducir las superficies de bosques. Al respecto, en los últimos 20 años la pérdida de superficies de bosque se estima en aproximadamente 90 millones de hectáreas, las que habrían sido reemplazadas por 41 de tierras de cultivo, 29 de pastizales y 21 de superficie construida (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014). Este proceso de deforestación tiene importantes consecuencias en los distintos procesos relativos al ciclo



hidrológico, en especial en las tasas de producción de sedimentos y en el régimen de caudales máximos y mínimos, y atenta contra la sustentabilidad de las fuentes de abastecimiento.

Estos antecedentes permiten afirmar que en las próximas décadas la dinámica tendiente a incorporar nuevas superficies a la agricultura, y en particular al riego, se mantendrá o se acentuará, con las directas consecuencias que ello conlleva para la gestión de los recursos hídricos y el uso del suelo.

En relación con los usos hidroeléctricos, interesa destacar que esta fuente de energía seguirá siendo de gran importancia para la región. Al respecto, las estimaciones existentes señalan que la potencia hidroeléctrica instalada se incrementaría en la región en un 50% al año 2050 (AIE, 2012).

## **2. Transformaciones en la demografía y en el ingreso de las personas**

El crecimiento de la población mundial y en particular en la región, y los cambios sociales y económicos relacionados, tienen múltiples impactos relativos al agua. En particular, ellos afectan las demandas de bienes y servicios, y los niveles de riesgo que resultan aceptables para la sociedad.

Aun considerando que las tasas de fecundidad presenten una significativa baja, en los escenarios demográficos más probables al año 2050, la población mundial alcanzaría los 9,7 mil millones de habitantes, casi 2,4 mil millones más que en la actualidad (ONU, 2015). Siendo este valor en sí mismo un gran reto para el sistema productivo mundial, resulta inclusive más desafiante si se considera el crecimiento económico y el aumento previsto de los sectores de ingresos medios, que se incrementarían en unos 3 mil millones de habitantes al año 2030 (Kharas, 2010; Dobbs y otros, 2011). Por su parte, los países de América Latina y el Caribe tendrían una evolución parecida, pasando de una población actual de 635 millones a 784 millones en el año 2050. La clase media, que representaba un 21% de la población a principio de los años 2000 y es el 31% en la actualidad (Banco Mundial, 2013), en el año 2030 superaría el 40% (Ferreira y otros, 2013), con la consiguiente disminución de los sectores pobres.

Desde la perspectiva de la seguridad hídrica, es importante destacar que esta transformación social, junto con el aumento en términos absolutos de las demandas por productos básicos, se asocia a cambios en los patrones de consumo. Así, la dieta alimentaria presenta importantes cambios con un mayor consumo de carne vacuna, porcina y aviar, con una huella hídrica sustantivamente mayor; en la sociedad adquieren relevancia los servicios recreacionales, frecuentemente asociados a la conservación ambiental; y se elevan los estándares relativos a la salud, al agua potable y saneamiento, y al control de la contaminación hídrica (Whittington, Sadoff y Allaire, 2013).

Otra consecuencia del cambio social es la menor tolerancia de la sociedad frente a los fallos de abastecimiento y a los riesgos por eventos hidrológicos extremos. Esta menor tolerancia se relaciona con diversas características que presentan las sociedades en su proceso de desarrollo. En especial, refleja las mejores condiciones de vida a las que las personas aspiran y, eventualmente, su mayor disposición a pagar por una mayor seguridad, los mayores daños y pérdidas que se asocian a los desastres en una sociedad más rica y urbanizada, la mayor vulnerabilidad de la población frente a determinadas carencias por falta de alternativas de abastecimiento (por ejemplo, de energía o agua potable), y las graves dificultades que se presentan para resolver las emergencias en las grandes aglomeraciones urbanas.

## **3. Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades**

Un tercer proceso global de interés para la seguridad hídrica de América Latina y el Caribe, corresponde a la continuación del proceso de urbanización que viene experimentando la región en forma acelerada, y que ha significado pasar de la situación de los años sesenta, cuando un 50% de población vivía en las ciudades, a la situación actual, con una población urbana del 80% (CELADE, 2005). Este proceso ha significado la incorporación a las ciudades de una población de unos 400 millones de habitantes, cambiando radicalmente el carácter e importancia de un gran número de ciudades. Las 198 ciudades de más de 200.000 habitantes, que concentran unas 260 millones de habitantes, generan en la actualidad un 60% del PIB regional (Cadena y otros, 2011).

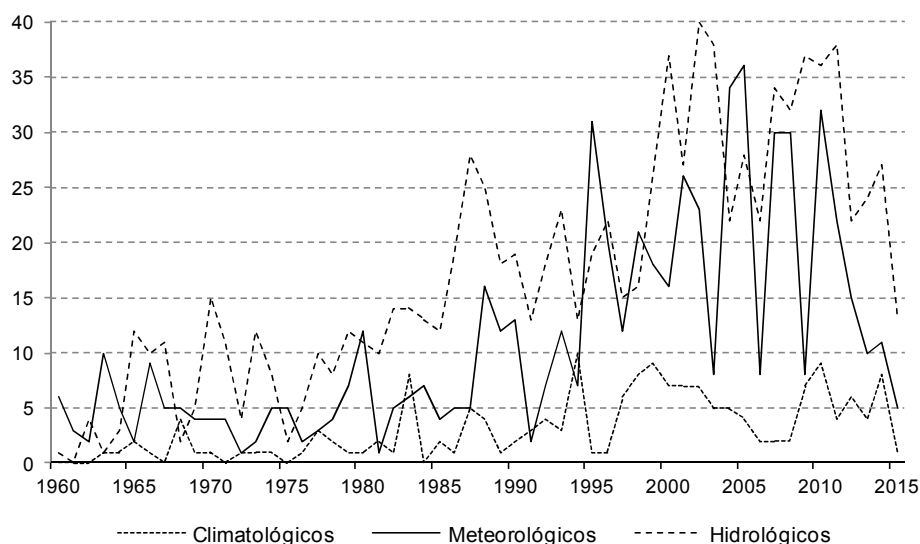
Hacia el año 2050, más de un 86% de la población de América Latina y el Caribe se espera que viva en ciudades, lo que significa que se incorporarán a ellas cerca de 180 millones de habitantes adicionales. Cabe señalar que, no obstante la magnitud de esta población adicional, desde el año 2000 el crecimiento promedio anual de población urbana es inferior al 2%, quedando atrás la etapa del masivo traspaso de población rural a las grandes ciudades (ONU-Habitat, 2012). Al mismo tiempo, la creciente migración intraurbana modifica las demandas de agua y la configuración de los sistemas urbanos.

Este proceso genera un conjunto de desafíos para la gestión del agua que son de gran importancia para el desarrollo de la región, entre los que se incluye el abastecimiento de agua a las crecientes demandas urbanas de carácter doméstico e industrial —así como para mejorar y ampliar la infraestructura de las ciudades (parques, etc.)—, el desarrollo de condiciones sanitarias y ambientales adecuadas en ese espacio y la protección de la población frente a inundaciones y sequías. A lo anterior, se agregan los complejos problemas de equidad que se dan en ambiente urbano, en especial si se considera que unos 200 millones de habitantes de la región viven en barrios marginales, que se concentran en la periferia de la mayoría de las grandes ciudades (Clos, 2010). Al mismo tiempo, las zonas rurales, con una alta dispersión y baja densidad poblacional, presentan un reto adicional para la seguridad hídrica, relacionado con el acceso al agua como factor de desarrollo y protección de la salud.

#### 4. La variabilidad y el cambio climático

Las tendencias del clima a lo largo del siglo XX en la región muestran, con variaciones espaciales, un ascenso de las temperaturas en los últimos 50 años de 0,12°C por década (IPCC, 2014). También se observan cambios en el número, intensidad y frecuencia de las precipitaciones, con incremento en algunas zonas y disminuciones en otras, y un retroceso generalizado de los glaciares. Asimismo, existe una intensificación de los fenómenos de El Niño y La Niña, lo cual se relaciona con el aumento de la frecuencia de huracanes en la zona tropical y la mayor frecuencia y persistencia de las sequías en zonas de Los Andes y en la vertiente pacífica del continente (véase el gráfico 3).

**Gráfico 3**  
**Eventos extremos de origen climatológico, hidrológico y meteorológico**  
**en América Latina y el Caribe**  
(Número por año)



Fuente: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2016), *The International Disaster Database (EM-DAT)*, School of Public Health, Université Catholique de Louvain, Bélgica.

Estos patrones de cambio, según las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), muestran que continuará el incremento de las temperaturas, para

alcanzar a fines del siglo, en un escenario de emisiones altas, valores de entre 1,6°C y 4,0°C en América Central y entre 1,7°C y 6,7°C en América del Sur (IPCC, 2014). Las proyecciones de las precipitaciones indican una gran heterogeneidad espacial, presentando para el período 2071-2100, en zonas centrales y tropicales de América del Sur una reducción en ciertas cuencas del 20% al 40%, y, en otras, un aumento del 5% al 10% (CEPAL, 2010). La tendencia de una disminución de las precipitaciones se observa en un 60% de la región, en la que se encuentran importantes zonas que en la actualidad ya presentan una situación de aridez o semi-aridez, como es el caso del suroeste de Argentina, sureste de Brasil, litoral de Ecuador, zona central de Chile, altiplano de Bolivia y norte y noreste de México.

Estos cambios climáticos generarían modificaciones muy significativas en el régimen hidrológico de numerosos ríos. Así, por ejemplo, ellos se asocian a un incremento de los caudales máximos y de la frecuencia de las crecidas en zonas tropicales; a una significativa disminución de los caudales en la temporada seca, y un aumento de las crecidas de origen pluvial en cuencas con una componente nival o glacial; y, en la mayor parte de las zonas áridas o semiáridas, a una disminución de los caudales, y a un aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los períodos de sequía.

No obstante la validez de las tendencias climáticas indicadas, es preciso destacar el alto grado de incertidumbre, especialmente a nivel de cuencas específicas, que presenta la predicción de caudales para fines de planificación hidrológica, debida a los siguientes factores:

- La incertidumbre en la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero, variable de entrada de los modelos climáticos, lo que lleva a la necesidad de utilizar una amplia gama de escenarios posibles.
- Los modelos climáticos estiman la precipitación, variable crítica para la simulación de los caudales, con una incertidumbre mayor que otras variables meteorológicas, a lo que se le suma la incertidumbre propia del modelo. A lo que se agrega el cambio en la evapotranspiración a causa de los cambios de uso del suelo, una mayor agriculturización y el desmonte de ecosistemas no agrícolas.
- La incertidumbre que introduce la adecuación de los modelos climáticos a la escala requerida (cuenca o grupo de cuencas interconectadas) para los fines de gestión de los recursos hídricos.
- La incertidumbre propia de los modelos hidrológicos, que simulan los caudales a partir de las variables meteorológicas.

Lo señalado se puede ilustrar observando el amplio rango de variación que presentan las predicciones de la temperatura y la precipitación para el período 2070-2100, en el caso de una cuenca particular, considerando distintos escenarios y modelos climáticos. Así, por ejemplo, en la cuenca del Limarí en Chile, las temperaturas medias anuales, en diversos escenarios de emisión y modelos, cambiarían respecto de la condición histórica en un rango que va de +1°C a +4°C, y en el caso de las precipitaciones medias anuales de +10% a -70% (Donoso y otros, 2013).

De acuerdo a este análisis, resulta difícil tomar medidas de adaptación —en especial, las estructurales— para el largo plazo, que sean robustas, concluyéndose que el elemento más relevante que introduce la temática del cambio climático a la gestión del agua, es la necesidad de considerar que la toma de decisiones se desarrolla en un escenario de incertidumbre. En estas condiciones, no resulta suficiente evaluar los riesgos con la hipótesis de un clima en condiciones estacionarias. En consecuencia, resulta fundamental desarrollar una estrategia de permanente adaptación a las condiciones climáticas que se generen en el futuro, así como escenarios regionales y locales de los posibles impactos y medidas de adaptación, enfoques que usualmente no están presentes en las políticas públicas de los países de la región (véase Milly y otros, 2008; Munoz, Arumi y Rivera, 2013).

## **5. Nuevos requerimientos relativos a la gobernabilidad**

La solución de los problemas relacionados con la gestión del agua y, en consecuencia, los niveles de seguridad hídrica que pudiera alcanzar un determinado país, dependen en gran medida, de la capacidad de su sistema institucional para gobernar adecuadamente el sector. Es así como en el II Foro Mundial del

Agua se señaló que “la crisis del agua es a menudo una crisis de gobernabilidad” y se identificó el logro de una gobernabilidad eficaz como una de las principales prioridades de acción. De este modo, resulta pertinente analizar los nuevos procesos que inciden en la gobernabilidad de los países de la región, en su relación con la gestión del agua y la seguridad hídrica.

Al respecto, es conveniente tener presente la importancia que se ha asignado en el debate público en las últimas décadas al tema del agua, siendo numerosas las controversias públicas relativas a los recursos hídricos y los proyectos de ley sobre su gestión o la provisión de servicios públicos asociados, que se han propuesto y, en ocasiones, aprobado. Una muestra efectiva de lo anterior es que países como Argentina (varias provincias), Chile, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, han introducido modificaciones a sus cuerpos legales en los últimos años y en varios otros existen debates al respecto (Costa Rica, El Salvador, México, etc.) (Embido y Martín, 2015). En este marco, y en un contexto social de la región caracterizado por el mejoramiento de las condiciones de vida, el crecimiento de las clases medias y el aumento de los niveles educacionales, el debate público sobre el agua presenta los siguientes elementos que interesa destacar:

- La influencia de los procesos experimentados por las sociedades democráticas, orientados hacia una búsqueda de una mayor transparencia y rendición de cuentas en el ejercicio de las funciones que afectan el interés público, y de una participación más directa y efectiva de la ciudadanía en la gestión de las materias que le conciernen.
- El desarrollo y uso de las nuevas posibilidades de comunicación social en relación con la temática hídrica, como el internet y redes sociales y la emergencia de nuevas formas de organización y movilización social.
- La presencia de una sociedad más compleja, con una mayor diversidad de intereses y de patrones de consumo, incluyendo una mayor valoración del medio ambiente y de los beneficios no productivos asociados al agua.
- Una menor tolerancia de la población frente a los fallos y al riesgo, en relación con los servicios asociados al agua y eventos extremos de origen hidrometeorológico y el desarrollo de una nueva relación entre el usuario y el proveedor del servicio.
- Una mayor conflictividad socio-ambiental en torno a los grandes proyectos relacionados con los recursos hídricos y el medio ambiente, los que deben enfrentar movimientos opositores con intereses heterogéneos, y que, en ocasiones, presentan un alto contenido ideológico y trascienden el ordenamiento legal con diversos grados de violencia (Martín y Justo, 2015). Estos conflictos usualmente se relacionan con la construcción de centrales hidroeléctricas, el desvío de aguas entre cuencas, la privatización de servicios sanitarios, el desarrollo de proyectos mineros, la contaminación de las aguas, el impacto de la agricultura de exportación sobre pequeños agricultores tradicionales, y la tensión entre la política y jurisdicción nacionales y las comunidades locales y pueblos indígenas, entre otros temas.
- La existencia de una tensión entre aproximaciones a los problemas de agua desde los niveles internacionales, regionales, nacionales o federales, y de gobiernos sub-nacionales y locales, a lo que se agregan las condicionantes que imponen los tratados de protección de las inversiones a la formulación y aplicación de políticas públicas (Bohoslavsky, 2010).



### **III. La seguridad hídrica en la región: áreas prioritarias, riesgos y desafíos**

---

El concepto de seguridad hídrica se orienta al control de los riesgos relacionados con el agua que afectan el desarrollo de la sociedad y el medio ambiente. Para ese propósito, resulta necesario identificar las funciones más relevantes asociadas a la gestión de los recursos hídricos, investigar en cada una de ellas la naturaleza de los riesgos que constituyen un obstáculo para el cumplimiento de las metas de desarrollo, y los niveles de riesgo que resultan aceptables para la sociedad. En el caso de América Latina y el Caribe, dadas las importantes transformaciones sociales que experimenta la región, es previsible que en la medida que la sociedad se desarrolle, dichas metas sean cada vez más exigentes.

A continuación se identifican cuatro áreas o dimensiones que se consideran prioritarias para la seguridad hídrica de los países de la región: i) el acceso de la población a niveles adecuados de los servicios de agua potable y saneamiento; ii) la disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo productivo sustentable; iii) la conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la salud y el medioambiente; y iv) la reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua.

#### **A. El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento**

Existen importantes antecedentes que justifican considerar la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento como una de las dimensiones críticas de la seguridad hídrica en la región. Entre ellos, se pueden destacar los siguientes (Jouravlev, 2015):

- En América Latina y el Caribe, la temática de los servicios de agua potable y saneamiento no es un tema resuelto. En efecto, aun con las mejoras observadas en estos servicios en la región, más de 13 millones de habitantes urbanos no tienen acceso a fuentes mejoradas de agua y casi 61 millones a instalaciones mejoradas de saneamiento, situación que en el sector rural se agrava, de modo que aún se requiere avanzar en forma significativa en la materia (JMP, 2015). Además, la población no atendida se concentra en sectores pobres de las grandes ciudades y en el área rural, los cuales presentan coberturas que son significativamente inferiores a las del resto, constituyendo una manifestación de la inequidad social de la región. Por otra parte, si se

toman en cuenta los parámetros de calidad de servicio, la población con acceso “seguro y adecuado” al agua potable y al saneamiento en América Latina y el Caribe podría ser entre 15% y 20% menor que la población con acceso “mejorado” al agua potable, y entre el 20% y 40% con relación al saneamiento (Justo, 2013). Como consecuencia de lo anterior, casi 6% de la pérdida de los años de vida (ajustados en función de discapacidad) se asocian a las deficiencias en dichos servicios (Lvovsky, 2001). El acceso a los servicios también está ligado a las enfermedades transmitidas por vectores y asociadas al agua, en que además el aumento de temperatura favorece las condiciones climáticas para que se desarrollen nuevos vectores desconocidos o poco frecuentes en la región.

- El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, no solo resulta crítico por la salud pública, sino que también contribuye efectivamente a la lucha contra la pobreza, ya que ello permite elevar los niveles de ingreso disponibles de los pobres —sector más afectado por la falta de acceso<sup>3</sup>— hasta en un 14%, debido a los menores costos de abastecimiento y a la reducción de los gastos en salud (Garrido-Lecca, 2010).
- Además de la protección de la salud pública, un adecuado desarrollo de estos servicios genera diversas externalidades positivas que inciden en la seguridad hídrica de actividades económicas de gran interés para los países de la región (Hantke-Domas y Jouravlev, 2011). Ese es el caso de los rubros alimentarios, la agricultura orientada a la exportación y de la industria turística, cuya competitividad en los mercados internacionales se ve afectada si dichos servicios no son de alto nivel. A modo de ejemplo, se puede señalar que en países del sudeste asiático se ha estimado que las deficiencias en saneamiento causan pérdidas en el sector turístico del 5% al 10% (OCDE, 2013). En forma similar, en América Latina y el Caribe existen ejemplos que ilustran de manera dramática los impactos sobre la actividad económica de las deficiencias en agua potable y saneamiento, como es el caso de la epidemia de cólera que inició en el Perú en 1991 y que afectó a varios países de la región (Jouravlev, 2004).

En relación con los niveles de riesgo que resultan aceptables para la región, considerando su desarrollo actual y las tendencias previsibles, se pueden hacer los siguientes comentarios:

- A nivel mundial se ha aceptado que el acceso al agua potable y al saneamiento constituye un derecho humano esencial amparado por el derecho internacional y así lo confirma la Resolución 64/292 de 2010, de la Asamblea General de las Naciones Unidas, la cual exhorta a los gobiernos a su “cumplimiento progresivo” (Justo, 2013). Sobre este objetivo, es importante destacar que la identificación de la seguridad hídrica a partir de los niveles de cobertura “mejorados” resulta inadecuada para medir las reales expectativas de la población, ya que incluye soluciones que de acuerdo al desarrollo social y económico de América Latina y el Caribe resultan difíciles aceptar como suficientes (Jouravlev, 2015). Es más realista para las condiciones de la región establecer como objetivo el acceso universal a servicios de agua potable y saneamiento, considerando conexiones domiciliarias, por lo menos en las ciudades. Aunado a esto, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, establece, expresamente, la universalización de los servicios de agua potable y saneamiento para el año 2030, e incluye además metas relacionadas al control de contaminación y tratamiento de las aguas residuales, la eficiencia en el uso del agua, la gestión integrada de los recursos hídricos y protección de los ecosistemas, entre otros.
- La definición de riesgos aceptables en la región no debiera referirse solo al acceso y dotación de agua disponible para la población sino también a la calidad del servicio, considerando estándares adecuados respecto de su continuidad y control de calidad del agua. En este sentido, es necesario destacar que ello es, en cierta medida, una materia dinámica relacionada con las definiciones normativas, los avances científicos y las dificultades para su cumplimiento, que

<sup>3</sup> El 70% de las personas sin acceso a agua potable y un 84% de las que carecen de servicios de saneamiento, corresponde a los dos quintiles más bajos de ingreso (BID, 2007).

también se modifican de acuerdo a los cambios en las fuentes naturales. Así, por ejemplo, en los EE.UU. (EPA, 2013) se ha estimado que el 16% de los requerimientos de inversión en infraestructura para los próximos 20 años corresponden al acondicionamiento de los sistemas para cumplir las normativas sanitarias.

- Las metas de seguridad hídrica a alcanzar en los distintos países no pueden ser las mismas (aunque bien pueden haber valores mínimos básicos como punto común de partida). Lo anterior es debido, por una parte, a que existen amplias diferencias en los avances alcanzados a la fecha y por otro, a que la determinación de las metas supone un compromiso entre diversas políticas públicas de cada país, a partir de aspectos analizados, tales como: la relación entre los costos y beneficios, disponibilidades presupuestarias y consideraciones de equidad involucradas. Al respecto, un aspecto que resulta especialmente sensible es la eliminación de las brechas entre las ciudades, sus periferias y las áreas rurales y los estándares aceptables para dicho sector, considerando que los costos de provisión de los servicios pueden ser muy elevados dependiendo de las condiciones locales y soluciones tecnológicas utilizadas.

En relación con los desafíos que debe enfrentar esta dimensión de la seguridad hídrica, es posible identificar los siguientes: i) superar los déficits existentes; ii) asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes; y iii) controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes.

## **1. Superar los déficits existentes**

El primer objetivo de la región en esta materia, debiera ser la superación de los déficits existentes, tanto en los aspectos de cobertura como de calidad de los servicios, en términos de continuidad y calidad del agua suministrada a los consumidores. Entre las falencias de los sistemas de prestación del servicio interesa destacar los problemas del diseño institucional de muchos de los sistemas existentes en las áreas urbanas, los que no proveen incentivos para una gestión eficiente, y presentan una limitada sustentabilidad financiera, aspecto que resulta crítico para la seguridad hídrica. Esto último, a pesar de que, en la mayoría de los casos, los ingresos de los usuarios son suficientes para el pago de tarifas de sustentabilidad, siempre que se incluya un subsidio del Estado para la población más pobre (Foster y Yepes, 2006). En el ámbito de las ciudades menores y del área rural, un desafío aún pendiente en muchas zonas, es la superación de la atomización de los prestadores, usualmente municipales y pequeñas cooperativas, que operan a una escala inadecuada para entregar un servicio eficiente, de calidad y seguro (Ferro y Lentini, 2010). Las inversiones requeridas para alcanzar para el año 2030, metas del 100% de cobertura urbana en agua potable y el 94% en alcantarillado, incluida la ampliación de fuentes de abastecimiento y formalización de conexiones domiciliarias para las familias en condiciones de habitación precaria, se estiman en más de 182 mil millones de dólares (Mejía y otros, 2012).

## **2. Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes**

Un segundo aspecto se refiere a la disponibilidad futura de agua en las fuentes de suministro. Al respecto, surgen los siguientes desafíos: i) intensificación de condiciones de aridez e incertidumbre climática; ii) cambios de uso del suelo y degradación de las cuencas; y iii) incremento de las demandas. La situación se complica por la debilidad generalizada de sistemas de monitoreo y control de extracciones de aguas desde las fuentes naturales.

### **a) Intensificación de condiciones de aridez e incertidumbre climática**

En muchas zonas áridas o semiáridas las fuentes que abastecen a grandes ciudades podrían experimentar una disminución del caudal debido al cambio climático. Así, el abastecimiento de esas demandas se puede tornar crecientemente conflictivo, ya sea por la necesidad de desplazar a otros usos productivos o ambientales, por el encarecimiento que supone la necesidad de recurrir a otras fuentes de suministro más alejadas o más contaminadas, o por la sobreexplotación de acuíferos. Un ejemplo de lo anterior, se da en algunas ciudades (como Bogotá, Quito, Lima y La Paz) en las que una fuente importante de abastecimiento lo constituyen glaciares, los cuales presentan importantes retrocesos a causa del cambio climático (IPCC, 2014).



Un segundo problema, asociado a la eventual intensificación de las condiciones de sequía, se refiere al abastecimiento de poblaciones menores y rurales, que muchas veces dependen de una única fuente de suministro. Ese es el caso de las pequeñas localidades en Chile en las que, en años recientes, la condición general de sequía ha significado el colapso de numerosos sistemas de suministro, obligando a atender las necesidades de unos 400 mil personas por medio de camiones aljibe (Chile, 2015).

#### **b) Cambios de uso del suelo y degradación de las cuencas**

La disponibilidad de agua para el uso doméstico también se ve amenazada en numerosos poblados menores, abastecidos de pequeñas fuentes localizadas en las cabeceras de las cuencas, debido a los cambios de uso del suelo y a la degradación de las cuencas altas, fenómeno que en América Latina y el Caribe se presenta en grandes extensiones del territorio y que no se ha controlado completamente a la fecha. Además, las tendencias relativas al aumento de demanda por alimentos que es necesario enfrentar a nivel global, implican una fuerte presión por incrementar las superficies agrícolas en la región, con implicaciones directas en la disponibilidad de agua para los sectores localizados aguas abajo, afectando muchas veces el abastecimiento de ciudades medianas o grandes.

#### **c) Incremento de las demandas**

Si bien el crecimiento de la población urbana en América Latina y el Caribe ya no tiene las enormes dimensiones del pasado, igualmente existe un aumento significativo, en particular en las megaciudades. A lo anterior se debe agregar una mayor dotación de agua por habitante, producto de las mejores condiciones de vida de la población y al aumento de cobertura de los servicios de abastecimiento de agua potable, si bien posteriormente el consumo medio tiende a estabilizarse —en Chile y Colombia las dotaciones medias por habitante se han mantenido prácticamente constantes desde hace más de una década, e inclusive han disminuido en algunos casos—. En general, la situación regional es heterogénea, con una alta dotación de consumo de agua potable por cliente en algunas ciudades (como Buenos Aires, Ciudad de México y Ciudad de Panamá) y baja en otras (Bogotá, Lima y Montevideo) (Ferro y Lentini, 2013). En ciudades menores y medianas, el aumento de las demandas se espera que sea paulatino, con la excepción de algunas ciudades que pudieran convertirse en nuevos polos de desarrollo o que tienen un especial atractivo turístico, que en ocasiones presentan incrementos de demanda explosivos. Este fenómeno también se observa en ciudades que abandonan el uso intensivo de fuentes públicas para adoptar un suministro domiciliario, o que incorporan los asentamientos irregulares en el sistema formal de abastecimiento.

### **3. Controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes**

Una tercera amenaza a la disponibilidad de agua para el abastecimiento de agua a la población la constituye la degradación de la calidad de las aguas de las fuentes (véase las páginas 39-42).

## **B. El desarrollo productivo sustentable**

El recurso hídrico en América Latina y el Caribe juega un papel clave en su desarrollo económico, en especial considerando la estrecha relación de la significativa proporción de sus exportaciones basadas en los recursos naturales, con el agua. Además, los mercados globales presionan fuertemente para que los países de la región intensifiquen dichas actividades, en particular si se reconoce su contribución a la seguridad alimentaria mundial. Por otra parte, hay que considerar la importancia que tiene la hidroelectricidad en la mayor parte de la región y la magnitud del potencial hidroeléctrico potencialmente aprovechable. En este contexto, resulta necesario distinguir entre la situación de las zonas húmedas y la de las zonas áridas o semiáridas.

### **1. Desarrollo productivo en zonas húmedas**

En las zonas húmedas, el uso productivo del agua de carácter consuntivo es poco significativo en relación con los caudales existentes y no debiera presentar riesgos asociados a la disponibilidad. En dichas cuencas, los aprovechamientos productivos más relevantes corresponden al uso hidroeléctrico, de modo que los riesgos se relacionan con la seguridad energética, así como con un potencial de generación de conflictos con otros usos competitivos (turismo, etc.). En ese sentido, considerando la alta

vulnerabilidad y, consecuentemente, la baja tolerancia de una sociedad moderna a las fallas energéticas, el riesgo hídrico aceptable dependerá de la importancia de la hidroelectricidad en la matriz energética, de las características hidrológicas de las fuentes, del grado de interconectividad del sistema eléctrico y del costo de disponer de una mayor seguridad con ese tipo de plantas, así como del costo y disponibilidad de las fuentes de energía alternativas. Se trata de un tema donde las seguridades hídrica y energética confluyen en soluciones integradas.

En relación con los riesgos relacionados con la generación hidroeléctrica, es necesario responder a los siguientes desafíos: i) reducir el impacto de las sequías y el cambio climático; y ii) controlar los niveles de erosión en cuencas y la colmatación de los embalses.

#### **a) Reducir el impacto de las sequías y el cambio climático**

En general, el diseño de los proyectos hidroeléctricos considera la variabilidad hidrológica de acuerdo a estadísticas históricas, de modo que su respuesta y la seguridad de los proyectos, resulta conocida para la planificación energética, bajo la hipótesis de un clima estacionario (siempre que se hayan tenido los antecedentes hidrometeorológicos adecuados). Esta situación pudiera modificarse en el contexto del cambio climático, donde los estudios muestran que en algunas áreas de la región los caudales podrían disminuir en una proporción significativa, lo que afectaría en forma importante la generación hidroeléctrica (véase el recuadro 1). En este contexto, la incertidumbre hidrológica asociada al cambio climático obliga a generar una estrategia de adaptación y a crear sistemas de generación eléctrica suficientemente robustos, diseñados con una matriz diversificada —en conjunto con medidas que aumenten la eficiencia energética—, capaz de asimilar estas incertidumbres con un nivel de riesgo aceptable, que no provoque impactos críticos en el funcionamiento de los países.

#### **b) Controlar la erosión en cuencas degradadas y colmatación de los embalses**

En buena parte de las obras de regulación asociadas a la generación hidroeléctrica, el fenómeno de la acumulación de sedimentos resulta crítico en la vida útil de los embalses y equipamiento electromecánico de las obras. Así, en especial en las obras que aprovechan recursos hídricos generados en zonas tropicales, una parte significativa del almacenamiento está diseñada para ese propósito. No obstante lo anterior, por diversas razones, entre las cuales se encuentran la degradación de las cuencas superiores, son numerosos los casos en los que la colmatación de los embalses se ha producido en períodos muchos más breves que lo previsto. Esta situación, en el contexto de una continua reducción de las superficies con bosque nativo, constituye una amenaza que debe ser enfrentada por los países para evitar una afección a la generación energética.

## **2. Uso productivo en zonas áridas y semiáridas**

La definición de los niveles de riesgo que resultan aceptables para el suministro de agua con fines productivos es una materia altamente compleja, que depende estrechamente del tipo de uso de los recursos hídricos, de consideraciones sociales y económicas relacionadas con su aprovechamiento y del sistema de gestión en aplicación en cada país. Así, por ejemplo, son distintos los riesgos aceptables para las actividades agrícolas, industriales y mineras; los apropiados para una agricultura de subsistencia y una agricultura de carácter empresarial exportadora, y los aconsejables en una agricultura de cultivos anuales y en una agricultura orientada a plantaciones frutales.

Sin embargo, como el uso agrícola es ampliamente mayoritario en la región, y la productividad económica por metro cúbico de agua de la industria y de la minería es decenas de veces mayor en comparación con la agricultura (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014), en la práctica, los déficits se tenderán a concentrar en el riego, ya sea a través de mecanismos administrativos o económicos. En consecuencia, interesa analizar especialmente los criterios de aceptación de los riesgos para ese caso.

En la práctica, para determinar la seguridad hídrica aceptable en la agricultura, ha sido tradicional considerar que sus demandas debieran estar atendidas con una determinada probabilidad hidrológica de excedencia (usualmente entre el 80% y 90%), como una solución de compromiso entre el interés de ampliar la superficie agrícola al máximo posible y el riesgo de sufrir pérdidas en períodos secos. Criterios de esta naturaleza, sin duda requieren un importante ajuste a las condiciones locales, ya que los impactos de una falla de abastecimiento dependen de factores tales como: características hidrológicas,

tipos de cultivo y sistema de gestión. Por ejemplo, es necesario considerar que las demandas agrícolas generadas por una agricultura orientada hacia productos de alto valor, es menos tolerante a los déficits de abastecimiento, y que, como contrapartida, en periodos de insuficiente abastecimiento de agua las nuevas prácticas agronómicas e instrumentos económicos hacen posible implementar estrategias de adaptación que antes no estaban disponibles.

#### **Recuadro 1** **Impactos del cambio climático en la generación hidroeléctrica en Centroamérica**

Los escenarios de cambios potenciales en la temperatura, la precipitación, la aridez y los patrones intraanuales sugieren mayores riesgos e incertidumbre para la hidroelectricidad. El efecto combinado del alza de la temperatura y los cambios de la precipitación afectan la evapotranspiración en las cuencas, y por ende, su caudal, así como la evaporación en los embalses. En un estudio realizado de las plantas Chixoy de Guatemala y Cerrón Grande de El Salvador, esta cadena de efectos da como resultado, en el escenario más pesimista, reducciones de la generación superiores al 20% en las dos plantas para el corte 2020 respecto a la generación de los períodos de referencia. Al corte 2050, las reducciones serían superiores al 40% en ambas hidroeléctricas y en más de 80% para Chixoy y 70% para Cerrón Grande a finales del siglo. En el escenario menos pesimista se espera un incremento de entre 4% y 6% en ambas plantas para el corte 2020. A partir de 2020, las estimaciones se vuelven negativas hasta llegar a una disminución del 26% en Chixoy y del 17% en Cerrón Grande a 2100.

En resumen, el progresivo aumento de temperatura previsto estará afectando la producción hidroeléctrica por la evapotranspiración en la cuenca y la evaporación en el embalse. Es importante observar que el alza de temperatura de la atmósfera podría contribuir a episodios de lluvias más intensas, y el aumento de la temperatura de la superficie del mar a mayor intensidad de huracanes. No obstante, el mayor riesgo se relaciona con la lluvia, cuyo patrón en la región ya demuestra gran variabilidad en su acumulado anual y en su distribución intraanual. Los escenarios futuros sugieren un posible aumento en la variabilidad de las precipitaciones con una reducción progresiva, especialmente en la segunda mitad del siglo. Sin embargo, el modelaje de la lluvia contiene varias incertidumbres aún por resolverse. Esta situación indica una cierta ventana de oportunidad a corto plazo, que se va a ir cerrando si no se aprovecha, para fortalecer la gestión de las cuencas, los embalses y las plantas existentes y el diseño de las nuevas iniciativas de gestión integral del recurso hídrico y adaptación a la variabilidad climática y los impactos del cambio climático.

La disminución de la precipitación en la mayor parte de las cuencas de la región, junto con el progresivo aumento de temperatura en todas ellas, afectará de forma significativa a la producción hidroeléctrica futura, al incidir en la cantidad de recursos disponibles. El primero de los efectos de la elevación de temperatura tendrá mayor incidencia en aquellos aprovechamientos cuya cuenca disponga en la actualidad de menores índices de pluviosidad, mientras que el segundo en aquellos aprovechamientos en los que la superficie de embalse sea más elevada en relación con sus recursos disponibles. Aparte de la evidente disminución de recursos disponibles, otro de los efectos que el cambio climático pone en evidencia el aumento de la duración del período de estiaje, lo que multiplica el efecto que éste tiene en la disminución de potencia firme en los distintos aprovechamientos.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA), Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana (COSEFIN), Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), Sistema de la Integración Centroamericano (SICA), Programa de Asistencia del Ministerio para Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (UKAID) y Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA) (2015), *Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública*, LC/MEX/L.1196, México, D.F.

Desde una perspectiva nacional, los niveles de riesgo aceptables serán aquellos asociados a fallas en el suministro que no generan impactos sociales o económicos de relevancia a nivel local o nacional, considerando las particularidades de cada país. Además, siendo la disponibilidad hídrica variable de año en año, resulta necesario hacer un balance entre la extensión de las superficies de riego que se desarrollan y el nivel de riesgo que se acepta. Así, a mayor extensión existirá un mayor beneficio en años húmedos pero un mayor riesgo en años secos y, en la medida que no existan aspectos sociales o estratégicos involucrados, el nivel de seguridad debiera depender de la relación entre los costos y beneficios entre seguridad y productividad, tarea que corresponde definir a los gobiernos en la formulación de la política hídrica y estrategias nacionales de desarrollo. De acuerdo a lo indicado, se

debiera considerar que la seguridad hídrica está afectada cuando los riesgos superan dichos niveles definidos como aceptables.

Adicionalmente, es necesario resolver desde una perspectiva nacional el balance entre los objetivos de aprovechamiento productivo y los de conservación ambiental, materia que puede ser altamente conflictiva y variable en el tiempo. Al respecto, usualmente resulta aceptable la incorporación a los nuevos proyectos la obligación de mantener caudales mínimos ecológicos. Sin embargo, en el nivel actual de desarrollo de América Latina y el Caribe, en muchos casos, se considera aceptable la mantención de situaciones históricas de extracción que superan los requerimientos ambientales, en vista del alto costo que tendría y los complejos problemas e impactos que implicaría la alteración de las reglas a los actuales usuarios del agua.

En este contexto, las amenazas a la seguridad hídrica que se deben enfrentar corresponden básicamente a un eventual desequilibrio entre los caudales que es posible obtener del sistema de recursos hídricos, dada su capacidad de gestión y la infraestructura disponible, y las demandas del sistema productivo. En términos generales, este desequilibrio se origina en un insuficiente (o inexistente) sistema de control y gestión. En efecto, es posible que las normativas, en donde existen, presenten limitaciones en su diseño y no hayan considerado adecuadamente, en toda su complejidad, la necesidad de mantener el balance entre la disponibilidad de recursos hídricos y las demandas, o, existiendo normativas adecuadas, ellas no son suficientemente implementadas por razones tales como: limitadas capacidades de la institucionalidad pública (en cuanto a monitoreo, control y gestión), escaso conocimiento técnico, falta de información relevante, presiones políticas y captura de las entidades públicas.

En este marco institucional, existen factores externos que afectan tanto la oferta como la demanda de agua y generan situaciones de desequilibrio con riesgos hídricos que superan lo estimado aceptable. Desde la perspectiva de la oferta, los factores principales son: i) la variabilidad climática, que genera incertidumbre respecto de la disponibilidad hídrica de amplias zonas que, en la situación actual, ya presentan escasez; ii) los cambios en las condiciones de escorrentía de las cuencas, en especial debido al cambio de uso de suelo; y iii) el incremento en el aprovechamiento del recurso en los sectores altos, con su impacto en la disponibilidad hacia aguas abajo. Desde la perspectiva de la demanda, actúan factores tales como los incentivos generados en los mercados globales para un uso más intenso de los recursos naturales. Estos factores, en ausencia de un sistema de gestión suficientemente sólido, pueden generar desequilibrios entre la oferta y la demanda en el mediano o largo plazo, con riesgos inaceptables.

Es importante notar que los desequilibrios entre la oferta y la demanda, no siempre se manifiestan directamente en el propio sector productivo, ya que en ocasiones, ellos se traducen en un deterioro ambiental, el cual a su vez puede tener un impacto en otras actividades productivas (como mayor contaminación y mayores costos de tratamiento), o en el incremento de costos de transacción (mayor contaminación, protestas, conflictos, demoras en proyectos, paralización de actividades, etc.).

A continuación se analizan los desafíos, originados en el sistema de gestión de los recursos hídricos y en la dinámica externa, que es necesario asumir para resguardar los equilibrios entre la oferta y la demanda en las cuencas.

#### **a) Ajustar la extensión de las zonas de riego a la disponibilidad hídrica**

Las señales del mercado internacional, a las que se integran crecientemente los países de América Latina y el Caribe, generan en la región un renovado interés por el incremento de las exportaciones agrícolas, en particular de productos cultivados en áreas de riego. Así, resulta natural que la ampliación de las áreas regadas se convierta en un objetivo de política económica compartido por la comunidad empresarial y los gobiernos.

De este modo, es frecuente que las decisiones de incorporar nuevas superficies gocen de aceptación y se perciban como signos de progreso, y que, por el contrario, los controles para limitar una posible expansión sean decisiones poco comprendidas por la comunidad, independientemente de lo prudente que ellas pudieran ser desde la perspectiva de asegurar un adecuado balance entre la oferta y la demanda. Esta aceptación, que en definitiva pudiera terminar perjudicando a los usuarios originales, se explica porque los problemas de sustentabilidad asociados a una ampliación excesiva de las zonas

regadas se manifiesta sólo en el mediano o largo plazo, cuando se presentan condiciones de sequía. Además, desde la perspectiva de los particulares interesados en incrementar las zonas de riego, resulta habitual que los impactos derivados de una mayor demanda se socialicen a través de la gestión del agua y sean imperceptibles en el corto plazo para el resto de los actores, mientras que los beneficios económicos son inmediatos y permanecen privados.

Por otra parte, este proceso se ha visto facilitado por los desarrollos tecnológicos popularizados en las últimas décadas, orientados a la producción agroindustrial para la exportación, como son los sistemas de riego por goteo o cinta, por micro aspersión y por aspersión —en Chile, la superficie de riego tecnificado ha estado creciendo más del 12% al año en el último tiempo—, unidos a los sistemas de bombeo y al uso de tuberías de plástico de un menor costo, todo lo cual ha cambiado completamente las posibilidades tecnológicas de incorporar nuevas superficies al riego, al hacer regables terrenos que antes no lo eran, permitiendo con ello incrementar en forma radical las superficies susceptibles de ser regadas (como está pasando en la Argentina y Uruguay con plantaciones nuevas con mayor valor agregado).

En este contexto, la posibilidad de ampliar las superficies regadas a niveles insostenibles es evidente, y en la región está presente. De este modo, si no existe un marco normativo que incorpore una visión del balance entre la oferta y la demanda de largo plazo e instituciones sólidas que hayan previsto este tipo de amenaza, las regulaciones y controles para limitar la expansión de los superficies bajo riego tienden a ser ineficaces, en especial si los incentivos económicos son importantes y se trata de un proceso que se desarrolla en forma masiva, generando para la comunidad beneficios de corto plazo.

#### **b) Evaluar en forma integral el impacto de los desarrollos tecnológicos y los cambios de uso**

Es frecuente que exista una amplia preocupación de los gobiernos y los sectores empresariales más dinámicos por mejorar la eficiencia de riego o reducir las pérdidas a nivel de predio (entubamiento, revestimiento, etc.), generando inclusive programas de subsidio público con ese propósito. Esta visión con frecuencia se restringe a identificar los muchos beneficios generados por el eficiente uso del agua a nivel de parcela, sin evaluar simultáneamente los impactos que se generan por la reducción de los caudales que retornan al ciclo hidrológico en forma superficial, sub-superficial o como recarga de las aguas subterráneas. Algo similar puede suceder cuando se reasignan recursos hídricos de un aprovechamiento a otro nuevo que altera la magnitud y localización de los caudales que retornan al sistema, y eventualmente contribuyen a abastecer otras demandas productivas o ambientales.

De esta manera, si estos procesos se acompañan de la incorporación de nuevas demandas, para ser abastecidas con los supuestos “ahorros”, sin considerar que se trata de recursos hídricos que ya eran utilizados, y ese fenómeno no es evaluado en forma integral a nivel de la cuenca, se pudiera estar introduciendo un factor de desbalance, comprometiendo la sustentabilidad y la seguridad hídrica de los desarrollos, en el mediano y largo plazo (véase el recuadro 2) (Huffaker, 2010).

#### **c) Controlar la sobreexplotación de los acuíferos**

Los problemas descritos se presentan en buena medida amplificadas en el caso del aprovechamiento de las aguas subterráneas. Ello es porque la explotación de dicho recurso presenta las siguientes características que los favorecen:

- Se trata de un recurso que frecuentemente presenta ventajas para incorporar nuevas superficies al riego. En primer lugar, por su eventual localización próxima a las demandas, haciendo innecesaria la existencia de grandes obras de captación, conducción y regulación, así como de las organizaciones para manejarlas. Además, tiene la ventaja de su baja variabilidad en el corto y mediano plazo, y de estar libre de sedimentos, lo que simplifica su uso en sistemas de riego modernos. Estas ventajas se compensan en parte con los costos de energía para el bombeo.
- La gestión de las aguas subterráneas y su fiscalización resultan difíciles, en especial el control de las extracciones, situación que frecuentemente facilita su uso al margen de cualquier control y la proliferación de obras de captación clandestinas, por lo que no se sabe cuánta agua se extrae. En este contexto, las demandas pueden incrementarse de forma espontánea prácticamente sin límites, especialmente en periodos de crisis hídrica, mientras que la recarga

se reduce debido a cambios en el uso de suelo, afectación de las zonas de recarga e impermeabilización del terreno como resultado de los procesos de urbanización. Lo anterior se ve agravado por el retraso de los países de América Latina y el Caribe en estructurar adecuados sistemas de gestión de los acuíferos.

### Recuadro 2

#### Posible conflicto entre eficiencia y sustentabilidad

Normalmente sólo una pequeña parte del agua extraída de una corriente —un 30% en el caso del riego por surco— se consume (en riego, en proceso de evapotranspiración). El agua que no se consume retorna a la corriente en cierto punto, ya sea en forma directa, mediante el caudal de retorno superficial (derrames, sobrantes, etc.), o indirecta, en forma de la recarga del acuífero, y en consecuencia puede aprovecharse aguas abajo. Obviamente también puede no estar disponible para otros usos beneficiosos, por ejemplo, si se pierde irrecuperablemente drenándose al acuífero salino. Este aprovechamiento puede tomar diferentes formas: usuarios con derechos de uso formalizados o no, o usos ambientales u otros no expresados en tales derechos.

Esta situación significa que puede producirse un conflicto entre eficiencia y sustentabilidad: si mayor eficiencia en el uso del agua (como por ejemplo, introducción de riego por aspersión) significa mayor uso consuntivo (evapotranspiración) y consecuentemente menor caudal de retorno que anteriormente era fuente de un uso beneficioso, entonces una mayor eficiencia en un uso del agua estaría afectando negativamente la sustentabilidad del otro aprovechamiento. Estos efectos adversos pueden ser importantes, pero suele transcurrir un tiempo antes de hacerse perceptibles, y a menudo es difícil determinar si son el resultado de la naturaleza estocástica de los caudales o de una acción de un usuario aguas arriba, así como identificar el factor causante. De aquí, la necesidad de realizar un adecuado análisis de estas decisiones, idealmente a nivel de cuenca más que en el ámbito de aprovechamientos individuales.

Fuente: Andrei Jouravlev (2014), "Posible conflicto entre eficiencia y sustentabilidad", *Carta Circular de la Red de Cooperación en la Gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe*, N° 40, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

- Los impactos de la sobreexplotación se presentan en forma muy retardada en el tiempo y resulta difícil la identificación precisa del factor causante y del responsable, de modo que se toma nota del problema una vez que las actividades económicas que dieron origen se encuentran completamente consolidadas, resultando extremadamente difícil revertirlas.
- Muchas veces existe un conocimiento muy precario de las verdaderas capacidades de los acuíferos y de su recarga, por la propia naturaleza del recurso y las dificultades técnicas para evaluarlo con precisión. Esta situación resulta aún más difícil en las condiciones de las zonas áridas, donde las recargas se presentan en forma esporádica y son el resultado de procesos físicos de gran complejidad y poco conocidos. Como resultado, se dan muchos casos en que se entregan derechos o permisos de uso de las aguas subterráneas por un caudal varias veces superior a la recarga real de los acuíferos, con el resultado de su deterioro y agotamiento. En general, con algunas pocas excepciones, las autoridades hídricas carecen de la información y capacidad para poder asignar y otorgar derechos de uso en forma sustentable.
- La cultura técnica de los usuarios y su comprensión de la naturaleza de los recursos hídricos que utilizan es muy débil, en comparación con la que habitualmente disponen sobre la gestión de las aguas superficiales. Así, en general, no están en condiciones de tener una actuación proactiva para evitar los problemas de sobreexplotación.
- En América Latina y el Caribe, en general, no existen políticas públicas de los organismos responsables de moderar o salvar estos déficits a partir, por ejemplo, de dar apoyo técnico a los actores que se encuentran en esta situación.

#### d) Regular la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas

Resulta habitual en los países de la región que la gestión de las aguas superficiales y subterráneas se realice con un alto grado de independencia entre ellas, inclusive en sistemas hidrológicos en los cuales ambas presentan una interacción especialmente activa. De este modo, el marco normativo permite que

las nuevas extracciones de recursos superficiales no consideren los impactos sobre las fuentes subterráneas y viceversa. Como consecuencia de lo anterior, es posible que se desarrolle una explotación de ambos que tienda a sobrevalorar la verdadera magnitud del recurso hídrico disponible, y a crear una demanda que no sea sustentable en el largo plazo.

**e) Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del regadío**

La incorporación de nuevas superficies al regadío en zonas áridas y semiáridas presenta el riesgo de generar procesos de revinción y salinización de los suelos. En ocasiones, los nuevos flujos que se infiltran al subsuelo debido a la aplicación de agua provocan un ascenso del nivel freático subterráneo y un proceso de concentración de sales por evaporación desde el suelo húmedo. En otras ocasiones, existe un paulatino depósito de sales debido al riego de suelos con dificultades de drenaje y a la aplicación de un caudal de agua insuficiente para el lavado de los suelos para la lixiviación de las sales. Así, se hace necesario prever la forma de evacuación de los excesos de agua, diseñar las soluciones, construirlas y mantenerlas operativas. Lo anterior, no siempre ha sido bien resuelto en la región, y existen distintos ejemplos, de desarrollo del riego acompañado por procesos de ascenso de los niveles freáticos por un inadecuado drenaje, resultando en una paulatina salinización de los suelos. De este modo, distintos países han experimentado pérdidas de varios cientos de miles de hectáreas. Por ejemplo, en la Argentina entre 25% y 30% de las tierras bajo riego sufre algún grado de salinización o sodificación, y otras se ven en peligro de ser afectadas (Mahlknecht y Zapata, 2013). Asimismo, en el Perú se estima que el 36% —unas 300 mil hectáreas— de la superficie incorporada al riego en las cuencas de la costa, presentan problemas de degradación por salinidad, afectando su productividad y rentabilidad (de la Torre, 2011).

**f) Considerar la incertidumbre asociada a la variabilidad y al cambio del clima**

Las modelaciones de los efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe muestran un aumento de las temperaturas del aire y, en general, una reducción significativa de las precipitaciones en sus zonas áridas y semiáridas. Además, estas zonas presentan algunas características que amplifican los impactos de la disminución de precipitaciones en la gestión del agua, tales como las siguientes:

- La disminución de precipitaciones se refleja en una reducción proporcionalmente mayor en los caudales: se estima que, aun con una temperatura constante, una disminución del 25% en la precipitación se traduce en una reducción del 50% en el caudal (CEPAL, 1993).
- A lo anterior, en ocasiones se agrega el cambio en el régimen estacional de los caudales, especialmente en las cuencas que presentan regímenes con un componente nival. En esas cuencas, los caudales disminuyen en forma más acentuada en los meses de verano, período crítico para el manejo del agua debido a las mayores demandas para riego.
- Los impactos también se hacen extensivos en forma amplificada en el valor de la recarga de los acuíferos, la que usualmente se asocia a los esporádicos períodos de altos caudales.
- El cambio climático afectaría con mayor intensidad las condiciones hidrológicas extremas, en especial aquellas relacionadas con los fenómenos de La Niña y El Niño, justamente eventos que son especialmente relevantes en la hidrología de las zonas áridas y semiáridas de la región.
- Por su parte, como consecuencia del cambio climático, la magnitud de las demandas de agua, en particular las correspondientes al riego, el principal uso, también se verían incrementadas, debido principalmente al aumento de las temperaturas.

De acuerdo a lo señalado, los desequilibrios en los balances entre la oferta y la demanda en las zonas áridas y semiáridas debido a una menor disponibilidad de recursos hídricos, como resultado de la variabilidad y cambio climático, pueden llegar a ser de gran magnitud y una fuente de grave inseguridad hídrica para los países.

A pesar de que se reconoce que los impactos económicos asociados a un cambio climático serían muy significativos (CEPAL, 2010), a la escala de las cuencas, la incertidumbre de las previsiones es tan elevada que ellas resultan inadecuadas para la planificación hidrológica. Así, se concluye que lo relevante es aceptar que no resulta suficiente evaluar los riesgos con la hipótesis de un clima en condiciones estacionarias y es necesario desarrollar una estrategia de adaptación a estos fenómenos

asumiendo un escenario de incertidumbre. En este contexto, la pregunta acerca del nivel de riesgo aceptable tiene una respuesta difusa y resulta inaplicable una definición convencional, de carácter estadístico, como las que se utilizan habitualmente en las cuestiones hidrológicas. En este caso, alcanzar una seguridad hídrica aceptable significa simultáneamente:

- Atender adecuadamente a las necesidades derivadas de la variabilidad actual conocida del clima y los recursos hídricos.
- Implementar una estrategia de adaptación —incluyendo el perfeccionamiento de los sistemas normativos — que sea: i) sensible (es decir, en condiciones de reaccionar con prontitud); ii) proactiva y preventiva (que busque adelantarse a los problemas); iii) flexible (que se adapte a los cambios que se presenten); iv) duradera (que se mantenga en el tiempo); y v) robusta (en condiciones de hacer frente a escenarios diversos).

Una estrategia de adaptación como la señalada requiere de un análisis integral de las amenazas existentes, la elaboración de programas de seguimiento e investigación, y medidas de adecuación en lo relativo a la institucionalidad, infraestructura e instrumentos de gestión.

#### **g) Regular el cambio de las condiciones de escorrentía y drenaje en las cuencas hidrográficas**

Los recursos hídricos de una fuente superficial o subterránea se ven afectados por la gestión del territorio que se hace aguas arriba, en particular por los cambios de la cobertura vegetal, la impermeabilización de superficies asociada al crecimiento urbano, la alteración de las redes de drenaje naturales, la modificación de las zonas agrícolas y en especial de las zonas de riego. Así, existen importantes cuencas en América Latina y el Caribe que están fuertemente intervenidas, y cuyo comportamiento hidrológico y la disponibilidad hídrica para los usos productivos depende de la gestión de las cuencas superiores. La falta de control sobre dichos procesos en cuencas áridas y semiáridas, puede significar amenazas para la mantención de los caudales, ya sea en cantidad, calidad, oportunidad o localización, con el consiguiente impacto en los balances entre la oferta y la demanda en cuencas que por su naturaleza tienen una baja disponibilidad de recursos hídricos.

Los antecedentes presentados muestran la profundidad y complejidad de los desafíos que enfrenta la gestión del agua en las zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe para alcanzar una seguridad hídrica que resulte aceptable.

### **C. La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la salud y el medioambiente**

En las últimas décadas, los distintos países de América Latina y el Caribe han realizado importantes avances en el desarrollo de una institucionalidad y de normativas orientadas a la conservación y protección ambiental. Sin embargo, los déficits actuales en relación al tema son de gran magnitud, afectando severamente esta dimensión de la seguridad hídrica, tanto en lo relativo a la disposición de fuentes de agua de buena calidad compatible con la protección de la salud de las personas y los ecosistemas, como con la mantención de los hábitat para la integridad del medio ambiente.

Por otra parte, las dinámicas relativas a la evolución futura de la región pueden incidir simultáneamente tanto haciendo más complejo y difícil el objetivo de alcanzar un riesgo ambiental aceptable como facilitando el avance en la materia. En efecto, mientras la presión por el desarrollo de los recursos naturales de la región, el crecimiento urbano y el cambio climático pueden afectar negativamente dicho avance, el aumento de los ingresos, las transformaciones políticas y sociales, las exigencias ambientales de los mercados globales, y los nuevos requerimientos de participación de los actores sociales contribuyen favorablemente a priorizar este objetivo en la sociedad. A continuación se presentan las áreas que constituyen los principales desafíos para la seguridad hídrica en el tema.



## 1. Completar el tratamiento de las aguas servidas domiciliarias

En América Latina y el Caribe, la principal fuente de contaminación hídrica se origina en la falta de tratamiento de las aguas servidas domésticas. Se estima que sólo entre el 25% y 30% de los efluentes urbanos es retornado a los cuerpos de agua previo algún grado de tratamiento (Lentini, 2011; Sato y otros, 2013). En especial se observa que frecuentemente, en las poblaciones de pequeña y mediana envergadura, no existe una regulación precisa y por lo tanto un control efectivo de la disposición de los efluentes cloacales, y, además, muchas plantas de tratamiento se encuentran en mal estado o abandonadas debido a insuficiencias tanto de recursos económicos como de capacidad operativa. Por otra parte, en las localidades rurales una baja proporción de los sistemas dispone de recolección de aguas servidas y aun menor, de su tratamiento.

Este inadecuado control de la contaminación causada por las descargas de las aguas servidas domésticas, junto con deficiencias en la cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, incide en el resguardo de la salud de la población, y en particular en la elevada morbilidad por enfermedades transmitidas por el agua (cólera, fiebre tifoidea, disentería, etc.). Al mismo tiempo, el reúso de las aguas residuales domésticas, con o sin tratamiento previo, constituye una significativa fuente de agua para varios cultivos (vid, frutales, forestales, etc.).

De este modo, para la región, los objetivos de seguridad hídrica a mediano plazo necesariamente suponen el tratamiento completo de las aguas servidas domésticas, tarea que representa grandes esfuerzos tanto en lo institucional como en lo financiero. Así, las inversiones requeridas para alcanzar, para el año 2030, una meta de cobertura de tratamiento de las aguas servidas del 64% superan los 33 mil millones de dólares (Mejía y otros, 2012).

## 2. Regular la contaminación por nitratos

Aunque la información disponible en América Latina y el Caribe al respecto es fragmentada y parcial (Fernández-Cirelli y otros, 2009), se ha identificado la amenaza de una contaminación generalizada por nitratos, debido principalmente a la contaminación difusa asociada al uso de nutrientes en la agricultura (Willaarts, Garrido y Llamas, 2014), así como en forma creciente por metales pesados y compuestos orgánicos persistentes. La creciente importancia de esta contaminación es el resultado del aumento del empleo de fertilizantes, en consonancia con la búsqueda de una mayor competitividad en los mercados internacionales, sin normativas —ni capacidad institucional para aplicar las leyes en forma efectiva— que controlen su uso. Así, el consumo de fertilizantes aumentó en la región de 89 kilogramos por hectárea de tierras cultivables en el año 2002 a casi 126 kilogramos en 2013 (FAO, 2016).

Un segundo factor que incidiría en dicha amenaza sería la ausencia de tratamiento de las aguas servidas, muchas veces reutilizadas en el riego. Así, la contaminación por nitratos podría limitar en el futuro la disponibilidad de agua para fines domésticos, así como contribuir a los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua.

Esta situación presenta para la región el desafío inicial de implementar el tratamiento de las aguas servidas e inclusive en el futuro pudiera requerir el desarrollo de tratamientos terciarios en lugares específicos. Adicionalmente, en el mediano plazo, está la tarea de incorporar regulaciones al uso de fertilizantes en la agricultura, tarea compleja y que en los países industrializados ha sido de difícil implementación y ha tenido resultados inciertos (Byrne, 2007).

## 3. Controlar la contaminación industrial y minera

En la actualidad, la contaminación industrial y minera en América Latina y el Caribe constituye, después de la de origen doméstico y agrícola, una importante fuente contaminante. Además, ella presenta el inconveniente de localizarse en forma concentrada en ciertas cuencas, generando graves problemas ambientales y de salud pública.

En el caso de la contaminación industrial los antecedentes disponibles muestran que, la mayor parte de las aguas residuales industriales se vierten al ambiente sin tratar, correspondiendo las principales fuentes de contaminación usualmente a agroindustrias y en algunas cuencas, a la extracción

del petróleo (Jiménez y Tundisi, 2012). La importancia creciente de la contaminación industrial, se puede ilustrar con el caso de México, donde se ha constatado que la carga orgánica de tipo biodegradable descargada al ambiente, entre 1984 y 2007, por los municipios disminuyó en un 16% debido a la expansión del tratamiento, mientras que la correspondiente al sector industrial prácticamente se duplicó, con el resultado de que la descarga total de contaminación orgánica aumentó en un 45%.

En relación con la minería, las principales fuentes contaminantes se asocian a la extracción de metales preciosos (plata y oro) y cobre. Estas actividades tienen una larga data en la región, y en el pasado, frecuentemente se desarrollaron en forma semi-artesanal, sin ningún control ambiental, dejando innumerables depósitos abandonados con sedimentos contaminados, los que paulatinamente se incorporan al ciclo hidrológico, contaminando aguas superficiales y subterráneas. En la actualidad, parte de dicha minería se mantiene, con los problemas señalados, habiéndosele agregado una minería moderna, de gran escala, la cual, a pesar de los avances tecnológicos y de las regulaciones ambientales, con frecuencia también genera problemas de contaminación ambiental.

Los problemas ambientales habitualmente asociados a estos proyectos se relacionan con la liberación de componentes químicos utilizados en las faenas (como cianuro y mercurio), y con la lixiviación de compuestos contaminantes contenidos en el mineral (por ejemplo, los yacimientos de cobre existentes en Chile frecuentemente presentan compuestos tales como sulfatos, arsénico y molibdeno, y generan el fenómeno de “drenaje ácido”; es decir, devolución de aguas de elevada acidez).

En este marco, los desafíos de los países de América Latina y el Caribe son:

- Regular adecuadamente la industria y minería modernas, con especial atención en las áreas de su mayor concentración.
- Modernizar, capacitar y regular las pequeñas y medianas empresas.
- En el mediano plazo, desarrollar programas para la recuperación paulatina de los pasivos ambientales, teniendo presente criterios de costo-efectividad, considerando que muchas veces se trata de situaciones cuya corrección presenta costos extremadamente elevados.

#### **4. Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del regadío**

Esta materia se analiza en relación con la problemática de las zonas áridas y semiáridas en la página 38.

#### **5. Conservar los ecosistemas y la biodiversidad**

La gran riqueza de recursos hidrobiológicos de la región conlleva la responsabilidad de conservar sus ecosistemas acuáticos, incluyendo los ambientes de agua relacionados. Esta responsabilidad ha sido asumida por los países y la comunidad internacional, entre otras iniciativas, con la inclusión de 227 sitios dentro de la Convención Ramsar, los cuales cubren casi 36 millones de hectáreas. Sin embargo, la inmensa biodiversidad de América Latina y el Caribe se está perdiendo o está siendo seriamente amenazada por las actividades humanas. Así, la región incluye cinco de los 20 países con el mayor número de especies de fauna en peligro de extinción o amenazadas, y siete de los 20 países cuyas variedades vegetales son las más amenazadas (PNUMA, 2010b).

Los principales procesos que inciden en esta situación son los siguientes (PNUMA, 2012):

- Contaminación de las aguas: La contaminación y deterioro de la calidad del agua en muchos cauces puede tener efectos significativos en los ecosistemas, generando condiciones que los hacen incompatibles con la vida acuática. Así, en ríos altamente contaminados se observa la desaparición de ciertas especies, e inclusive no resultan inusuales en la región fenómenos tales como la mortandad masiva de peces. La destrucción de la biodiversidad acuática por procesos de eutrofización es común en lagos y embalses de la región, principalmente por la descarga de aguas residuales sin tratamiento previo y escorrentía natural provenientes de áreas de agricultura intensiva, a lo que se le suma el uso recreativo de los cuerpos de agua y la contaminación hídrica por desechos sólidos.

- Deterioro de los hábitats y pérdida de las funciones de regulación de eventos hidrológicos extremos que cumplen los humedales: Considerando que la mantención de caudales ecológicos en los ríos de la región es una práctica relativamente reciente e incipiente, son numerosos los cauces donde la extracción de caudales —acompañada de los cambios de su geometría (como la extracción de áridos, etc.)— para fines productivos excede ampliamente los umbrales para mantener los ecosistemas. Asimismo, la explotación excesiva de aguas subterráneas o superficiales en ocasiones genera un deterioro de humedales de gran interés ambiental. Estas situaciones son especialmente frecuentes en las zonas áridas y semiáridas, como es el caso del altiplano chileno y de la vertiente del Pacífico de la Cordillera de los Andes. Por otra parte, en zonas húmedas la pérdida de humedales conlleva una reducción de sus funciones de regulación de flujos y sedimentos, con un incremento hacia aguas abajo de los caudales asociados a los eventos hidrológicos extremos y una afectación de los equilibrios mecánico-fluviales. En muchas cuencas, este régimen de extracción se ha desarrollado a lo largo de muchas décadas —frecuentemente por más de un siglo—, lo que unido a la importancia del recurso hídrico para la actividad económica local, genera una situación difícilmente reversible en el corto y mediano plazo. Así, corresponde desarrollar una estrategia de compromiso para definir el riesgo ambiental aceptable para la sociedad.
- Desarrollo de especies invasoras: En la región existen diversos ejemplos de especies introducidas desde otros continentes, las que cambian la estructura de los ecosistemas y, eventualmente, desplazan especies endémicas. Este proceso, que en algunas zonas se inició hace más de un siglo, ha tomado un nuevo impulso con el desarrollo de la acuicultura. Así, el desarrollo intensivo de la acuicultura con especies no nativas ha afectado de manera considerable a varias cuencas del Brasil y a ríos del sur de Chile (Jiménez y Tundisi, 2012). Otros casos a destacar son: la introducción de castores (*castor canadensis*) en la isla de Tierra del Fuego, con importantes alteraciones en el régimen hidrológico de los cursos de agua y la afectación del bosque nativo austral; y el avance del mejillón dorado cuyas incrustaciones han producido daños en tomas de agua, plantas potabilizadoras, turbinas de centrales hidroeléctricas y sistemas de refrigeración.
- Cambio climático: Los procesos de pérdida de biodiversidad y los cambios en el clima tienen relaciones complejas de difícil predicción, relacionados tanto con los impactos directos del cambio (temperaturas, precipitaciones, etc.), como indirectos (incluida la propia reacción de la sociedad frente a los nuevos escenarios). En general, se espera que la tasa de pérdida de biodiversidad se incremente; sin embargo, existen importantes incertidumbres en relación con su magnitud y velocidad. De este modo, algunas predicciones muestran situaciones que tendrían altos impactos, tales como una “sabanización” del Amazonas con una disminución del 30% de la disponibilidad de agua en las regiones sur y sureste del Brasil (Jiménez y Tundisi, 2012), lo que amenazaría los ecosistemas de una amplia zona. Sin embargo, no todas las modelaciones son coincidentes y aún se considera en el mundo científico un tema abierto (IPCC, 2014). En este marco, las estrategias de conservación de la biodiversidad deberán ser robustas, haciéndose cargo de las incertidumbres existentes, y tener la capacidad de responder a los nuevos conocimientos que se generen.

Cabe destacar que, aunque los países de América Latina y el Caribe han hecho grandes avances en la definición de la normativa aplicable a los temas ambientales, incluidos los recursos hídricos, persisten importantes debilidades en relación con la capacidad institucional para hacerlos efectivos en la práctica (Embid y Martín, 2015). De este modo, para enfrentar los desafíos que se presentan en esta materia y alcanzar una seguridad hídrica aceptable, es necesario superar dicha limitación.

## **D. La protección de la población contra inundaciones**

Una de las dimensiones de la seguridad hídrica que importa analizar en el caso de la región se refiere a los impactos de las crecidas e inundaciones sobre la población y los bienes. Aunque en este tema a nivel mundial existen zonas con mayores demandas que las que se observan en América Latina y el Caribe,

como es el caso de los países asiáticos (Sadoff y otros, 2015), en la región los frecuentes desastres naturales, en particular de origen hidrológico, constituyen un importante obstáculo para el normal desarrollo de los países.

La gravedad del tema queda reflejada en que en los últimos 30 años la región ha presentado casi 90 mil pérdidas de vidas humanas por eventos extremos de origen hidrológico, meteorológico y climatológico, afectando a unos 150 millones de personas, y produciendo daños por más de 120 mil millones de dólares (EM-DAT, 2016). Cabe destacar que estos impactos se generan con una gran variabilidad en el tiempo, concentrándose principalmente en algunos años, lo que aumenta su impacto disruptivo en el desarrollo de los países.

El origen de estos desastres se encuentra en una amplia variedad de fenómenos, acorde con la gran diversidad geográfica que caracteriza a la región de América Latina y el Caribe. Entre dichos fenómenos se pueden mencionar los siguientes:

- Huracanes y tormentas tropicales que afectan principalmente la zona del Caribe y América Central. La magnitud de los impactos de estos fenómenos se puede ilustrar con el caso del Huracán Mitch (1998) que causó daños por unos 6 mil millones de dólares, equivalente al 16% del PIB de los países afectados (San Martín, 2002).
- Grandes inundaciones generadas por ríos de llanura, como las que se presentan en la Cuenca del Plata. En la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay, en 1982/1983 alcanzaron un caudal máximo de 60 mil metros cúbicos por segundo y duraron más de un año, llegando a cubrir superficies de 30 mil kilómetros cuadrados (Jiménez y Tundisi, 2012).
- Aluviones en zonas áridas, como las que afectan las cuencas de la costa pacífica de Sudamérica y cordillera y piedemontes de Argentina. Estos fenómenos, a pesar de originarse con precipitaciones de menor magnitud, en zonas donde se presentan precipitaciones solo en forma esporádica, se caracterizan por su violencia y carácter sorpresivo, generando grandes destrucciones. Por ejemplo, en Chile, los aluviones que afectaron las regiones de Antofagasta y Atacama en 2015 dejaron más de 100 personas fallecidas o desaparecidas, unos 30 mil damnificados y pérdidas de unos 1,5 mil millones de dólares.
- Inundaciones ribereñas, que se presentan como resultado de crecidas propias del régimen hidrológico del río, pero que provocan daños debido a la ocupación del suelo de las áreas que corresponden a su lecho mayor. También, en los valles de los ríos andinos, por fusión de la nieve depositada en alta montaña (Andes Centrales) o llanura (Andes Patagónicos).
- Crecidas repentinas en pequeñas cuencas o en cuencas urbanas, en el entorno de ciudades, eventualmente con deslizamiento de tierra y barro.
- Inundaciones de llanura, provocadas por fuertes lluvias o de larga duración, asociadas a un drenaje deficiente y mal manejo del suelo.
- Inundaciones de carácter episódicas provocadas por crecientes súbitas debido a la ruptura de diques naturales formados por deslizamiento de laderas o actividad glaciar.
- Crecidas catastróficas de origen no meteorológico asociados al volcanismo, deslizamientos y la actividad sísmica y existencia de glaciares. La región presenta características geológicas, meteorológicas y topográficas que la hacen especialmente vulnerable a este tipo de fenómenos. En particular, la dinámica de placas en torno a la costa del Pacífico se relaciona con enormes desniveles topográficos, una abundante actividad sísmica y volcánica, y la existencia de cordilleras con glaciares en acelerado retroceso, todo lo cual configura un escenario altamente inestable, que se manifiesta en grandes catástrofes de este tipo, frecuentes en países como Colombia, Perú y Chile (Peña y Klohn, 1989). Un caso de catástrofe de este origen, que ejemplifica la peligrosidad de estos eventos, se presentó en Armero (Colombia), en 1985, con motivo de la erupción del volcán Nevado del Ruiz. En esa ocasión los lahares

provenientes del volcán dejaron sin vida a unas 23 mil personas, y los daños se estimaron en unos 7 mil millones de dólares, equivalentes a un quinto del PIB nacional.

En la actualidad América Latina y el Caribe tiene un importante déficit en relación con la seguridad hídrica frente a inundaciones, de modo que los desafíos que se levantan para las próximas décadas corresponden a los que se observan en la actualidad, agravados por las dinámicas de diversa índole que experimentará la región. Esta situación de baja seguridad hídrica es el resultado de un conjunto de procesos relativos al poblamiento y a la utilización del suelo, en un marco en el que los esfuerzos realizados por los países en la planificación del territorio, en el acondicionamiento de infraestructura de drenaje urbano, y en prevención y mitigación, en general, han tenido una baja prioridad, a pesar del desafío que significaba el explosivo crecimiento urbano observado desde los años cincuenta y los desequilibrios generados en las cuencas por una ocupación incontrolada del territorio. A esto se agrega la necesidad de fortalecer los mecanismos de alarma y de manejo de emergencias.

Los desafíos críticos que es necesario superar para alcanzar un adecuado nivel de seguridad hídrica son: i) adecuar los sistemas de drenaje urbanos al desarrollo de las ciudades; ii) desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial; y iii) atender a los nuevos desafíos que plantea el cambio climático.

## **1. Adecuar los sistemas de drenaje al desarrollo de las ciudades**

En el pasado, el crecimiento urbano en la región ha estado asociado a mayores riesgos como resultado de la ocupación de áreas ribereñas, que constituyen los cauces mayores inundados periódicamente por los ríos, y de los procesos generados por la propia urbanización. Entre estos últimos corresponde mencionar la impermeabilización del suelo, la intervención inadecuada de la red de drenaje, natural y construida, y a la generación de obstrucciones al escurrimiento (Tucci, 2007). En el futuro, estos procesos pudieran acentuarse aún más, ya que, si bien, el crecimiento demográfico se ha desacelerado, el espacio edificado continúa ampliándose a un ritmo muy superior, con la construcción de nuevas zonas residenciales e industriales y la aparición de nuevos barrios informales (ONU-Habitat, 2012). También, en algunos casos, las obras de infraestructura (carreteras, ferrocarril, etc.) facilitan la inundación y retardan la evacuación de los excedentes hídricos, convirtiéndose en verdaderos diques de contención. Además, esta dinámica va acompañada de dos tendencias que contribuyen a aumentar los desafíos en el tema:

- La aparición de grandes zonas urbanas generadas por la agregación de los territorios de diversos municipios en un proceso de conurbación. Esta tendencia constituye un nuevo desafío para la región en la medida que hace más necesario la gestión integrada de dichas áreas, con visiones que consideran la cuenca y la ciudad como un sistema, capaz de resolver los impactos de unas zonas sobre otras y donde se aplican al conjunto medidas estructurales y no estructurales, en procesos participativos. Asimismo, ellas requieren planificar la expansión futura de la nueva área y el control de las superficies de aguas arriba, impidiendo su incremento de escorrentía mediante la aplicación de medidas locales.
- El crecimiento de ciudades intermedias que han adquirido un nuevo atractivo como resultado de la mejora en su provisión de servicios básicos. Este fenómeno requerirá desarrollar capacidades sobre el tema en instituciones sin experiencia y financiar inversiones, con el propósito de ampliar la actuación pública en las nuevas áreas urbanas.

De acuerdo a lo señalado, como los problemas de drenaje presentan un fuerte impacto sobre la economía urbana, surge con fuerza la necesidad de reforzar la gestión de las ciudades, con políticas de drenaje modernas, capaces de resolver los problemas de planificación en forma integral. Estas políticas deben considerar actuaciones locales y adaptarse a nivel del sistema de drenaje en su conjunto. Además, es necesario generar el financiamiento para la construcción de la infraestructura. Las inversiones requeridas para alcanzar para el año 2030, meta de un 85% de la superficie urbana atendida por redes de drenaje pluvial se estiman en casi 34 mil millones de dólares (Mejía y otros, 2012).

## 2. Desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial

Entre las causas de los desastres generados por los eventos hidrológicos extremos ha estado la insuficiente aplicación en la región de normativas para el ordenamiento territorial y la protección de las cuencas. Esto se ha dado en un contexto en el que la intensificación del aprovechamiento de los recursos naturales ha ido acompañada de una significativa reducción de la superficie cubierta de bosques, la que se ha reemplazado por zonas agrícolas, praderas y superficies construidas. Esta tendencia, aunque se ha reducido en las últimas décadas, se espera que se mantenga elevada en lo que respecta al incremento de las zonas agrícolas y construidas.

Como resultado de lo anterior, se ha provocado el incremento de las tasas de escorrentía y de los caudales máximos, con un adelantamiento temporal en la aparición de picos de caudal, que favorecen los procesos de deslizamiento de tierras y la erosión. Adicionalmente, con frecuencia los países de la región muestran una débil institucionalidad relativa al manejo de los cauces naturales, lo que ha permitido su ocupación descontrolada por la acción humana, y la alteración de las redes de drenaje natural, todo lo cual ha contribuido a agravar los impactos asociados a los eventos hidrológicos extremos.

En este escenario, la seguridad hídrica futura estará directamente relacionada con la capacidad de los países de fortalecer sus instituciones, de investigar y evaluar los riesgos, de desarrollar los estudios de ordenamiento territorial y el manejo integrado de las cuencas hídricas con la gestión y ordenamiento del territorio, e implementarlos a través de políticas efectivas.

## 3. Atender a los nuevos desafíos que plantea el cambio climático

Los problemas de inundaciones, ya presentes en el escenario actual, en el futuro pueden tener un factor adicional de aumento debido al cambio climático. En general, se espera que el cambio climático se manifieste con un incremento en la ocurrencia y magnitud de los eventos hidrológicos extremos, en especial en las zonas cálidas y en las latitudes medias y altas (IPCC, 2014). Sin embargo, la proyección a nivel local es variable según la zona geográfica y con resultados no siempre consistentes entre los distintos modelos. En todo caso, en la región conviene destacar los siguientes antecedentes:

- Se ha observado en las últimas décadas, en concordancia con los resultados previstos, un aumento en el número e intensidad de las tormentas y huracanes tropicales (ONU-Habitat, 2012).
- Las proyecciones sugieren un incremento de las precipitaciones extremas en el sudeste de Sudamérica, en el oeste de la Amazonia, el noreste del Brasil y en el noroeste del Perú y Ecuador (IPCC, 2014).
- Se espera un incremento sustancial de los caudales de crecida, irregularidades en el régimen hídrico y cambios en las condiciones de precipitación de sólida a líquida, en las cuencas nivales y pluvio-nivales de las zonas cordilleranas de Sudamérica, debido al aumento de la elevación de la línea de nieves, fenómeno que puede comprometer a importantes centros urbanos ubicados en el piedemonte andino.

Los antecedentes anteriores y la importante incertidumbre sobre las características de los eventos hidrológicos futuros, conducen a la necesidad de desarrollar una estrategia de adaptación con soluciones robustas, que otorguen una seguridad aceptable en distintos escenarios climáticos. Así, a las tareas de planeamiento frente a inundaciones, incluyendo medidas estructurales y no estructurales, tendría que agregarse el desafío de incorporar una estrategia de adaptación al cambio climático (véase IPCC, 2012).



## IV. Conclusiones y reflexiones finales

---

De acuerdo a la naturaleza de los desafíos que presenta la región en relación con el agua, se considera apropiado, para los fines del presente informe, entender que la seguridad hídrica consiste en tener:

- Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.
- La capacidad —institucional, financiera y de infraestructura, en el sector público y privado— para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar las interrelaciones entre los diferentes usos y sectores de forma coherente.
- Un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados a los recursos hídricos.

Esta definición entrega una visión amplia del papel del agua en la sociedad, permite enfatizar no sólo la situación de disponibilidad de recursos hídricos para satisfacer los requerimientos, en un sentido amplio, sino que además reconoce las limitaciones que presentan en la práctica los países de la región para atenderlos y la necesidad que tienen de establecer compromisos entre distintos sectores y objetivos para avanzar en su cumplimiento. Asimismo, la definición reconoce los riesgos e incertidumbres que por su naturaleza presentan los temas relativos al agua, destacando que las sociedades pueden aspirar solo a limitar y gestionar sus riesgos en niveles aceptables, pero no a eliminarlos.

La utilización del concepto de seguridad hídrica en los términos señalados, constituye un instrumento de análisis integral, diagnóstico, definición y seguimiento de metas y resulta una herramienta atractiva para los países de América Latina y el Caribe. Este enfoque hace necesario estudiar el sistema de gestión del agua en forma dinámica, analizando su capacidad de adaptación a los nuevos desafíos. Es decir, la seguridad hídrica no se refiere solo a la situación actual de atención a los requerimientos hídricos de los países sino a su evolución futura, considerando las incertidumbres de distinta naturaleza existentes.

En general, una importante utilización del concepto de seguridad hídrica en otras regiones ha sido como instrumento de comparación entre los países. A pesar de que en América Latina y el Caribe el uso a esa escala geográfica no siempre resulta apropiado, debido a la poca representatividad que tienen los indicadores al nivel nacional de agregación para reflejar los reales desafíos de la seguridad hídrica, la



comparación de indicadores entre zonas similares y temas específicos, pueden ser de gran utilidad. Ese es el caso, por ejemplo, de la comparación de los resultados que entregan las diversas experiencias de gestión del agua en las zonas áridas, en el manejo de las aguas lluvias de las grandes ciudades, en los sistemas de provisión de servicios de agua potable y en el control de la contaminación, entre muchos otros temas. Asimismo, los distintos niveles de avance de los problemas entre los países, permite aprender de la experiencia de los que ya han afrontado dichos problemas con anterioridad.

En América Latina y el Caribe el objetivo de alcanzar una adecuada seguridad hídrica resulta de la mayor prioridad para los Estados, debido al relevante papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de la región. La afirmación anterior se basa no sólo por la importancia de los recursos hídricos en la satisfacción de necesidades básicas para el abastecimiento de las demandas domésticas de la población y la salud, sino además por su incidencia en importantes actividades relacionadas con el aprovechamiento de sus recursos naturales, tales como la agricultura, minería, industria, generación eléctrica y turismo, que son la base de su producto geográfico y de su actividad exportadora. Asimismo, los cuerpos de agua son un componente central de su medio ambiente y constituyen el sostén de buena parte de su enorme biodiversidad en la región.

En cada una de las cuatro áreas prioritarias analizadas en este documento, los parámetros del acceso al agua y los niveles de riesgos asociados a la misma no alcanzan los estándares considerados aceptables por las sociedades en la región. Así, se observa que aún existe, por ejemplo, un sector de la población sin acceso a los servicios mínimos o de calidad de agua potable, correspondiente fundamentalmente a grupos de bajos ingresos y población rural; usos productivos con una seguridad de suministro insuficiente o no sustentable y afectados por la creciente conflictividad; numerosos cuerpos de agua con importantes deterioros ambientales y pérdidas de ecosistemas; y graves daños relacionados al impacto de las inundaciones.

Las sociedades de la región se encuentran en un proceso acelerado de cambios sociales, económicos, políticos e introducción de nuevas tecnologías. Dichos cambios están influidos por la acción de un conjunto de fuerzas externas e internas de gran magnitud, tales como: la dinámica de los mercados globales de recursos naturales, los procesos de urbanización y de cambio climático, y los cambios demográficos y en el ingreso económico que generan una gran expansión de las clases medias.

Estas transformaciones están acompañadas de nuevas exigencias de la sociedad relativas a su gobierno en materias tales como: la democratización, participación, transparencia y equidad. Así, se produce una dinámica compleja que se manifiesta de múltiples formas en la gestión del agua, por ejemplo generando cambios en la disponibilidad y en la demanda de recursos hídricos, mayores requerimientos de tratamiento de las aguas residuales para evitar la contaminación, demandas sociales por mejores estándares en la calidad de los servicios, una mayor sensibilidad por el respeto de los derechos humanos y, en especial, por el de los pueblos indígenas y grupos más vulnerables y débiles de la población incluyendo poblaciones urbanas signadas por la pobreza y la marginalidad, cambios en la situación de las cuencas, un incremento en la vulnerabilidad de la población frente a eventos hidrológicos extremos, y una mayor valorización de las demandas ambientales por parte de la sociedad.

Estos procesos no son nuevos en América Latina y el Caribe y se vienen desarrollando desde, al menos, una década. Es altamente probable que ellos se mantengan o acentúen en el futuro, constituyendo un desafío adicional para la ya precaria gestión del agua en la región. En consecuencia, de no existir una corrección, debiera esperarse un deterioro aún mayor de la seguridad hídrica en las áreas que en la actualidad se han mostrado deficitarias. Así, los niveles de seguridad hídrica alcanzados en la región, no obstante su precariedad, no constituyen un logro irreversible, sino pueden disminuirse en el futuro.

En general, los niveles de seguridad hídrica dependen de sistemas tanto físicos como humanos que se expresan en una multitud de sectores relacionados directa o indirectamente con el aprovechamiento y manejo del agua. Los déficits en seguridad hídrica observados en América Latina y el Caribe son el resultado de las debilidades del sistema humano —tanto en lo institucional (gestión), como en lo construido (infraestructura)— para regular adecuadamente, en un contexto de cambio económico y social acelerado de la sociedad, el conjunto de variables que inciden en la gestión del agua. En relación con la infraestructura, en general, en las últimas décadas se registra un decaimiento de los

esfuerzos en esa área, debido al cambio de las prioridades en los gobiernos de la región. Por su parte, lo institucional muestra graves déficits, los que tienden a acentuarse por el mayor desarrollo y complejidad de las sociedades en la actualidad y la intensificación en el uso de los recursos naturales.

En relación con el funcionamiento del sistema institucional, interesa caracterizar la naturaleza de los fallos que se observan en América Latina y el Caribe. Al respecto, es posible identificar tres tipos de deficiencias, aunque ellas frecuentemente se observan interrelacionadas:

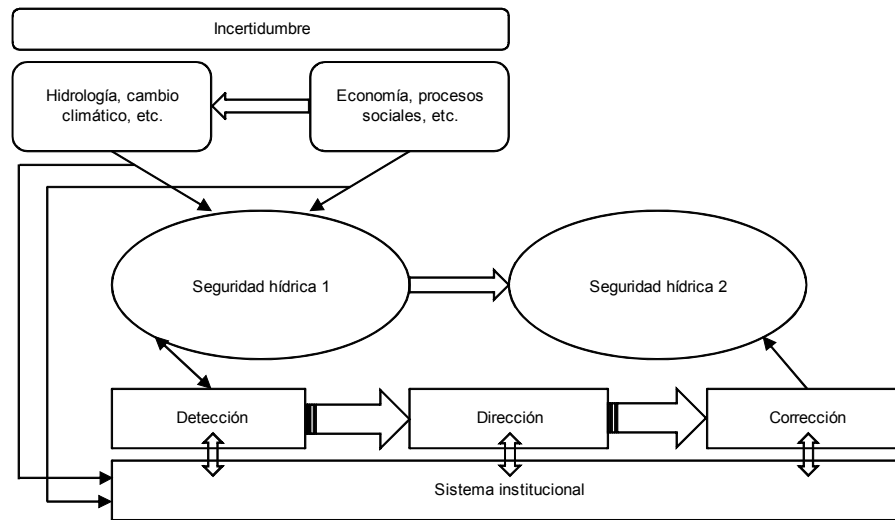
- De diseño del sistema: ellas se presentan cuando existen inconsistencias o vacíos en los instrumentos previstos en la institucionalidad para responder a las necesidades de desarrollo de los recursos hídricos o de su regulación. Así, frente a determinada actuación que es necesario corregir (por ejemplo, fuentes contaminantes difusas), no existen instrumentos, normativas o instituciones que se hagan cargo del problema. En el caso de la región, un fallo de los sistemas institucionales que se observa con frecuencia, es la gran dispersión y fragmentación institucional en la gestión de los recursos hídricos y de otros recursos naturales relacionados, y la ausencia de estructuras institucionales e instrumentos que permitan coordinar y dar solución, con una visión integrada y de largo plazo, a las interacciones que se presentan en el marco de las cuencas.
- Del Estado: cuando los organismos estatales no tienen las capacidades ni recursos, como tampoco facultades de control e implementación, para atender las materias que les han sido encomendadas, o son afectados en su acción por actos de corrupción o captura. Así, por ejemplo, es frecuente la debilidad de los Estados en desarrollar las redes de medición, que son imprescindibles para una adecuada gestión del agua, o en la implementación de una fiscalización eficaz de los problemas de contaminación, aun cuando las atribuciones y responsabilidades estén claramente definidas en la normativa. Asimismo, se observan innumerables casos de disposiciones legales que son —y continuarán siendo— letra muerta por la debilidad institucional o la falta de voluntad política de los organismos encargados. Para avanzar hacia mayores niveles de seguridad hídrica se requieren organismos de gestión especializados, para prevenir anarquía y conflicto permanente, con adecuados registros, y capacidades de planificación y fiscalización, y resolución de conflictos (Solanes, 2015).
- De la actuación de los usuarios, de la sociedad civil y del mercado: estas fallas están presentes cuando los sistemas institucionales asignan a los particulares, en forma individual u organizada, o a los mercados, un comportamiento que no corresponde a lo que sucede en la realidad. Entre otros muchos ejemplos, se observa este tipo de fallas cuando las organizaciones de usuarios no cumplen las labores para las que han sido constituidas; cuando no se ejerce la función de vigilancia que se espera que cumplan los particulares en relación con la explotación sin título de las aguas; o cuando los incentivos de mercado para ampliar sin límites las superficies regadas comprometen la sustentabilidad hídrica de las explotaciones.

Para avanzar hacia una mayor seguridad hídrica y alcanzar niveles aceptables de riesgo, el sistema institucional debe tomar en consideración que ello tiene un costo y que existen diversas opciones respecto del balance entre los distintos requerimientos de seguridad hídrica de la sociedad, en un marco de recursos limitados. Ello supone la definición de las prioridades y de los niveles de servicio y de riesgo aceptables y factibles de alcanzar, en cada una de las áreas identificadas, teniendo presente que dichos niveles aceptables varían en el tiempo, de acuerdo al desarrollo económico de los países y a los cambios en las aspiraciones, preferencias y posibilidades económicas de los diferentes grupos sociales. Así, en el caso de la región, que ha experimentado importantes cambios en las últimas décadas, las políticas sobre recursos hídricos necesitan adecuarse permanentemente a los nuevos niveles de desarrollo e ingreso alcanzados, definiendo metas escalonadas que consideren un mejoramiento progresivo.

Es necesario que las políticas públicas y el sistema institucional consideren el elevado grado de incertidumbre existente, debido tanto a la variabilidad hidrológica y cambio climático, como a la profundidad de los cambios sociales, económicos y políticos presentes. Esto supone priorizar la formulación de políticas, planes y programas que sean robustos y flexibles, considerando una amplia gama de escenarios futuros posibles. Así, por ejemplo, un plan de defensa contra inundaciones debiera

producir una efectiva mitigación de los daños en cualquier evento, y en ninguno un agravamiento de los mismos o ser un obstáculo para una mejor solución. Asimismo, en relación con el sistema institucional, es necesario que su diseño utilice una perspectiva dinámica; es decir, que incluya mecanismos efectivos de retroalimentación y adaptación del sistema a los nuevos escenarios. Para ese propósito, el diseño institucional debe prestar especial atención a: i) la efectividad de los procedimientos que permiten monitorear y detectar en el tiempo los cambios en seguridad hídrica producidos por causas hidrológicas, climáticas, sociales o económicas; ii) la institucionalidad encargada de elaborar una respuesta que atienda la amenaza detectada y los mecanismos o canales de retroalimentación; y, finalmente, iii) los instrumentos y procedimientos para implementar la corrección o el ajuste. Una adecuada seguridad hídrica en las distintas áreas, supone la existencia de un sistema institucional resiliente con la capacidad de detectar los problemas, y con los mecanismos e instrumentos que aseguren una adaptación a los nuevos escenarios (véase la diagrama 1).

**Diagrama 1**  
**Avances en seguridad hídrica en el marco de un sistema institucional con capacidad de adaptación**



Fuente: Elaboración propia.

## Bibliografía

---

- ADB (Asian Development Bank) (2013), *Asian Water Development Outlook 2013. Measuring Water Security in Asia and the Pacific*, Manila.
- AIE (Agencia Internacional de la Energía) (2012), *Technology Roadmap Hydropower*, París.
- Banco Mundial (2015), *World Development Indicators*.
- \_\_\_\_\_ (2013), “Shifting gears to accelerate shared prosperity in Latin America and the Caribbean”, *Document of the World Bank*, N° 78507.
- Bellfield, Helen (2015), *Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean*, Global Canopy Programme.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2007), *Iniciativa de Agua y Saneamiento*, Washington, D.C.
- Bitar, Sergio (2014), *Las tendencias mundiales y el futuro de América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.3681, Santiago de Chile.
- Bohoslavsky, Juan Pablo (2010), *Tratados de protección de las inversiones e implicaciones para la formulación de políticas públicas (especial referencia a los servicios de agua potable y saneamiento)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.326, Santiago de Chile.
- Brown, Christopher y Stephen Mumme (1999), “Consejos de Cuencas: An Institutional Option for Transboundary Water Management on the U.S.-Mexico Border”, *Water Policy: Security Issues. International Review of Comparative Public Policy*, Scott Witter y Scott Whiteford (eds.), volumen 11, Stamford, JAI Press Inc.
- Byrne, Michael (2007), “Greening Runoff: The Unsolved Nonpoint Source Pollution Problem, and Green Buildings as a Solution”, *New York University Journal of Legislation and Public Policy*, volumen 11, N° 1.
- Cadena, Andres; Jaana Remes; James Manyika; Richard Dobbs; Charles Roxburgh; Heinz-Peter Elstrodt; Alberto Chaia y Alejandra Restrepo (2011), *Building globally competitive cities: The key to Latin American growth*, McKinsey Global Institute.
- Calcagno, Alberto; Nora Mendiburo y Marcelo Gaviño Novillo (2000), *Informe sobre la Gestión del Agua en la República Argentina*, Asociación Mundial del Agua (GWP).
- Calow, Roger; Eva Ludi y Josephine Tucker (eds.) (2013), *Achieving Water Security. Lessons from Research in Water Supply, Sanitation and Hygiene in Ethiopia*, Overseas Development Institute (ODI), Londres.
- CAWMA (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture) (2007), *Water for Food, Water for Life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, International Water Management Institute (IWMI), Earthscan Publications.

- CDP (Carbon Disclosure Project) (2013), *A need for a step change in water risk management. CDP Global Water Report 2013*.
- CELADE (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía) (2005), “América Latina: Proyecciones de Población Urbana y Rural 1970-2025”, *Boletín Demográfico*, N° 76, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/G.2280-P, Santiago de Chile.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2010), *La Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe. Síntesis 2010*, LC/G.2474, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_(1993), *Climate change and water management in Latin America and the Caribbean*, LC/R.1274, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_(1985), *Los recursos hídricos de América Latina y el Caribe y su aprovechamiento*, LC/G.1358, Santiago de Chile.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano), COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica), CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo), COSEFIN (Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana), SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana), SICA (Sistema de la Integración Centroamericano), UKAID (Programa de Asistencia del Ministerio para Desarrollo Internacional del Gobierno Británico) y DANIDA (Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca) (2015), *Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública*, LC/MEX/L.1196, México, D.F.
- Chaherli, Nabil y John Nash (2013), *Agricultural Exports from Latin America and the Caribbean: Harnessing Trade to Feed the World and Promote Development*, Banco Mundial.
- Chile/Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos (2015), *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*, Ministerio del Interior y Seguridad Pública.
- Clos, Joan (2010), *Urbanization Challenges of the 21<sup>st</sup> Century*, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat).
- Cook, Christina y Karen Bakker (2012), “Water security: Debating an emerging paradigm”, *Global Environmental Change*, volumen 22, N° 1.
- Cosgrove, William y Frank Rijsberman (2000), *World Water Vision. Making Water Everybody's Business*, World Water Council, Earthscan Publications.
- de la Torre, Abelardo (2011), *Los Problemas de Drenaje y Salinidad en el Desierto Costero Peruano*, Lima.
- Dobbs, Richard; Jeremy Oppenheim; Fraser Thompson; Marcel Brinkman y Marc Zornes (2011), *Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs*, McKinsey Global Institute.
- Donoso, Guillermo; Juan Pablo Montero; Francisco Meza y Sebastián Vicuña (2013), *Adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura de riego en Chile central*, Pontificia Universidad Católica (PUC) de Chile.
- Embid, Antonio y Liber Martín (2015), *La experiencia legislativa del decenio 2005-2015 en materia de aguas en América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.4064, Santiago de Chile.
- EM-DAT (2016), *The International Disaster Database*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), School of Public Health, Université Catholique de Louvain, Bélgica.
- EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) (2013), *Drinking Water Infrastructure Needs Survey and Assessment. Fourth Report to Congress*, EPA 816-R-13-006.
- FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas) (2016), *FAOSTAT*, Roma.
- \_\_\_\_\_(2015), *AQUASTAT*, División de Tierras y Aguas.
- \_\_\_\_\_(2014), *The Water-Energy-Food Nexus. A new approach in support of food security and sustainable agriculture*, Roma.
- Fernández-Cirelli, Alicia; José Luis Arumí; Diego Rivera y Peter Boochs (2009), “Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid”, *Chilean Journal of Agricultural Research*, volumen 69, suplemento 1.
- Ferreira, Francisco; Julian Messina; Jamele Rigolini; Luis-Felipe López-Calva; Maria Ana Lugo y Renos Vakis (2013), *La Movilidad Económica y el Crecimiento de la Clase Media en América Latina. Panorámica General*, Banco Mundial.
- Ferro, Gustavo y Emilio Lentini (2013), *Políticas tarifarias para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM): situación actual y tendencias regionales recientes*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.519, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_(2010), *Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.369, Santiago de Chile.

- Foster, Vivien y Tito Yepes (2006), "Is cost recovery a feasible objective for water and electricity? The Latin American experience", *Policy Research Working Paper*, N° 3943, Banco Mundial.
- Garrido-Lecca, Hernán (2010), *Inversión en agua y saneamiento como respuesta a la exclusión en el Perú: gestación, puesta en marcha y lecciones del Programa Agua para Todos (PAPT)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.313, Santiago de Chile.
- Grey, David y Claudia Sadoff (2007), "Sink or Swim? Water security for growth and development", *Water Policy*, volumen 9, N° 6.
- GWP (Asociación Mundial del Agua) (2000), *Towards water security: a framework for action*, Estocolmo.
- Hantke-Domas, Michael y Andrei Jouravlev (2011), *Lineamientos de política pública para el sector de agua potable y saneamiento*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.400, Santiago de Chile.
- Hoff, Holger (2011), *Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus*, Stockholm Environment Institute (SEI).
- Huffaker, Ray (2010), "Protecting water resources in biofuels production", *Water Policy*, volumen 12, N° 1.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Jiménez, Blanca y José Galizia Tundisi (2012), *Diagnóstico del Agua en las Américas*, Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS), Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT).
- JMP (Programa Conjunto de Vigilancia del abastecimiento de agua y el saneamiento) (2015), *2015 data*, Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).
- Jouravlev, Andrei (2015), "Editorial", *Carta Circular de la Red de Cooperación en la Gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe*, N° 43, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2014), "Posible conflicto entre eficiencia y sustentabilidad", *Carta Circular de la Red de Cooperación en la Gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe*, N° 40, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2004), *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.2160-P, Santiago de Chile.
- Justo, Juan Bautista (2013), *El derecho humano al agua y al saneamiento frente a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.536, Santiago de Chile.
- Kharas, Homi (2010), "The Emerging Middle Class in Developing Countries", *Working Paper*, N° 285, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
- Lentini, Emilio (2011), *Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.392, Santiago de Chile.
- Lvovsky, Kseniya (2001), *Health and environment*, Banco Mundial.
- Mahlknecht, Jürgen y Pastén Zapata (eds.) (2013), *Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina*, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Pearson Educación de México.
- Martín, Liber y Juan Bautista Justo (2015), *Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.3991, Santiago de Chile.
- Mason, Nathaniel y Roger Calow (2012), "Water security: from abstract concept to meaningful metrics. An initial overview of options", *Working Paper*, N° 357, Overseas Development Institute (ODI), Londres.
- Mejía, Abel; Bernardo Requena; Daniel Rivera; Mauricio Pardón y Jorge Rais (2012), *Agua Potable y Saneamiento en América Latina y el Caribe: Metas realistas y Soluciones sostenibles. Propuestas para el 6to Foro Mundial del Agua*, Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Milly, Paul; Julio Betancourt; Malin Falkenmark; Robert Hirsch; Zbigniew Kundzewicz; Dennis Lettenmaier y Ronald Stouffer (2008), "Stationarity Is Dead: Whither Water Management?", *Science*, volumen 319.
- Munoz, Enrique; José Luis Arumi y Diego Rivera (2013), "Watersheds are not static: Implications of climate variability and hydrologic dynamics in modeling", *Bosque (Valdivia)*, volumen 34, número 1.

- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2013), *Water Security for Better Lives*, OECD Studies on Water, OECD Publishing.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2015), *World Population Prospects: 2015 Revision*, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA), División de Población.
- ONU-Agua (2013), *Water Security & the Global Water Agenda. A UN-Water Analytical Brief*, United Nations University.
- ONU-Habitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos) (2012), *Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una Nueva Transición Urbana*.
- Peña Humberto (2006), *Agua, minería y medio ambiente*, Centro de Estudios Públicos (CEP).
- Peña, Humberto y Wulf Klohn (1989), *Non-meteorological flood disasters in Chile*, Organización Meteorológica Mundial (OMM).
- Pérez-Carrera, Alejo y Alicia Fernández Cirelli (2010), “Arsenic and Water Quality Challenges in South America”, *Water and Sustainability in Arid Regions. Bridging the Gap Between Physical and Social Sciences*, Graciela Schneider-Madanes y Marie-Francoise Courel (eds.), Springer.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2012), *GEO5 Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Medio ambiente para el futuro que queremos*.
- \_\_\_\_\_ (2010a), *Perspectivas del Medio Ambiente: América Latina y el Caribe*.
- \_\_\_\_\_ (2010b), *Estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe América Latina y el Caribe*.
- Rees, Judith (2002), “Riesgos y Gestión Integrada de Recursos Hídricos”, *TEC Background Papers*, N° 6, Asociación Mundial del Agua (GWP).
- Sadoff, Claudia; Jim Hall; David Grey; Jeroen Aerts; Mohamed Ait-Kadi; Casey Brown; Anthony Cox; Simon Dadson; Dustin Garrick; Jerson Kelman; Peter McCormick; Claudia Ringler; Mark Rosegrant; Dale Whittington y David Wiberg (2015), *Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*, University of Oxford.
- San Martín, Orlando (2002), *Water Resources in Latin America and the Caribbean: Issues and Options*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Sánchez Munguía, Vicente (2006), “Seguridad, agua y desarrollo: El futuro de la frontera México-Estados Unidos”, *Frontera norte*, volumen 158, N° 35, México.
- Sato, Toshio; Manzoor Qadir; Sadahiro Yamamoto; Tsuneyoshi Endo y Ahmad Zahoor (2013), “Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use”, *Agricultural Water Management*, volumen 130.
- Schmidhuber, Josef (2010), *The FAO outlook to 2030/2050 - Production, Consumption, Resources*, Global Conference on Agricultural Research for Development (GCARD), Paris.
- Solanes, Miguel (2015), *Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur*, Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Tucci, Carlos (2007), *Gestión de Inundaciones Urbanas*, Organización Meteorológica Mundial (OMM).
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2010), *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe*, Dentro del marco del proyecto “Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe”, Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC), Documentos Técnicos del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe (PHI-LAC), N° 25.
- van Beek, Eelco y Wouter Lincklaen Arriens (2014), “Water Security: Putting the Concept into Practice”, *TEC Background Papers*, N° 20, Asociación Mundial del Agua (GWP).
- WEF (World Economic Forum) (2016), *The Global Risks Report 2016*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_ (2011), *Water Security. Water-Food-Energy-Climate Nexus*, *The World Economic Forum Water Initiative*, Island Press.
- \_\_\_\_\_ (2009), *Managing Our Future Water Needs for Agriculture, Industry, Human Health and the Environment. The Bubble Is Close to Bursting: A Forecast of the Main Economic and Geopolitical Water Issues Likely to Arise in the World during the Next Two Decades. Draft for Discussion at the World Economic Forum Annual Meeting 2009*, World Economic Forum Water Initiative.
- Whittington, Dale; Claudia Sadoff y Maura Allaire (2013), “The Economic Value of Moving Toward a More Water Secure World”, *TEC Background Papers*, N° 18, Asociación Mundial del Agua (GWP).
- Willaarts, Bárbara; Alberto Garrido y Ramón Llamas (eds.) (2014), *Water for food security and well-being in Latin America and the Caribbean. Social and environmental implications for a globalized economy*, Routledge, Fundación Botín.



NACIONES UNIDAS

**Serie****CEPAL****Recursos Naturales e Infraestructura****Números publicados****Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en****[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)**

178. Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe, Humberto Peña (LC/L.4169), 2016.
177. Políticas de logística y movilidad: antecedentes para una política integrada y sostenible de movilidad (volumen 1), Patricio Rozas Balbontín, Azhar Jaimurzina y Gabriel Pérez Salas (LC/L.4120), 2015.
176. Transporte marítimo y puertos: desafíos y oportunidades en busca de un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe, Ricardo J. Sánchez, Azhar Jaimurzina, Gordon Wilmsmeier, Gabriel Pérez Salas, Octavio Doerr y Francisca Pinto (LC/L.4119), 2015.
175. Geografía del transporte de carga. Evolución y desafíos en un contexto global cambiante, Gordon Wilmsmeier (LC/L.4116), 2015.
174. Políticas de logística y movilidad, para el desarrollo sostenible y la integración regional, Azhar Jaimurzina, Gabriel Pérez Salas y Ricardo J. Sánchez (LC/L.4107), 2015.
173. La experiencia legislativa del decenio 2005-2015 en materia de aguas en América Latina, Antonio Embid y Liber Martín (LC/L.4064), 2015.
172. Violencia de género en el transporte público: una regulación pendiente, Patricio Rozas Balbontín y Liliana Salazar Arredondo (LC/L.4047), 2015.
171. Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe, Liber Martín y Juan Bautista Justo (LC/L.3991), 2015.
170. Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado, Gustavo Ferro y Emilio J. Lentini (LC/L.3949), 2015.
169. Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe, Andrés Arroyo y Andrea Perdriel (LC/L.3948), 2015.
168. Aspectos metodológicos para el tratamiento estadístico de la infraestructura en América Latina y el Caribe, Jeannette Lardé, Salvador Marconi y Julio Oleas (LC/L.3923), 2014.
167. Estado de implementación del Programa de Acción de Almaty en América del Sur, Gabriel Pérez-Salas, Ricardo J. Sánchez y Gordon Wilmsmeier (LC/L.3892), 2014.
166. Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe, Franz Rojas Ortuste (LC/L.3822), 2014.
165. Notas sobre la teoría de la empresa pública de servicios de infraestructura y su regulación, Patricio Rozas Balbontín y José Luis Bonifaz F. (LC/L.3793), 2014.
164. Políticas tarifarias y regulatorias en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y el derecho humano al agua y al saneamiento, Emilio J. Lentini y Gustavo Ferro (LC/L.3790), 2014.



# RECURSOS NATURALES E INFRAESTRUCTURA



COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE  
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN  
[www.cepal.org](http://www.cepal.org)