

8

Lagunas de conocimiento y temas de estudio sugeridos

Los registros observacionales y las proyecciones climáticas proporcionan evidencia abundante de que los recursos de agua dulce son vulnerables y podrían resultar muy afectados por el cambio climático. Sin embargo, la capacidad para cuantificar los cambios futuros de las variables hidrológicas, así como sus impactos sobre los sistemas y sectores, está limitada por la incertidumbre en todas las etapas del proceso de evaluación. La incertidumbre refleja la horquilla de escenarios de desarrollo socioeconómico, la horquilla de proyecciones de modelos climáticos para un escenario dado, la reducción de escala de los efectos del clima a escala local/regional, las evaluaciones de impacto y los retroefectos de las actividades de adaptación y mitigación. Las limitaciones de que adolecen las observaciones y nuestros conocimientos limitan nuestra capacidad actual para reducir esas incertidumbres. La toma de decisiones ha de desenvolverse en el contexto de esa incertidumbre. El desarrollo de métodos robustos para la evaluación de riesgos en base a esas incertidumbres apenas ha comenzado.

La capacidad para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus impactos está limitada por la disponibilidad y viabilidad económica de unas tecnologías apropiadas, y de unos procesos de toma de decisión colaborativos y robustos que abarquen múltiples sectores interesados y criterios de gestión. Los costos y beneficios (y, en particular, los daños evitados) vinculados a determinadas opciones son raramente datos conocidos. Una estrategia de gestión adaptable a medida que evoluciona el clima presupone la existencia de una red observacional adecuada de la que obtener información. No se tiene un conocimiento adecuado de los marcos jurídicos e institucionales, ni de las estadísticas necesarias, desde el punto de vista de la demanda, para incorporar la adaptación en los planes de desarrollo con objeto de reducir las vulnerabilidades relacionadas con el agua, ni de los cauces apropiados para obtener aportaciones financieras que permitan invertir en actividades de adaptación del sector hídrico.

En esta sección se señalan algunas de las principales lagunas de información en relación con esas necesidades.

8.1 Necesidades observacionales

Es necesario mejorar los datos observacionales y su accesibilidad para conocer más a fondo los cambios que están sucediendo, y para acotar mejor las proyecciones de los modelos; tales datos son imprescindibles para una gestión adaptativa frente a la eventualidad de un cambio climático. Para avanzar en esa dirección es necesario disponer de más datos. Algunas redes observacionales están disminuyendo de tamaño. Unos registros relativamente cortos en el tiempo podrían no reflejar en toda su extensión la variabilidad natural y desencaminarían posiblemente los estudios de detección, mientras que su reconstrucción a lo largo de períodos prolongados podría situar las tendencias y valores extremos recientes en un contexto más amplio. Las principales carencias identificadas respecto a las observaciones del cambio climático en relación con el agua dulce y con los ciclos hidrológicos estaban relacionadas con [GTI RT.6; GTII 3.8]:

- Las dificultades para medir la precipitación siguen siendo un aspecto preocupante con miras a la cuantificación de las tendencias mundiales y regionales. Las mediciones (satelitales) de la precipitación en los océanos están aún en fase de desarrollo. Es necesario mantener un monitoreo satelital continuo, y desarrollar unas estadísticas fiables que permitan inferir valores de precipitación. [GTI 3.3.2.5]
- Numerosas variables hidrometeorológicas (por ejemplo, el flujo fluvial, la humedad del suelo o la evapotranspiración real) no son adecuadamente medidas. La evapotranspiración potencial suele calcularse en base a parámetros tales como la radiación solar, la humedad relativa o la velocidad del viento. Los registros suelen abarcar períodos muy cortos y un escaso número de regiones, lo cual impide un análisis completo de los cambios experimentados por las sequías. [GTI 3.3.3, 3.3.4]
- En algunas regiones sería posible el rescate de datos de caudales fluviales. Allí donde no se disponga de observaciones, convendría contemplar la posibilidad de crear nuevas redes de observación. [GTI 3.3.4]
- El agua subterránea no está adecuadamente monitorizada, y en muchas regiones los procesos de agotamiento y recarga del agua subterránea no han sido adecuadamente modelizados. [GTI 3.3.4]
- Se necesitan datos de monitoreo de la calidad del agua, del consumo de agua y del transporte de sedimentos.
- Los inventarios de nieve, hielo y terreno congelado son incompletos. El monitoreo de los cambios está desigualmente distribuido, tanto en el espacio como en el tiempo. Hay una carencia general de datos respecto al Hemisferio Sur. [GTI RT 6.2, 4.2.2, 4.3]
- Se necesita más información sobre las respuestas de la evapotranspiración vegetal a los efectos conjuntos del aumento de CO₂ atmosférico, del aumento de temperatura y del aumento de concentración del vapor de agua en la atmósfera, a fin de comprender mejor la relación existente entre los efectos directos del enriquecimiento en CO₂ de la atmósfera y de los cambios del ciclo hidrológico. [GTI 7.2]
- El aseguramiento de la calidad, la homogeneización de los conjuntos de datos y la intercalibración de los métodos y procedimientos podrían ser aspectos importantes en aquellos casos en que más de un organismo, país, etc. mantienen actividades de monitoreo en una misma región o cuenca de captación.

8.2 Comprensión de las proyecciones climáticas y de sus impactos

8.2.1 Comprensión y proyección del cambio climático

Algunas de las principales incertidumbres respecto a la comprensión y modelización de los cambios del clima en relación con el ciclo hidrológico están relacionadas con [IdS; GTI RT.6]:

- Los cambios experimentados por cierto número de dinamizantes radiativos del clima no han sido enteramente cuantificados ni desentrañados (por ejemplo, los aerosoles y

sus efectos sobre las propiedades de las nubes, el metano, el ozono, el vapor de agua estratosférico, el cambio de uso de la tierra, o las radiaciones solares durante el pasado)

- Con respecto a algunos aspectos observados del cambio climático, la confianza con que pueden ser atribuidos a procesos antropógenos o naturales está limitada por las incertidumbres del forzamiento radiativo, y por la incertidumbre de los procesos y observaciones. La atribución de causas es más difícil a escalas espaciales y temporales más pequeñas, y los cambios de precipitación son conocidos con un menor grado de confianza que los de temperatura. Son muy pocos los estudios de atribución de causas respecto a los cambios experimentados por los fenómenos extremos.
- La incertidumbre asociada a la modelización de varios modos de variabilidad climática y de distribución de la precipitación en términos de episodios intensos o leves sigue siendo grande. En muchas regiones, las proyecciones del cambio de la precipitación media dependen también en gran medida del modelo, y difieren incluso en el signo del cambio. Es necesario conocer con mayor detalle las fuentes de incertidumbre.
- En muchas regiones en que las escalas espaciales finas del clima son generadas por la topografía, no se dispone de información suficiente sobre la manera de expresar el cambio climático a tales escalas.
- Los modelos climáticos siguen estando limitados por la resolución espacial y por el número de modelos agregables que permiten los actuales recursos informáticos, por la necesidad de incluir ciertos procesos adicionales, y por unos grandes márgenes de incertidumbre en la modelización de ciertos retroefectos (por ejemplo, de las nubes, o del ciclo del carbono).
- Un conocimiento limitado de los procesos experimentados por los mantos y plataformas de hielo se traduce en unos valores de incertidumbre no cuantificados respecto a las proyecciones del futuro balance de masa de los mantos de hielo, que conllevan a su vez un margen de incertidumbre respecto a las proyecciones del aumento del nivel del mar.

8.2.2 Impactos relacionados con el agua [GTII 3.5.1, 3.8]

- Debido a la magnitud de las incertidumbres existentes, se necesitan metodologías probabilísticas que permitan a los gestores hídricos analizar los riesgos vinculados a un eventual cambio climático. Se están desarrollando técnicas para la construcción de distribuciones de probabilidad de determinadas eventualidades. Es necesario seguir avanzando en esas investigaciones, y en el desarrollo de técnicas para la comunicación de los resultados y para su aplicación a la comunidad de usuarios.
- Es necesario seguir avanzando en la detección y atribución de los cambios hidrológicos actuales; en particular, de los cambios respecto a los recursos hídricos y respecto al acaecimiento de fenómenos extremos. En el marco de esas actividades, es necesario desarrollar indicadores de los impactos del cambio climático sobre el agua dulce, además de unos sistemas operacionales que permitan monitorizarlos.
- Sigue habiendo un desajuste entre los resultados de los modelos climáticos de gran escala y los resultados a escala de cuenca de captación, que es la más importante para la gestión hídrica. Se necesitan, por consiguiente, modelos climáticos de resolución superior que incorporen una mayor riqueza de propiedades y de interacciones en la superficie de la tierra, a fin de obtener información de mayor utilidad para la gestión hídrica. La reducción de escala en términos estadísticos y físicos puede contribuir a ello.
- En su mayoría, los estudios de impacto del cambio climático en relación con el estrés hídrico de los países evalúan la demanda y la oferta en términos anuales. Sería deseable disponer de análisis a escala de resolución temporal mensual o superior, ya que los cambios de las pautas estacionales y de la probabilidad de episodios extremos podrían contrarrestar los efectos positivos de una mayor disponibilidad de recursos hídricos.
- El impacto del cambio climático sobre la nieve, el hielo y el terreno congelado como variables de almacenamiento sensibles del ciclo hídrico es marcadamente no lineal, y se necesitan unas modelizaciones más orientadas a los aspectos físicos y a los procesos, así como una reducción de escala específica para la atmósfera. No se tiene un conocimiento detallado de los cambios de escorrentía causados por la evolución de los glaciares, de la cubierta de nieve, de la transición lluvia-nieve ni del terreno congelado en diferentes regiones climáticas.
- Es necesario mejorar los métodos utilizados para evaluar el impacto que la variabilidad climática alterada ejerce sobre los recursos de agua dulce. En particular, es necesario desarrollar conjuntos de datos a escala local y modelos informáticos simples de cuencas de drenaje vinculados al clima que permitan a los gestores hídricos evaluar los impactos y el funcionamiento y resiliencia de sus sistemas, habida cuenta del margen de incertidumbre asociado a las proyecciones climáticas futuras.
- Deberían analizarse más a fondo los retroefectos entre el uso de la tierra y el cambio climático (incluidos el cambio de la vegetación y las actividades antropógenas, como el riego o la construcción de reservorios); por ejemplo, mediante la modelización acoplada del clima y del uso de la tierra.
- Es necesario mejorar la evaluación de las consecuencias hídricas que conllevan diferentes políticas climáticas y vías de desarrollo.
- Hay un conocimiento deficiente de los impactos del cambio climático sobre la calidad del agua en los países desarrollados y en desarrollo, particularmente con respecto al impacto de los fenómenos extremos.
- Son relativamente escasos los resultados disponibles con respecto a los aspectos socioeconómicos de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos, y en particular con respecto a los impactos del cambio climático sobre la demanda de agua.
- No se conocen suficientemente bien los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos (no sólo en términos de temperatura, sino también de regímenes de flujo, de niveles hídricos y de cubierta de hielo).
- Pese a su importancia, el agua subterránea no ha sido un tema preferente en las evaluaciones de impacto del cambio climático, en comparación con los recursos hídricos de superficie.

8.3 Adaptación y mitigación

- La gestión de los recursos hídricos impacta indudablemente en muchas otras áreas de políticas (por ejemplo, proyecciones de energía, uso de la tierra, seguridad alimentaria o conservación de la naturaleza). No se dispone de herramientas adecuadas para facilitar la valoración de las opciones de adaptación y de mitigación respecto a una multiplicidad de sectores que dependen del agua; por ejemplo, la adopción de tecnologías y prácticas para un uso eficiente del agua.
- En ausencia de unas proyecciones fiables del cambio futuro de las variables hidrológicas, ciertos procesos y métodos de adaptación útiles en ausencia de proyecciones más exactas (por ejemplo, una mayor eficiencia de uso del agua, o una gestión más eficaz de la demanda hídrica) constituyen opciones “sin perjuicios” para hacer frente al cambio climático. [GTII 3.8]
- *Biodiversidad*. Identificación de necesidades en materia de recursos hídricos, con miras al mantenimiento de los valores y servicios medioambientales, especialmente en los ecosistemas de delta, en los humedales, y para mantener unos caudales fluviales internos adecuados.
- *Captación y secuestro de carbono*: Es necesario conocer más a fondo los procesos de fuga, debido a la posibilidad de que se degrade la calidad del agua subterránea. Para ello es necesaria una mayor capacidad de monitorizar y de verificar el comportamiento del CO₂ almacenado a nivel geológico. [CAC, RT, Capítulo 10]
- *Construcción de instalaciones/embalses de energía hidroeléctrica*: Es necesaria una metodología integrada que refleje la diversidad de intereses (control de crecidas, energía hidroeléctrica, riego, suministro de agua urbana, ecosistemas, pesquerías y navegación), con miras a conseguir unas soluciones sostenibles. Hay que obtener estimaciones de las emisiones de metano. Asimismo, hay que evaluar su efecto neto sobre el presupuesto de carbono en las regiones afectadas.
- *Bioenergía*: Es necesario analizar a fondo la demanda hídrica y sus consecuencias para los cultivos comerciales bioenergéticos de gran escala. [GTIII 4.3.3.3]
- *Agricultura*: Es necesario conocer más a fondo los efectos netos de una mayor eficacia de riego sobre el presupuesto de GEI (mayor almacenamiento de carbono en los suelos como consecuencia de un mayor rendimiento de los cultivos y de un aumento del volumen de residuos, y grado en que ese aumento está contrarrestado por las emisiones de CO₂ de los sistemas energéticos que hacen llegar el agua, o por las emisiones de N₂O resultantes de una mayor humedad y de los aportes de fertilizante). [GTIII 8.4.1.1]
- *Silvicultura*: Es necesario conocer más a fondo los efectos de la forestación masivas sobre los procesos que configuran el ciclo hidrológico (por ejemplo, precipitación de lluvia, evapotranspiración, escorrentía, infiltración, o recarga de agua subterránea). [GTIII 9.7.3]
- *Reutilización del agua de desecho y del agua*: Es necesario analizar más a fondo las emisiones procedentes de los procesos de tratamiento descentralizados y de las descargas incontroladas de aguas de desecho en los países en desarrollo. Es necesario analizar y cuantificar el impacto de una reutilización adecuada del agua sobre las estrategias de mitigación y de adaptación.

