

Nuevos desafíos para la gestión de los recursos hídricos: el papel de la CHI en el futuro

por Bruce Stewart*

Karl Hofius, en su artículo de este número del Boletín titulado “Evolución del papel desempeñado por la OMM en materia de hidrología y gestión de recursos hídricos” describe hábilmente la evolución del Programa de Hidrología y Recursos Hídricos de la OMM durante los últimos 50 años. Estos progresos han sido testigos de la integración de la hidrología operativa en las actividades de la OMM y del reconocimiento de este hecho a través de la adopción del lema “Tiempo, clima y agua” para la OMM. Las preguntas que se me han planteado han sido: desde aquí, ¿hacia dónde vamos? ¿Cuáles son los desafíos para los próximos 50 años?

Un primer paso importante de cara a decidir las futuras direcciones que tendremos que seguir y, por tanto, los desafíos a los que deberemos hacer frente, es analizar minuciosamente cuáles son los aspectos fundamentales a los que deben enfrentarse los responsables de la gestión de los recursos hídricos hoy en día y estimar cómo evolucionarán con el paso del tiempo. Por ejemplo, el señor Hofius, muy acertadamente, se centra en el final de su documento en la importancia de la hidrología en relación con el debate generado a partir del cambio climático.

Personalmente, resumiría los aspectos fundamentales que existen hoy en día de la forma que sigue a continuación:

- Cambio climático: aunque siempre hemos tenido que amoldarnos a un

clima variable, la mayor parte de los estudios, análisis y técnicas de gestión se han basado en la creencia de que el ciclo hidrológico tenía un carácter estacionario, es decir, aunque existieran fluctuaciones, el valor medio permanecería más o menos igual. Actualmente, existen cada vez más evidencias relativas a la existencia de tendencias en el ciclo hidrológico. Muchas zonas tienen que hacer frente a un clima cada vez más seco y cálido y, por tanto, a una menor disponibilidad de agua.

- Aumento de la vulnerabilidad ante episodios meteorológicos adversos: el Documento técnico sobre el cambio climático y el agua publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático hace hincapié en la posibilidad de que se produzcan episodios meteorológicos más frecuentes y más severos. Cada vez hay más población en riesgo y existe la posibilidad de que se produzca una variación en el perfil de riesgo de muchas zonas, por lo que la seguridad de las vidas humanas y de los bienes materiales será un asunto que se tendrá muy en cuenta en la agenda.
- Creciente demanda urbana: la población de los núcleos urbanos sigue aumentando y las zonas urbanas siguen extendiéndose, provocando

así una mayor presión sobre los sistemas de suministro de agua y una reducción de la disponibilidad de tierras cultivables, e incluso, en algunos casos, una mayor presión sobre los sistemas de captación para el suministro de agua.

- Sobreasignación de los recursos existentes: en muchos sistemas de suministro, el agua ha sido asignada sobre la base de la disponibilidad del pasado o de la demanda existente, y no se ha mantenido acorde con la disponibilidad actual o futura, por lo que muchos sistemas sufren un problema de sobreasignación.
- Extracciones sin restricciones: en muchas zonas no existen planes de gestión o restricciones sobre la extracción de agua (por ejemplo, el bombeo desde los ríos y las extracciones de agua subterránea). Este hecho ha originado una menor disponibilidad de agua y, en algunos casos, ha derivado en un agotamiento del recurso. La expansión de los diques agrícolas en algunas regiones también ha contribuido a la reducción del suministro del agua que accede a los sistemas fluviales.
- Cambio en la utilización del suelo: la tala de árboles, la expansión de las plantaciones y la apertura de nuevas zonas a la agricultura provocan impactos sobre los recursos hídricos; algunos acontecimientos imprevistos, como incendios forestales, pueden

* Presidente de la Comisión de Hidrología (CHI)



Se ha puesto cada vez más énfasis en la necesidad de que los flujos medioambientales mantengan los ecosistemas tales como los humedales. Las expectativas de la comunidad apuntan a que deberíamos percibir el entorno como un usuario legítimo y de prioridad preferente del agua.

provocar una reducción de la disponibilidad de agua y, por ende, causar problemas en lo referente a la calidad de la misma. Los cambios en el uso del terreno, incluso dentro de las zonas agrícolas, tienen implicaciones tanto para la disponibilidad del agua como para el uso de la misma.

- Requisitos medioambientales: se ha puesto cada vez más énfasis en la necesidad de que los flujos medioambientales mantengan los ecosistemas tales como los humedales y los entornos no consuntivos. Las expectativas de la comunidad apuntan a que deberíamos percibir el entorno como un usuario legítimo y de prioridad preferente del agua.

Estos ámbitos de preocupación seguirán siendo los principales impulsores de las acciones y respuestas de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). En general, se ha descrito la misión de los SMHN como la de suministrar la información fiable, imparcial y oportuna que se necesite para conocer los recursos hídricos de su zona de responsabilidad, incluyendo los siguientes aspectos:

- Minimización de la pérdida de vidas humanas y de bienes materiales como consecuencia de amenazas naturales relacionadas con el agua,

como crecidas, sequías y movimientos de tierra.

- Gestión eficaz de los recursos hídricos, tanto del subsuelo como en superficie, de cara a sus usos domésticos, agrícolas, comerciales, industriales, recreativos y ecológicos.
- Protección y mejora de los recursos hídricos de cara a la salud humana y del medio acuático, así como para preservar la calidad del entorno.
- Contribución a un desarrollo físico y económico racional de los recursos de la zona con el fin de que redunde en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

La reacción ante estos elementos impulsores requerirá que los SMHN establezcan programas que conduzcan a la gestión de los recursos de forma sostenible, tanto desde el punto de vista ambiental como desde el económico. Por tanto, la necesidad de contar con una mejor información sobre los recursos hídricos y con herramientas y técnicas de gestión hídrica más completas para hacer frente al cambio climático será uno de los principales desafíos del futuro.

A la hora de identificar los desafíos, me gustaría centrarme en los cuatro prin-

cipales ámbitos que contribuyen a que un sistema integral pueda disponer de servicios hidrológicos, y que son los siguientes: observaciones (incluyendo medición, transmisión e ingestión), control, análisis y evaluación (incluyendo la simulación), productos y servicios (incluyendo su prestación) e investigación de apoyo (incluyendo la investigación sin límite alguno).

Observaciones

La necesidad de información relativa al agua nunca ha sido tan alta como lo es hoy en día, y creo que será incluso más esencial en el futuro. El dicho “no puedes gestionar lo que no puedes medir” seguirá siendo aplicable en un futuro con una mayor restricción de recursos.

Sin embargo, debido a su propia naturaleza (por ejemplo, localizaciones remotas, basada en fenómenos y dificultades de medición directa), el proceso de recopilación de información hídrica de alta calidad es difícil y costoso. Aunque se han producido importantes avances en el registro de información (registradores de datos) y en la transmisión de información (teléfono y telemetría satelital), no se ha progresado demasiado en las mejoras relativas a la medición del caudal en sí.

Quizás el mayor avance ha sido el desarrollo de los perfiladores de corriente de efecto Doppler (ADCP). Los dispositivos ADCP se emplean para medir la velocidad del agua que se desplaza a través de una columna de agua. Un dispositivo ADCP anclado en el fondo marino puede medir la velocidad de la corriente no solo en la parte inferior, sino también en intervalos regulares a lo largo de toda la trayectoria existente hasta la superficie. El instrumento también puede instalarse de forma horizontal en los muros de los muelles, o bien en pilotes de puentes situados sobre ríos y canales, con el fin de medir el perfil de corriente de orilla a orilla; además, también podrán colocarse en el fondo de una embarcación o de una boya, con la intención de registrar mediciones de corrientes constantes mientras dicha embarcación esté en movimiento. En zonas muy profundas, pueden bajarse desde la superficie mediante un cable.

Las mejoras más importantes en las comunicaciones y en la gestión de bases de datos han tenido lugar en el pasado, y seguirán en el futuro; además, podemos esperar que muchas de las técnicas de ingestión y asimilación de datos y asociadas a otros análisis diferentes que se aplican en meteorología se utilicen también en hidrología, especialmente cuando caminemos hacia estructuras conjuntas de simulación.

Sin embargo, en los últimos años, ha habido una actividad relativamente escasa en lo que respecta a las intercomparaciones entre los diversos instrumentos, métodos de medición, suministro de datos y mecanismos de almacenamiento, así como en lo relativo al modelo de asesoramiento técnico y de formación profesional en la utilización de los instrumentos. Los principales desafíos para el futuro serán:

- El desarrollo de técnicas de instrumentación y medida que mejoren la precisión de la información sobre los recursos hídricos, teniendo en cuenta que en ella se incluyen aspectos como el nivel, el flujo, la calidad, el uso, la reutilización, las asignaciones, los intercambios, etc.
- Garantizar que las técnicas de medida se ajusten a las normas establecidas.
- Garantizar que los metadatos adecuados sean recopilados, conservados y puestos a disposición de los usuarios de un modo sencillo.
- Mejorar el acceso y la disponibilidad de la información relativa al flujo fluvial en tiempo real, conjuntamente con otras informaciones acerca del recurso y de su utilización.
- Hacer un uso apropiado de las técnicas de medición por satélite, a la par que garantizar la disponibilidad de la información relativa a su precisión y fiabilidad; asimismo, otro de los desafíos será tener la capacidad de comentar y relatar a los demás las observaciones procedentes de diversas técnicas de

medida con arreglo a las normas establecidas.

- Definición de un formato normalizado, internacionalmente acordado, de intercambio de la información hídrica a través del desarrollo y la evaluación de un modelo conceptual de información sobre los recursos hídricos, que corresponda a un lenguaje de marcado.

La OMM desempeña un papel primordial en este ámbito y, gracias a los nuevos acuerdos alcanzados con la Organización Internacional para la Normalización, debería seguir ofreciendo asesoramiento, consejo y evaluaciones de apoyo (como, por ejemplo, las intercomparaciones) en el seno del Marco de referencia para la gestión de la calidad en el campo de la hidrología. La coherencia y la comprensión de las limitaciones e incertidumbres a nivel nacional, regional e internacional serán elementos fundamentales en el futuro. Por otra parte, también se deberá continuar con el asesoramiento ofrecido a los países menos desarrollados, así como con la ayuda prestada a estos a través de iniciativas como el Sistema mundial de observación del ciclo hidrológico (WHYCOS).

Control, análisis y evaluación

La observación de la información supone el primer peldaño en la escala de valor de los datos. Para que los datos alcancen su máximo potencial, deberán someterse a análisis y ser empleados en el desarrollo de productos y servicios de información hídrica que conduzcan a un mejor desarrollo y gestión del recurso.

La Guía de prácticas hidrológicas de la OMM ofrece asesoramiento con fundamento científico para la simulación hidrológica, que conforma la base de la evaluación de los recursos hídricos y de la predicción hidrológica.

Los desafíos planteados de cara al futuro en este ámbito serán aspectos como el desarrollo de técnicas de análisis y simulación que permitan un enfoque integral

de la gestión de recursos. Los avances en las capacidades de simulación están estrechamente vinculados con los avances experimentados en la capacidad de los ordenadores. Los modelos suelen desarrollarse sobre la base de investigaciones científicas acerca de las propiedades físicas del movimiento del agua en el entorno. Durante los últimos años, las capacidades de simulación han mejorado hacia una mayor integración entre los elementos del ciclo hidrológico, y también en lo que se refiere a unas relaciones más estrechas entre los encargados de llevar a cabo tareas de simulación en los ámbitos de la meteorología y la hidrología. Algunos ejemplos concretos son: la estimación de lluvia por radar o satélite, la aportación de datos de predicción numérica del tiempo a los modelos hidrológicos y el perfeccionamiento de la información sobre proyecciones climáticas estacionales incorporada a los sistemas de predicción hidrológica.



Control de los recursos hidrológicos: la observación supone el primer peldaño en la escala de valor de los datos.

Asimismo, también se han producido importantes avances en las capacidades y en los productos de simulación de información espacial a través de la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG). Los hidrólogos emplean la tecnología de los SIG para integrar diversos datos y aplicaciones en un sistema más manejable. Por ejemplo, el conjunto de herramientas contenido en Arc Hydro facilita la creación, manipulación y visualización de las características y los objetos hidrológicos dentro del entorno ArcGIS. En este caso, el desafío será garantizar que los modelos sean realistas y aplicables en la práctica.

Siempre habrá que tener en cuenta que la calidad de los resultados y de los productos procedentes de la simulación seguirá dependiendo en gran medida de la calidad de la información hídrica recopilada en el ámbito en cuestión.

La OMM puede ayudar en este sentido manteniendo actualizado el asesoramiento técnico y el acceso a las tecnologías contrastadas más modernas, y mejorando su documentación de accesibilidad y de apoyo. Asimismo, el asesoramiento sobre la utilización e idoneidad de las nuevas técnicas en regiones con pocos datos también supondrá una valiosa aportación.

Productos y servicios

Según vamos avanzando, cada vez será más importante el hecho de que exista una estrecha relación de todos los elementos derivados de las observaciones, el análisis y la investigación con los usuarios de los servicios y productos desarrollados por los SMHN, independientemente de que estos sean evaluaciones relativas a la disponibilidad de recursos hídricos, información de diseño fundamental para estructuras hidráulicas, herramientas de control y gestión, predicciones de crecidas o caudales, y alertas por crecida. Por consiguiente, la utilización de los nuevos mecanismos de comunicación, como el sistema de envío de mensajes cortos (SMS), internet y la futura evolución en estos ámbitos, será de gran interés para los SMHN. Estas estrechas relaciones constituirán mecanismos importantes

tanto para el diseño como para el desarrollo de nuevas y mejores herramientas, así como de cara al suministro de información sobre limitaciones e incertidumbres, y para obtener información de retorno acerca de las mejoras que puedan lograrse y de los beneficios alcanzados.

Dos ejemplos son el suministro de información hidrológica en forma de evaluaciones de la disponibilidad de agua y las predicciones de los niveles de crecida. El hecho de contar con internet y con información basada en protocolo web ha provocado grandes cambios respecto al modo de acceder a la información, así como en la puntualidad registrada a la hora de disponer de la información necesaria. Actualmente, no resulta extraño que la información hídrica esté disponible en tiempo real (en formato de gráficos y tablas), ni tampoco que se puedan obtener datos históricos a través de internet. Además, los informes y los estudios de casos relacionados con el agua suelen estar disponibles en internet, ya sea para acceder a ellos o para descargarlos. Los avances futuros llevarán a mejoras en la calidad y accesibilidad de esta información, además de en su presentación. Por ejemplo, el suministro de mapas de inundaciones por crecidas como parte del proceso de predicción y alerta de crecidas posibilitará que los grupos de los servicios de emergencia puedan llevar a cabo labores preventivas y planifiquen

acciones de respuesta basadas en la información mejorada.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, es prácticamente cierto que uno de los desafíos fundamentales para el futuro será el desarrollo de metodologías y modelos destinados a permitir la difusión de productos y servicios que apoyen la gestión de los recursos hídricos en un entorno cambiante. El cambio climático y el crecimiento de la población seguirán siendo elementos impulsores para obtener unos productos y servicios hidrológicos nuevos y mejorados. En consecuencia, la Comisión de Hidrología ha propuesto actividades conjuntas con la Comisión de Climatología, que se centrarán en los siguientes aspectos:

- Completar la identificación de estaciones sensibles ante el clima y el análisis de sus datos (incluyendo la obtención de los mismos (con la ayuda del Centro mundial de datos de escorrentía) y la puesta en marcha de estudios de detección de tendencias).
- Preparar material de asesoramiento relativo a la predicción de flujos estacionales (junto con todo lo relacionado con la predicción hidrológica y con la reducción del riesgo de desastres de esta naturaleza), incluyendo la estimación de incertidumbres.



El cambio climático y el crecimiento de la población son los elementos impulsores para obtener unos productos y servicios hidrológicos nuevos y mejorados así como para lograr una gestión sostenible de los recursos hídricos.

- Preparar material de asesoramiento sobre el posible uso de las capacidades actuales en materia de simulación climática a nivel regional de cara a la evaluación y gestión de los recursos hídricos.
- Preparar material de asesoramiento sobre las necesidades de información climática de los gestores de los recursos hídricos orientado a operaciones, planificación a largo plazo y diseño.
- Preparar material de asesoramiento sobre predicción e índices de sequía, incluyendo la estimación de incertidumbres.

Investigación

La investigación y el desarrollo en apoyo de la prestación de productos y servicios hidrológicos pueden coordinarse con arreglo a cuatro categorías concretas, a saber:

- **Sistemas de información hídrica:** las actividades se centrarían en el desarrollo de una arquitectura de sistemas de información hídrica que sea sólida, con capacidad de mejora y con cambios en las fuentes de datos, sus aplicaciones y tecnologías. Esto incluye una estructura de normas abiertas para el intercambio de información, los datos y servicios informáticos, así como para las herramientas de consulta, la garantía de calidad y el análisis de datos históricos y en tiempo real a partir de la infraestructura de control.
- **Productos de datos:** las actividades incluirían el desarrollo de metodologías, modelos de datos y técnicas para crear y mantener los productos fundamentales de información hidrológica, con el fin de apoyar la gestión de los datos hídricos, así como el informe de los mismos, su predicción, evaluación y contabilidad.

- **Contabilidad y evaluación del agua:** desarrollo de información espacial y temporal acerca de la generación, distribución y uso, tanto en el pasado como en el momento actual, de los recursos hídricos. Esta información se utilizará para desarrollar balances hídricos y evaluaciones de los recursos hídricos, además de para realizar la contabilidad hídrica nacional y estudiar las interacciones de los componentes del ciclo hidrológico a diferentes escalas.
- **Predicción hídrica:** ampliación de los servicios de pronóstico hidrológico desde la predicción de crecidas a corto plazo hasta la predicción continua de flujos, inundaciones y demanda de agua con arreglo a varios días, así como predicciones de disponibilidad de recursos hídricos para una o más estaciones.

Con el fin de disponer de una gestión del agua completamente eficaz, resulta fundamental contar con la capacidad de comprender y predecir el movimiento y la disponibilidad del agua en el marco de todos los componentes del ciclo hidrológico, además de poder simular los impactos de diversos cambios del paisaje sobre la distribución y disponibilidad del agua. El desarrollo de un Simulador del sistema terrestre ofrece esta capacidad a través de una simulación completa de la atmósfera de la Tierra. Estas simulaciones pueden aportar predicciones sobre la disponibilidad y distribución del agua a lo largo de escalas espaciales que van desde las pequeñas zonas de captación hasta regiones más amplias, pasando por las cuencas fluviales, y escalas temporales de horas a semanas, e incluso más. Los resultados pueden incluir la disponibilidad hídrica en función de los flujos fluviales para la gestión del almacenamiento y la asignación de los recursos hídricos, así como variables como la humedad del suelo, que serán importantes de cara a la toma de decisiones en muchos procesos de naturaleza agrícola como, por ejemplo, el suministro de agua y la gestión de aplicaciones hídricas.

Colaboración entre los Servicios Meteorológicos Nacionales y los Servicios Hidrológicos Nacionales

El futuro de los servicios hidrológicos estará cada vez más vinculado al de los servicios meteorológicos. Por consiguiente, otros ámbitos que la OMM debe considerar como desafíos para el futuro son:

- unas predicciones meteorológicas más precisas y de mayor duración, especialmente en lo que se refiere a las predicciones de precipitación;
- unas perspectivas estacionales más precisas;
- unas estimaciones de la precipitación a partir de los datos de radar y de satélite; y
- un suministro de productos integrados.

Con la presión de elementos impulsores como el crecimiento de la población y el cambio climático, los Servicios Hidrológicos Nacionales (SHN) seguirán centrándose en la gestión sostenible de los recursos hídricos. Por tanto, cualquier herramienta que pueda desarrollarse para ayudar a la hora de tomar decisiones y colaborar con los SHN para que estos puedan cumplir su misión será bien recibida. Los Servicios Meteorológicos Nacionales se encuentran en una posición determinante para colaborar con los SHN a este respecto; la cooperación y coordinación con carácter continuo entre estos grupos será fundamental.

Referencia

Documento técnico sobre el cambio climático y el agua publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en preparación), <http://www.ipcc.ch/meetings/session28/doc13.pdf>