

# Necesidades asociadas con la creación de capacidad en los Servicios Hidrológicos Nacionales

por Julius Wellens-Mensah\*

## Servicios hidrológicos

**En términos generales, un servicio hidrológico es una institución cuya actividad principal es el suministro de información relacionada con el ciclo del agua (o hidrológico) y con el estado y la evolución de los recursos hídricos de un país.** Este servicio puede existir como (OMM-No. 1003, 2006):

- un Servicio Hidrológico Nacional (es decir, con cobertura a nivel nacional);
- una parte de un Servicio Hidrometeorológico Nacional o de un Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional;
- uno de los Servicios Hidrológicos sectoriales principales;
- un Servicio Hidrológico federal con muchos Servicios Hidrológicos estatales/regionales.

En este artículo se hará especial hincapié en los Servicios Hidrológicos Nacionales, entendiendo que la mayor parte de temas planteados y tratados son igualmente aplicables a los otros modelos de Servicios.

## Papel de los Servicios Hidrológicos Nacionales

El papel de un Servicio Hidrológico Nacional (SHN) es el de suministrar información precisa acerca de las condiciones y la evolución de los recursos hídricos del país. Se necesita

esta información para lograr el desarrollo económico y social, así como para mantener la calidad medioambiental; y, en general, se utiliza para la planificación, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos.

Desde el punto de vista internacional, los datos y la información de naturaleza hídrica son necesarios como aportación a los programas y actividades internacionales, así como para la realización de experimentos globales que implican interacciones de la tierra, el océano y la atmósfera.

## Algunos usos específicos de la información hidrológica

El suministro de información hidrológica relativa al estado y a las tendencias de los recursos hídricos de un país se destina a las siguientes utilidades (*Guía de prácticas hidrológicas*, OMM-No. 168):

- la evaluación de los recursos hídricos de un país (cantidad, calidad, distribución temporal y espacial), el potencial para el desarrollo de este recurso y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura.
- la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos hídricos;
- la evaluación de los efectos ambientales, económicos y sociales de las prácticas de gestión, actuales o previstas, de los recursos hídricos, así como la adopción de políticas y estrategias adecuadas;

- la evaluación de las repercusiones en los recursos hídricos de las actividades de otros sectores, como la urbanización o la explotación forestal;
- la seguridad de personas y bienes frente a los riesgos relacionados con el agua, en particular las inundaciones y las sequías.

## Funciones y responsabilidades de los Servicios Hidrológicos

Para satisfacer las necesidades derivadas de ofrecer una información precisa y fiable sobre los recursos hídricos, un Servicio Hidrológico deberá llevar a cabo las siguientes funciones y actividades (*Guía de actividades hidrológicas*, OMM-No. 168):

- establecer las necesidades de los usuarios actuales y futuros en materia de información sobre los recursos hídricos;
- determinar las normas (exactitud, precisión, frecuencia, disponibilidad, etc.) de los datos que se requieren para satisfacer esas necesidades;
- diseñar y establecer redes hidrométricas para medir los diferentes tipos de datos requeridos;
- establecer métodos para la transferencia de información desde los sitios de medición hasta otras localidades de la región en las que sea representativa;

\* Vicepresidente de la Comisión de Hidrología de la OMM

- recoger datos y mantener el control de calidad del proceso de recopilación de datos mediante la inspección de los equipos y las prácticas de campo;
- procesar y archivar los datos y mantener un control en la calidad y seguridad de los datos archivados;
- facilitar a los usuarios el acceso a los datos, para los períodos, los lugares y de acuerdo con las características solicitadas, sobre todo:
  - difusión de predicciones hidrológicas y alertas;
  - publicación de anuarios de datos básicos;
  - preparación de informes sobre los recursos hídricos, con un resumen de datos analizados; por ejemplo, la publicación de atlas hidrológicos o la creación de bases de datos en sistemas de información geográfica;
  - información para el diseño de proyectos y en especial sobre las frecuencias de caudales extremos;
  - informar a los usuarios potenciales de la información disponible y ayudarlos a hacer el mejor uso de ella;
  - crear nuevas técnicas y realizar investigaciones sobre los procesos hidrológicos y conexos para ayudar al usuario a interpretar y comprender los datos;
- fomentar la formación continua del personal y otras actividades relacionadas con la calidad, como la preparación de manuales de instrucción e informes de evaluación de nuevos instrumentos;
- asegurar la coordinación con otros órganos que obtengan información relativa al agua o sobre otras cuestiones importantes como la hidrogeología, el uso del agua, la topografía, la utilización de la tierra o la información climática;
- representar los intereses nacionales en organismos internacionales con competencias de naturaleza hídrica.

En el diagrama adjunto se resumen las funciones de un Servicio Hidrológico.

## Creación de capacidad

Los elementos básicos de la creación de capacidad son el fortalecimiento o el desarrollo de las instituciones, de sus sistemas de gestión y de sus recursos humanos (Declaración de Delft, Delft, 1991).

La creación de capacidad en materia de evaluación de recursos hídricos, según el Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Capítulo 18), consta de cuatro elementos básicos interrelacionados:

- creación de un entorno propicio con la política y los marcos legales adecuados;
- fortalecimiento y desarrollo institucional, incluyendo la participación de las comunidades locales;
- desarrollo de los recursos humanos, incluyendo la mejora de los sistemas de gestión y los intereses de los usuarios del agua;

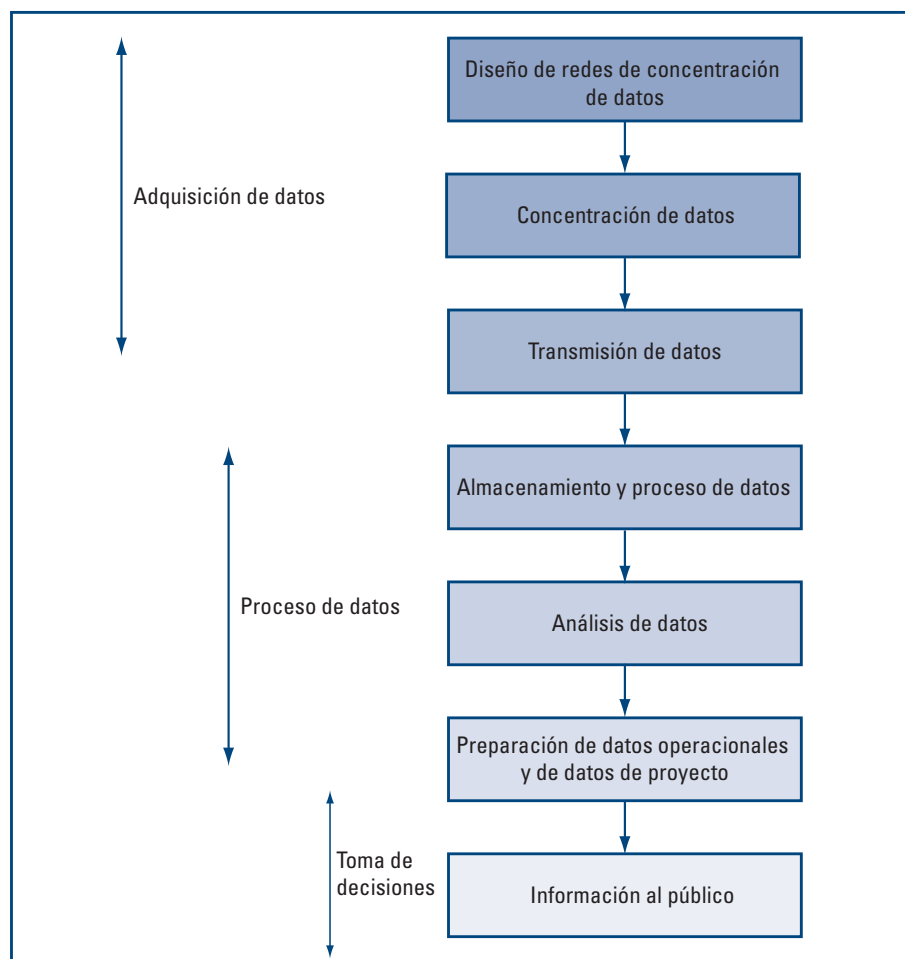
- concienciación y formación a todos los niveles.

Con el fin de cumplir con sus obligaciones, llevar a cabo sus diferentes funciones y suministrar los servicios que se le requieren, un SHN tiene que crear capacidades a nivel institucional, operativo y en lo relacionado con los recursos humanos.

## Creación de capacidad institucional

### Margo legal, administrativo y de gestión

El requisito previo para la creación de capacidad institucional es contar con un entorno propicio, auspiciado por un marco legal y administrativo que atribuya a los SHN funciones y mandatos claros en calidad de agencia o de una de las agencias (en el caso de que hubiera varias) encargada de la recopilación y difusión de datos hidrológicos. Además, un SHN deberá poseer un sistema gestor que



Actividades de un Servicio Hidrológico

abarque todos los niveles de la gestión, a saber, estratégico, táctico y operativo.

## Gestión de la calidad

Además de un marco gestor destinado a la administración y gestión cotidianas, la tendencia actual de los procesos de gestión establece que un SHN también debería incorporar procesos de gestión de la calidad en el seno de dicho marco.

## Marco de referencia para la gestión de la calidad de la OMM

La creciente necesidad de satisfacción del cliente a la hora de suministrar servicios y productos hidrológicos requiere la introducción de un sistema de gestión de la calidad en el funcionamiento de un SHN. El marco actual de referencia para la gestión de la calidad (MGC) de la OMM en el ámbito de la hidrología, aunque resulta útil, no es adecuado para satisfacer las necesidades de gestión de calidad de los SHN. El marco existente de gestión de la calidad que auspicia a los SHN consta de una serie de documentos y materiales de asesoramiento técnico de la OMM, como reglamentos técnicos, manuales, guías, directrices y documentos técnicos. Esta documentación se centra sobre todo en aspectos técnicos de los sistemas y mediciones relacionados con la observación hidrológica. Recientemente, se ha incorporado a la documentación del MGC la publicación de la OMM "Guidelines on the Role, Operation and Management of National Hydrological Services" [Directrices sobre el papel, funcionamiento y gestión de los Servicios Hidrológicos Nacionales] (WMO, No. 1003 (2006)), que se ha revelado como un útil material de asesoramiento para los SHN. Sin embargo, la totalidad del actual MGC de la OMM para el ámbito de la hidrología no consigue hacer frente a las necesidades de los sistemas de gestión de la calidad de los SHN.

## Sistema de gestión de la calidad

Un sistema de gestión de la calidad (QMS, por sus siglas en inglés) va más allá de los aspectos meramente técnicos de funcionamiento, llegando a un enfoque del proceso que implica la totalidad de las características de funcionamiento de un SHN. Un QMS podría definirse como la estructura, los pro-

cesos, los procedimientos y los recursos de organización necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad. Está diseñado para lograr un mayor nivel de eficacia y eficiencia en el funcionamiento de un SHN a fin de satisfacer las necesidades de los clientes. La introducción de un QMS que se base, por ejemplo, en los principios de los sistemas de gestión de calidad que se ajustan a la norma ISO 9001:2000, asegura el control, la garantía y la mejora en términos de calidad de los procesos de funcionamiento de un SHN. Los principios de la norma ISO 9000:2000 son el enfoque al cliente, el liderazgo, la participación del personal, el enfoque basado en procesos, el enfoque de sistema para la gestión, la mejora continua, el enfoque basado en hechos para la toma de decisión y las relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Para poner en funcionamiento un QMS eficaz y basado en los principios de la norma ISO 9000:2000, un SHN tiene que desarrollar un mínimo de seis procedimientos documentados, a saber: control de documentos, control de registros, auditoría interna, control de servicios no conformes, acción correctiva y acción preventiva.

Llegados a este punto, conviene mencionar que otros sistemas de gestión de calidad que se utilizan actualmente incluyen el Programa Nacional de Calidad Malcolm Baldrige, el Programa Six Sigma y el Modelo de la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad.

## Necesidades de infraestructura

Con un panorama de redes en proceso de deterioro y de reducción, los SHN tienen que renovar o mantener la infraestructura necesaria para poder atender su función básica de recopilación de datos hidrológicos. Esta infraestructura incluye una red con instrumentos de medición situados en ríos para la recopilación de datos y un sistema de transmisión de datos en tiempo real o casi real por telemetría o vía satélite. La infraestructura puede ampliarse con la adquisición e instalación de nuevas tecnologías disponibles, que estén dotadas de una mayor precisión y resulten rentables, como por ejemplo buzos, registradores de datos y sensores radar del nivel de agua para realizar medidas de dicho nivel, así como perfilado-

res de corriente de efecto Doppler (ADCP) que miden la corriente. La tecnología de la telefonía móvil también ofrece una alternativa rentable para la transmisión de datos en tiempo real o casi real.

En el caso de la recopilación de datos fisiográficos, la mejora experimentada desde los instrumentos de nivelación topográfica hasta los instrumentos de medición de toda la estación y los sistemas de posicionamiento mundial (GPS) facilita en gran medida la recopilación de datos de naturaleza fisiográfica, con una mayor precisión y eficacia, con menos personal y en menos tiempo.

Para realizar medidas de calidad del agua y de sedimentos, las necesidades de capacidad de un SHN varían desde contar con equipos de campo como dispositivos para la recogida de muestras y útiles de laboratorio portátiles para llevar a cabo mediciones sobre el terreno, hasta disponer de un laboratorio fijo para efectuar análisis más complejos.

Los SHN también necesitan elementos de apoyo, como cursillos para el mantenimiento de instrumentos y equipos de campo, bibliotecas bien surtidas con los fondos de referencia más importantes y revistas actualizadas, a fin de mantenerse al día en lo relativo a las tecnologías y prácticas de vanguardia. Un SHN moderno debe contar con unas buenas herramientas de correo electrónico e internet, dotadas de conexión de banda ancha y alta velocidad.

## Proceso y difusión de datos

Las actividades principales básicas de los SHN incluyen el proceso y la difusión de los datos. Para llevar a cabo esas actividades con eficacia, los SHN deberán adquirir o mejorar sus capacidades de cálculo, almacenamiento y gestión de datos hidrológicos, con el fin de poder manejar el siempre creciente volumen de datos recogidos. Frente al constante peligro de infección por virus informáticos, los SHN tienen que prestar una mayor atención a la seguridad y protección de datos, con una perspectiva que vaya más allá de las copias rutinarias de seguridad. La tecnología con la que cuentan los nuevos ordenadores se basa en varios discos duros, que reflejan la información contenida en el dispositivo de disco duro activo, ofreciendo así una mayor seguridad y pro-



*Dispositivo registrador automático del nivel del agua*

tección de los datos. Muchos programas informáticos de gestión de datos hidrológicos ofrecen la posibilidad de publicar estos datos, mejorando la capacidad de difusión de los mismos; otros sistemas que mejoran la difusión de datos y de los que deberían beneficiarse los SHN son la producción de CD, la transmisión por correo electrónico y, en los lugares donde la política nacional lo permita, las páginas web.

## Creación de capacidad operativa

El límite entre la capacidad operativa y la institucional es muy delicado, no está firmemente establecido y a menudo se producen situaciones de solapamiento. La diferencia fundamental estriba en que la capacidad institucional puede percibirse como una "capacidad instalada" orientada a permitir que un SHN pueda cumplir sus tareas y suministrar los servicios que se le exigen, mientras que la capacidad operativa ofrece los medios para utilizar esta "capacidad instalada" con el fin de prestar los servicios de forma real.

De esta manera, la capacidad operativa está relacionada con la prestación de la logística, en forma de vehículos para el trabajo de campo y de un presupuesto adecuado para afrontar los gastos operativos y de otra naturaleza, por ejemplo. El presupuesto operativo podría ser una miscelánea de fondos de asignación gubernamental y de un entorno propicio que permitiera la recuperación de costes, así como la recaudación y conserva-

ción de fondos generados de manera interna a partir de servicios suministrados con el fin último de crear un mecanismo de financiación autosostenible que cubra los costes operativos.

La capacidad de generar ingresos a partir de los servicios de forma sostenible procede principalmente del suministro de servicios relacionados con la hidrometría, como es el caso de la creación y calibración de una estación, el control de estaciones de recopilación de datos y detección de polución y contaminantes, el análisis hidrológico de proyectos, la predicción de caudales, inundaciones y sequías, el desarrollo de productos hidrológicos y la realización de evaluaciones de impactos ambientales relacionados con el agua. La venta de datos no es ni viable ni sostenible. Si un SHN quiere elaborar productos hidrológicos que sean útiles, ha de desarrollar unas sólidas posibilidades en materia de simulación, a través de la adquisición y el dominio de aplicaciones informáticas hidrológicas, y también de herramientas, rutinas y procedimientos relativos a los sistemas de información geográfica (SIG).

Más allá del suministro de servicios y productos, los SHN tienen que aumentar sus posibilidades de ampliar la cadena de datos e información de valor añadido de carácter hidrológico, utilizando su experiencia para convertir este conjunto de información y conocimientos en recomendaciones destinadas a plantear respuestas a las condiciones y desafíos, en forma de sistemas y herramientas de aviso y de apoyo a la toma de

decisiones para clientes y usuarios finales. Algunos sectores que podrían beneficiarse de los sistemas de apoyo a las decisiones son, entre otros, los relacionados con la adaptación a los impactos del cambio climático en los recursos hídricos, la gestión medioambiental, la gestión de sequías e inundaciones, la mitigación y gestión de desastres relacionados con el agua, y la disponibilidad y asignación de los recursos hídricos en diferentes lugares.

Es importante promocionar los servicios, productos y sistemas y herramientas de apoyo a la toma de decisiones disponibles que un SHN puede ofrecer a los usuarios finales, así como sensibilizarlos al respecto. El suministro de información vía internet y por sistemas basados en el protocolo web se ha convertido en un medio útil, que debe sumarse a los tradicionales para difundir la información a los clientes y usuarios finales. El desarrollo de servicios y productos debería llevarse a cabo en concordancia con las necesidades de los usuarios finales, conocidas a través de la interacción con ellos.

## Creación de capacidad en materia de recursos humanos

Es crucial que un SHN sostenible disponga de unos recursos humanos con la formación adecuada y en un número apropiado en todos los niveles (estratégico, táctico y operativo).

Tradicionalmente, los recursos humanos con los que cuentan los SHN son:

- técnicos auxiliares, normalmente con educación secundaria y, además, con formación limitada en aspectos técnicos;
- técnicos superiores, habitualmente con educación secundaria y con una preparación formal especializada en un campo técnico, pero a un nivel no académico;
- profesionales que cuentan con títulos académicos en hidrología o en ingeniería civil, ingeniería agrícola, física, matemáticas, informática, estadística,

geología, geografía, biología o química y que han cursado estudios de posgrado de formación especializada en aspectos relacionados con la hidrología o la evaluación de recursos hídricos.

Para los profesionales, existen dos orientaciones principales en el ámbito de la hidrología: una hacia la geociencia, y la otra hacia la ingeniería. Un SHN equilibrado requiere contar con experiencia en ambos campos.

Además del personal técnico, un SHN necesita personal con aptitudes de gestión en los niveles estratégico, táctico y operativo, así como contar con las personas adecuadas que se encarguen de desempeñar las funciones administrativas, contables e informáticas. En línea con la necesidad de atender las demandas del cliente y con las cada vez más acuciantes necesidades de gestión de calidad en las organizaciones proveedoras de servicios, deberá desarrollarse la experiencia necesaria para introducir y poner en marcha un sistema de gestión de la calidad en los SHN.

Los factores clave para implantar de manera satisfactoria un sistema de gestión de la calidad en un SHN, que implique a todo su personal, son:

- El compromiso pleno de los máximos gestores. Esto implica una asignación adecuada de recursos para poner en marcha el sistema de gestión de la calidad, así como la implicación de la dirección a este respecto.
- La participación del personal, su compromiso para con el sistema de gestión de la calidad y la comprensión del mismo. Este aspecto incluye la preparación necesaria para asumir responsabilidades adicionales como pueden ser las verificaciones diarias de la coherencia y otros procesos de control de la calidad.
- El suministro de la formación adecuada en el sistema de gestión de la calidad tanto para la dirección como para el personal.

El desarrollo de los recursos humanos debería basarse en el punto de vista, en la misión y en los objetivos que establezca



Universidad de Idaho

*Clase de gestión en un aula móvil*

el propio Servicio Hidrológico y, por tanto, tendría que contar con un presupuesto y desarrollarse como una actividad habitual. Por tanto, el desarrollo de los recursos humanos en los SHN debería dirigirse a dimensionar adecuadamente los distintos niveles de actividad, así como a sustituir o renovar la parte de la plantilla perdida como consecuencia de jubilaciones, ascensos a puestos gestores o administrativos más elevados, renuncias y amortizaciones de personal. Hay que seguir una estrategia de desarrollo de los recursos humanos que se base en la formación y la enseñanza continua tanto para la dirección como para el conjunto del personal, y siempre en función de los estudios de necesidades de los requisitos de la plantilla de un SHN y de los análisis de necesidades en materia de formación de sus empleados. Para lograr un total desarrollo de los recursos humanos, es preciso que la formación y la enseñanza continua se complementen con la asignación de unos niveles adecuados de responsabilidad tras la formación dentro del propio Servicio, a fin de facilitar que el personal adquiera experiencia y confianza.

La formación y la enseñanza continua de los recursos humanos de un SHN deberían aprovechar todos los modos de formación disponibles: formación dentro de la propia institución; enseñanza formal superior en instituciones de formación; seminarios, cursos y conferencias; enseñanza continua y desarrollo profesional.

## Formación dentro de la propia institución

La formación dentro de la propia institución es más adecuada para los técnicos auxiliares, así como para el equipo profesional y los técnicos superiores recién incorporados. Además de una gran dosis de conocimientos técnicos, ofrece a los empleados en formación la orientación necesaria acerca del Servicio. La formación dentro de la propia institución consta de procesos de estudio teórico y de aprendizaje práctico durante la estancia en el puesto de trabajo. Este tipo de formación resulta más eficaz si se ofrece acompañada de materiales y manuales escritos del curso que se está realizando. La OMM debería plantearse el hecho de colaborar con los SHN para desarrollar esta documentación de enseñanza, especialmente para la formación de los técnicos con objeto de establecer una formación normalizada de los mismos. La formación dentro de la propia institución también debería incluir cursos para refrescar conocimientos dirigidos a todo el personal existente. Siempre que surja la oportunidad, habría que aprovechar la colaboración con otra institución relevante en la materia, incluidas las prácticas en ella, con el fin de ampliar el horizonte de visión de los empleados en proceso de aprendizaje. Las rotaciones por diferentes unidades del Servicio también podrían lograr resultados similares.

## Enseñanza formal superior en instituciones de formación

La enseñanza formal superior en el campo de la hidrología y los cursos asociados suelen ser de larga duración, oscilando entre los seis y los 24 meses; los recibe el personal de la plantilla que cuenta con titulación académica en la disciplina correspondiente. Estos cursos, que se imparten en universidades e instituciones especializadas, conducen a la obtención de un título de posgrado o de máster; hay pocas universidades o instituciones que ofrezcan cursos completos en el campo de la hidrología a nivel de estudios universitarios. Por regla general, estos cursos consiguen que el empleado en proceso de formación adquiera una calificación formal reconocida en el campo de la hidrología y/o en la ingeniería relacionada con los recursos hídricos. Ante la creciente necesidad de realizar actividades de investigación en los SHN, sería conveniente fomentar los esfuerzos conscientes en aras de lograr el desarrollo de algunos profesionales, que dan muestras de la capacidad suficiente, hacia el nivel de doctorado para dirigir el proceso de investigación en sus respectivos Servicios. En algunas instituciones existen también cursos personalizados orientados a la formación de los técnicos superiores. Los Centros regionales de formación profesional de la OMM son especialmente útiles, y deben reforzarse y establecerse en más Regiones de la OMM.

## Seminarios, cursillos y conferencias

Los seminarios, cursillos y conferencias son acontecimientos de corta duración, y resultan adecuados para los técnicos superiores y profesionales. Ofrecen la oportunidad de adquirir competencias en un aspecto concreto de la hidrología, de estudiar las nuevas metodologías y de promover el intercambio y la aportación de ideas junto con otros profesionales. Estos eventos pueden estar organizados por organismos, sociedades o asociaciones de carácter profesional local, y por organismos regionales o internacionales, como la OMM, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, o el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Estos organismos constituyen plataformas muy útiles para mantenerse al corriente de todo lo relacionado con las tendencias en el sector.

## Enseñanza continua y desarrollo profesional

La enseñanza y el desarrollo profesional continuados son elementos que cada uno de los integrantes de la plantilla de un SHN debería tener presente para mantenerse actualizado y ser competente dentro del Servicio. En el caso de la mayor parte del personal experimentado, estos procesos constituyen el vehículo para lograr una pre-

paración adecuada con respecto a la gestión y la administración. Esta formación relativa a la gestión se podrá recibir en una institución académica nacional dedicada al personal que trabaja en las administraciones públicas o a través de estudios a tiempo parcial en una universidad o en un instituto de formación en materia de gestión. También cabe la posibilidad del aprendizaje a distancia y por medios telemáticos no solo para los cursos de gestión, sino también para los cursos técnicos relacionados con la hidrología y los recursos hídricos. La enseñanza continua tiene la ventaja de que aumenta la profundidad y la extensión de las competencias de un profesional, motivo por el cual tiene que llevarse a cabo de forma consciente y diligente. Como aportación a la expansión del conocimiento en hidrología y recursos hídricos, los profesionales deberían considerar si emprender o no estudios de investigación, a tiempo parcial o a través de un "programa puente" (que cada vez gozan de una mayor difusión), que desemboquen en un título de doctorado. La combinación de la experiencia en el sector y de los estudios de investigación supondría una importante contribución al estudio y la práctica en materia de hidrología y recursos hídricos.

Para cumplir sus objetivos, un SHN tiene que desarrollar sus recursos humanos y su capacidad con el fin de ofrecer servicios, productos y sistemas y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, y todo ello dirigido tanto a sus clientes como a los usuarios finales y a la sociedad en general. La adquisición de programas informáticos de aplicación y de herramientas de simulación aumenta las posibilidades de que un SHN cumpla las expectativas que despierta en la sociedad.

Además de los programas informáticos de aplicaciones y de las herramientas de simulación, existe la necesidad de implantar un grupo principal de encargados de desarrollar modelos y productos con el fin de mantener esta actividad, con un mecanismo integrado de intercambio de experiencias y técnicas con otros colegas.

Un buen punto de partida consiste en que los SHN utilicen el mecanismo de transferencia de tecnología de la OMM, denominado Sistema de hidrología operativa para fines múltiples (HOMS). El HOMS facilita el



intercambio de tecnología entre los SHN, haciendo especial hincapié en el hecho de compartir tecnología desarrollada por los Servicios que, normalmente, no se encontraría en el mercado. Entre los componentes del HOMS están las descripciones de manuales técnicos y programas informáticos que han sido comprobados y utilizados por algún SHN y aportados al HOMS. El Servicio puede complementar el sistema HOMS mediante un software comercial de aplicaciones.

Los SHN también se ven en la necesidad de emplear las últimas tecnologías disponibles, con el fin de mejorar el rendimiento de los modelos y de las predicciones. Por ejemplo, entre las tecnologías de vanguardia utilizadas para la elaboración de simulaciones y predicciones hidrológicas se encuentran las aportaciones de la estimación de la precipitación por radar y satélite, y la predicción numérica del tiempo.

Estas contribuciones, junto con los importantes avances en las capacidades de simulación espacial (como, por ejemplo, los modelos de elevación digital y herramientas SIG), cuentan con un gran potencial para mejorar de forma importante la precisión asociada al rendimiento de los modelos hidrológicos. Cabe esperar que el perfeccionamiento de estas técnicas de simulación conlleve una optimización tanto de los productos como de los sistemas y herramientas de asesoramiento y de apoyo a la toma de decisiones, entre los que podrían destacarse las predicciones y alertas de crecidas, los mapas de planas de inundación y de zonas inundables, y las predicciones de caudal para la gestión de embalses.

Por desgracia, es muy limitada la experiencia de los SHN en lo que se refiere a la utilización de las herramientas anteriores para la elaboración de modelos y predicciones. En consecuencia, los SHN se ven en la necesidad de desarrollar las capacidades para poder utilizar estos datos, disponibles a través de los Servicios Meteorológicos Nacionales.

## Conclusión

Las necesidades de capacidad de los Servicios Hidrológicos Nacionales se extienden en tres ámbitos, a saber: creación de

capacidad institucional, operativa y de recursos humanos. La creación de capacidad institucional comprende la creación de marcos jurídicos y administrativos, y de un sistema de gestión, así como la puesta en marcha de un sistema de gestión de la calidad, el desarrollo y mantenimiento de infraestructuras encaminadas a la recopilación y transmisión de datos, y el desarrollo de capacidades eficaces y eficientes para el proceso y difusión de datos.

La creación de capacidad operativa está relacionada con el suministro de la logística necesaria para el trabajo de campo y de presupuestos adecuados para hacer frente a los costes operativos, así como con un entorno propicio para la generación y conservación de ingresos de cara a la recuperación de costes, con el fin último de crear un mecanismo de financiación autosostenible para los costes operativos. También se asocia al desarrollo de sistemas orientados a ofrecer servicios, productos y sistemas de apoyo a la toma de decisiones para usuarios finales y clientes, junto con un mecanismo eficaz de divulgación destinado a atender las necesidades de los mismos.

El desarrollo de la capacidad en materia de recursos humanos viene impulsado por el punto de vista, la misión y los objetivos establecidos por cada SHN, y debería constituir un proceso continuo destinado a renovar los recursos humanos y a conseguir que el Servicio se encuentre en una posición óptima para afrontar los desafíos planteados tanto por el entorno interno como por el externo. La creación de capacidad en materia de recursos humanos abarca el desarrollo técnico, profesional y gestor del propio Servicio, considerando las necesidades especiales de cada una de las categorías del personal así como las de los recursos humanos del mismo, a fin de lograr que el Servicio se encuentre en un proceso de autorrenovación sostenible. Deberá prestarse una particular atención al desarrollo de la capacidad de implantar un sistema de gestión de la calidad.

Para conseguir un desarrollo completo de los recursos humanos, la formación y la enseñanza continua deberán complementarse con la asignación de unos niveles adecuados de responsabilidad en el Servicio tras la for-

mación, para así posibilitar que el personal adquiera la experiencia y confianza pertinentes. Entre los modos de formación de todas las categorías del personal cabe citar: formación dentro de la propia institución; enseñanza formal superior en instituciones de formación; seminarios, cursillos y conferencias; enseñanza continua y desarrollo profesional; y mejora personal.

Los SHN deberían tratar de desarrollar los recursos humanos con el fin de posibilitar el suministro de servicios, productos y sistemas y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, para clientes y usuarios finales. Hay necesidad de contar con una formación especializada a fin de mejorar las técnicas de simulación y, en concreto, para poder utilizar los resultados y productos de tecnologías de vanguardia como en el caso de las aportaciones de las estimaciones de precipitación por radar y satélite y de la predicción numérica del tiempo a la elaboración de simulaciones y predicciones hidrológicas. Asimismo, deberían desarrollarse capacidades orientadas a la realización de tareas de investigación.

En resumen, todos los aspectos relacionados con la creación de capacidad deberían estar destinados a conseguir que los SHN puedan llevar a cabo sus funciones básicas de adquisición, proceso y difusión de datos con una mayor eficacia y eficiencia, además de lograr el desarrollo de productos de valor añadido y de sistemas y herramientas de apoyo a la toma de decisiones.

## Referencias

IHE/UNDP, 1991: A Strategy for Water Sector Capacity-building. Proc. of the UNDP Symposium, Delft, 3-5 June, 1991. IHE Report Series No. 24.

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO (CNUMAD), 1992: Programa 21, Capítulo 18: Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, Río de Janeiro.

OMM, 1994: Guía de prácticas hidrológicas (5.ª ed.), OMM-No. 168, Ginebra.

WMO [OMM], 2006: Guidelines on the role, operation and management of National Hydrological Services. WMO-No. 1003, Geneva.