

## **El tiempo, el clima y el agua en la era de la información**

El lema seleccionado por la Organización Meteorológica Mundial para conmemorar el Día Meteorológico Mundial del año 2004 es «El tiempo, el clima y el agua en la era de la información».

Respecto del lema adoptado cabe en primer lugar resaltar la creciente importancia que en la sociedad del siglo XXI ha ido adquiriendo la información de tipo ambiental, en un contexto definido por el enorme impulso que en los últimos años han proporcionado las nuevas tecnologías de telecomunicaciones a la difusión masiva e instantánea de todo tipo de información. En la actualidad, el disponer puntualmente de información meteorológica, climática y sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles, constituye un elemento básico para la toma de decisiones tácticas a corto plazo, así como en el establecimiento de estrategias y políticas de planificación a largo plazo en un amplio abanico de sectores que se amplía y diversifica constantemente y que incluye en particular todos aquellos relacionados con la explotación de los recursos naturales (agricultura y pesca, gestión de bosques y prevención y lucha contra incendios, gestión de recursos hídricos, energías renovables), con los diversos sectores industriales (energía, construcción de edificios, obras públicas), con los servicios (transporte y comunicaciones, turismo y actividades al aire libre, sector de seguros, comercio...) y con la salud, seguridad y confort de la población.

Por otro lado, en el lema elegido se destaca la muy estrecha relación entre tiempo y clima y disponibilidad del recurso hídrico, cuestión que incluye dos aspectos muy diferenciados: el efecto integrado y a largo plazo de las variables climáticas sobre la disponibilidad del recurso hídrico y la influencia a corto y muy corto plazo de las condiciones meteorológicas en cuestiones de hidrología operacional, tales como las actuaciones para laminación de avenidas, la gestión optimizada de los recursos hidroeléctricos o la gestión de riegos.

Respecto de la primera de las dos cuestiones anteriormente citadas se destaca que el detallado conocimiento de la interrelación clima-agua adquiere cada vez una importancia más crítica en un momento en que nuestra sociedad debe afrontar el reto de gestionar unos recursos de agua dulce limitados a nivel mundial en relación con la creciente demanda de agua, de modo que se cubran unas demandas de agua en constante crecimiento procedentes de la actividad industrial, la producción de alimentos, los requerimientos domésticos, el mantenimiento de los ecosistemas y de unos caudales mínimos en los ríos... etc. La complejidad de este reto se hace más patente en el contexto derivado del Cambio Climático, que introduce una fuerte incertidumbre acerca de la cantidad de agua disponible en el futuro a nivel global, y en mucha mayor medida si se consideran los recursos hídricos disponibles a nivel regional o de cuenca. A este respecto y según las conclusiones que se derivan del 3<sup>er</sup> Informe de Evaluación del IPCC, los impactos sobre las aguas subterráneas y superficiales serían variables según zonas, dentro de un contexto de alteración general tanto de la cantidad de precipitación, con incremento de la misma en latitudes altas y sudeste asiático y disminución en Asia central, área mediterránea y sur de Africa y Australia, como de la distribución estacional de la misma, a lo que se añade una modificación al alza de la frecuencia de ocurrencia de precipitaciones intensas y un incremento de las tasas de evaporación.

Por todo ello, la planificación hidrológica a largo plazo requerirá en los próximos años de un importante esfuerzo investigador, orientado a posibilitar la transformación de las proyecciones de los futuros valores de las variables climáticas obtenidos de los modelos

climáticos en términos de parámetros utilizables directamente en el diseño de infraestructuras hidráulicas como aportación anual, recarga de acuíferos, curvas caudal-duración, crecidas esperadas para un período de recurrencia predeterminado... etc. Todo ello exige un tratamiento muy complejo que incluye disponer de un conjunto de escenarios de cambio climático, aplicar un conjunto de técnicas de ganancia de escala que permitan salvar el salto existente entre las muy distintas escalas espacio-temporales de los modelos climáticos de circulación general y los modelos hidrológicos, así como detallados análisis de sensibilidad de los sistemas hidrológicos. Por otro lado, los aspectos relacionados con la interacción mutua entre la calidad y cantidad de los recursos hídricos y los cambios en el uso del suelo y la cubierta vegetal, las alteraciones en los ecosistemas, las variaciones en las demandas hídricas y las cuestiones socioeconómicas adquieren una importancia relevante.

En relación con el efecto de las condiciones meteorológicas a corto plazo sobre la gestión del recurso agua, cabe resaltar que la información meteorológica en tiempo real y las predicciones meteorológicas constituyen elementos esenciales en la toma de decisiones en hidrología operacional. Especial importancia adquiere el uso de la información meteorológica de cara a las actuaciones preventivas ante avenidas, en las que se requiere disponer puntualmente de un conocimiento lo más detallado y preciso que sea posible acerca de la intensidad y distribución espacial de las precipitaciones que están cayendo sobre una cuenca y de la forma de estas precipitaciones. Por otro lado, el disponer de un conocimiento anticipado acerca de la posible intensidad y distribución de las precipitaciones futuras para distintos alcances temporales es una información muy valiosa para la mejor estimación de los hidrogramas de las crecidas y la predicción de los valores punta de los caudales, siendo especialmente crítico este requerimiento en el caso de cuencas de pequeño tamaño. Así mismo el disponer de balances hídricos operativos basados en el uso de observaciones meteorológicas permite estimar la humedad del suelo, de la que depende el coeficiente de escorrentía que condiciona la respuesta de una cuenca a un determinado episodio de precipitaciones. La variable temperatura es así mismo de gran importancia en la toma de decisiones por su relación con los procesos de fusión del manto nivoso en cuencas pluvionivales y su efecto sobre las tasas de evaporación, por lo cual el disponer puntualmente de observaciones y predicciones cuantitativas de dicha variable constituye también una valiosa fuente de información en la gestión de los recursos y prevención ante crecidas por deshielo.

En este sentido, el uso de predicciones cuantitativas probabilistas de variables meteorológicas en el corto y medio plazo como entrada en modelos hidrológicos adquiere una importancia creciente como elemento de toma de decisiones dado que con el enfoque probabilista se consigue incrementar el alcance de las predicciones meteorológicas para las que se consigue un nivel de fiabilidad determinado, además de que se facilita información detallada sobre la función de densidad de probabilidad de la variable prevista, lo que permite que sea el propio usuario el que seleccione en cada caso el umbral más adecuado de probabilidad prevista de ocurrencia de un determinado evento, a partir del cual se adopta una cierta decisión, de modo que se optimice la relación entre el coste asociado a la decisión preventiva que se adopta y el valor del daño que se evita con ello.

Para concluir y, en relación con las decisiones a adoptar a un alcance temporal más largo, el creciente desarrollo y mejora de los modelos acoplados océano-atmósfera de predicción estacional abre un amplio abanico de posibilidades para la utilización de las salidas de estos modelos, sobre todo de tipo probabilista y referidas a anomalías medias trimestrales de precipitación y temperatura en esquemas de decisión referidos a la gestión de recursos hídricos, lo que permitirá, allí donde estas predicciones de rango esta-

cional alcancen un nivel suficiente de destreza, reducir el rango de incertidumbre de las estimaciones de los recursos futuros, al modificar en un determinado sentido la distribución esperada de probabilidad de la variable de interés, sobre la que se obtiene a partir del uso de la información climática.

**Antonio Mestre Barcelo**  
Jefe del Servicio de Aplicaciones Meteorológicas