



**Héctor Macián
y Manuel Pulido**

Investigador y director del IIAMA

Según nuestras previsiones, el cambio climático en los próximos 22 años, hasta 2040, podría hacer descender el caudal del río Serpis entre un 28 por ciento y un 43 por ciento respecto al promedio del final del siglo XX

Herramientas para optimizar frente al cambio climático

Que el cambio climático ha pasado en España de ser una amenaza a una realidad es cada vez más evidente. Basta ver los termómetros rozando los 30 grados en Valencia a mitad de marzo.

Una de esas zonas donde los efectos del cambio climático son patentes es el río Serpis. No es el más largo ni el más popular de la Comunidad Valenciana, y el único y relativamente pequeño embalse que lo regula (Beniarrés) es apenas una centésima parte de la reserva hídrica de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. No aparece en los grandes números y en los principales foros de debate, pero es uno de los ríos valencianos más vulnerables al cambio climático.

Este río ha sido el objeto de estudio de un proyecto reciente, "Adaptación al cambio global: Gestión integral del régimen ecológico de caudales para el hábitat de la anguila europea y el cacho valenciano frente a especies invasoras", financiado por la Fundación Biodiversidad, y desarrollado por el Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC), el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València (UPV), y el Departamento de Zoología y Antropología Física de la

Universidad de Murcia, bajo la coordinación del profesor Martínez Capel (IGIC). Según nuestras previsiones, el cambio climático en los próximos 22 años -hasta 2040- podría hacer descender el caudal del río entre un 28 y un 43 por ciento respecto al promedio del final del siglo XX. Con un equilibrio delicado entre recursos y demandas, las consecuencias de dicho descenso pueden ser muy importantes. Es necesario tomar medidas o, como mínimo, tenerlas previstas para poder hacer frente a dichas reducciones conforme se vayan produciendo.

Tradicionalmente, en el análisis de los recursos hídricos de un río las necesidades ambientales se consideran como una restricción: se fijan unos caudales mínimos que se deben cumplir para preservar su estado ecológico a cierto nivel y, una vez satisfechos, el agua puede ser empleada en el resto de los usos. En nuestro proyecto decidimos ir más allá de esa visión en la gestión del Serpis y adoptar un enfoque integral en su operación, que considere el estado ecológico del río como un objetivo más. Este enfoque ofrece una mayor flexibilidad a la hora de gestionar el río, evaluando el estado ecológico de forma dinámica, y permite definir oportunidades para mejorarlo preservando -o mejorando a la vez- el rendimiento económico de los usos consuntivos -agricultura en el caso del Serpis-.

Otra novedad es que centramos nuestro análisis en mejorar las reglas de explotación del río Serpis, aspecto poco explorado habitualmente en el diseño de medidas de adaptación. Aunque cambiar las reglas de explotación requiere de un esfuerzo colectivo y de gobernanza, no supone en principio ningún coste de inversión en infraestructuras y puede ser una solución coste-eficiente.

En el proyecto utilizamos un algoritmo de optimización multiobjetivo para mejorar las reglas de operación del Serpis. Dicho algoritmo propone diferentes alternativas para mejorar la respuesta económica -beneficios agrícolas- y ecológica -hábitat piscícola- del río, siendo después necesario decidir entre ellas en función de la importancia que se le dé a una respuesta sobre la otra. La decisión final sobre qué es más importante no la toman los algoritmos, ni la tomamos los científicos, sino que la deben tomar los gestores del río.

Con los resultados obtenidos podemos afirmar que, modificando las reglas de operación del Serpis, se podría reducir el impacto del cambio climático hasta en una cuarta parte. Pese a estar lejos de contrarrestarlo por completo, dicha reducción no es despreciable, sobre todo si se tiene en cuenta que la mejora se obtendría sin necesidad de realizar inversión alguna, sino más bien al contrario, permitiría reducir las inversiones en medidas de adaptación.

Otro resultado interesante es que hay reglas de operación que mejoran simultáneamente la respuesta económica y ambiental del río, lo que contradice la creencia extendida de que mejorar el estado ecológico de un río tiene necesariamente un impacto negativo sobre el resto de usos. En nuestro

proyecto demostramos que eso no tiene porqué ser así, siempre que se exploren e identifiquen opciones para lograr que ambas mejoren a la vez. Lo que sí suele ocurrir, y en nuestro proyecto lo hemos constatado, es que centrarse únicamente en un objetivo puede tener consecuencias negativas sobre el resto, por lo que hay que evitar enfoques centrados únicamente en un aspecto de la gestión del agua. Es necesario adoptar enfoques integrados que tengan en cuenta todos los aspectos de un río, considerando la interacción entre los diferentes objetivos, para poder tomar las decisiones adecuadas en materia de adaptación al cambio climático.

La herramienta multiobjetivo empleada en este trabajo se basa en un algoritmo evolutivo desarrollado en la Universidad Estatal de Pensilvania que representa el estado del arte en la optimización adaptativa para resolución de problemas con múltiples objetivos. Las diferentes soluciones se pueden mostrar a los diferentes actores y gestores del sistema, capturando eficientemente los intercambios entre objetivos de desempeño en conflicto, proporcionando a los tomadores de decisiones una visión detallada de las características de sus problemas, y permitiéndoles elegir sus propias soluciones en función de sus preferencias.

Esta herramienta forma parte del conjunto de herramientas de simulación y optimización de la gestión de sistemas de recursos hídricos desarrolladas en el grupo de investigación de Ingeniería de Recursos Hídricos del IIAMA. Una novedad importante es la integración avanzada de los componentes ecológico y económico en la optimización de la gestión de sistemas de recursos hídricos mediante modelos hidroeconómicos.

Héctor Macián y Manuel Pulido

Investigador y director del IIAMA

Es necesario adoptar enfoques integrados que tengan en cuenta todos los aspectos de un río, considerando la interacción entre los objetivos, para poder tomar las decisiones adecuadas en materia de adaptación al cambio climático