

Resumen ejecutivo

El concepto de caudales ambientales

El caudal ambiental fue definido por la Declaración de Brisbane en 2007 como la cantidad, periodicidad y calidad del caudal de agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y el bienestar humano que depende de estos ecosistemas. Existen varias definiciones de caudales ambientales que se han formulado a medida que se fue implementando y desarrollando su aplicación. El concepto de caudales ambientales surge de la necesidad, como sociedad, de establecer límites para la alteración del régimen hidrológico de forma que las cantidades de agua sean suficientes para mantener los recursos acuáticos. En un comienzo se hacía énfasis en la cantidad de agua, específicamente en ríos, y el interés estaba centrado en mantener el agua como recurso y las pesquerías. Luego, surge el paradigma de la conservación y restauración de los ríos, en el que se plantea el régimen hidrológico natural como un proceso clave para sostener la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas. Por otra parte, la gobernanza y los ámbitos de participación facilitan la organización y apropiación por parte de los ciudadanos de la ejecución de las políticas. En este sentido, con el objetivo de mantener un continuo uso sustentable del río como ecosistema acuático, surge la necesidad de aplicar esta nueva perspectiva ecológica y social para que guíe la gestión de recursos acuáticos. Los caudales ambientales se plantean como una herramienta a aplicar dentro del contexto de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en cuencas hidrográficas.

Uruguay no escapa a la creciente demanda de agua, al deterioro de su calidad y a la necesidad de ajustarse a los nuevos paradigmas de conceptualización de los ecosistemas y de participación social, y por tanto deberá nivelarse con las exigencias internacionales de gestión de recursos hídricos. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación del concepto de caudales ambientales como herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el país.

Las metodologías de estimación de caudales ambientales

Existen variadas metodologías de determinación de caudales ambientales que se pueden diferenciar según el enfoque disciplinar en: métodos hidrológicos, hidráulicos, eco-hidrológicos y holístico. A partir de los años 70` se multiplicaron las metodologías de aplicación de caudales ambientales en Estados Unidos, desarrollando principalmente las hidrológicas y eco-hidrológicas. En cambio, en Australia, Nueva Zelanda y Sud África con experiencias más reciente se han desarrollado metodologías holísticas. En Latinoamérica las experiencias en general se basan en métodos hidrológicos y en segundo lugar hidráulicos y eco-hidrológicos. Los **métodos hidrológicos** se basan en el análisis de información de series temporales de caudales de los cursos de agua. Estos métodos se pueden agrupar en función del tipo de régimen de caudal que establecen, ya sea un único valor de caudal ambiental para todo el año, valores para cada mes, o un régimen completo de caudales. Los **métodos hidráulicos** involucran parámetros como la velocidad, profundidad, perímetro mojado, etc. Que requieren aplicar herramientas de modelación. Los **métodos eco-hidrológicos** o de simulación de hábitat también utilizan los análisis hidráulicos pero además modelan la cantidad e idoneidad del hábitat acuático utilizable para un organismo objetivo, bajo diferentes regímenes hidrológicos. Los **métodos holísticos** aplican un abordaje interdisciplinario en el cual para determinar el caudal ambiental se contemplan todos los factores biológicos y abióticos del sistema, así como el espectro completo del régimen hidrológico, incluyendo tanto su variabilidad espacial como temporal, y además se incluyen aspectos socioeconómicos.

Aplicación de caudales ambientales a un caso piloto en Uruguay

En este proyecto se aplicó una estrategia de trabajo interdisciplinario e intercambio teórico-metodológico entre disciplinas mediante talleres de discusión conceptual y de avances. Además, en dichos talleres participaron periódicamente integrantes de DINAGUA, DINAMA y PNUMA, acompañando el proceso de discusión y avance y permitiendo integrar las percepciones desde la gestión en todas las etapas del trabajo. Entre las actividades realizadas se encuentran: 1- La revisión del concepto y de las metodologías de estimación de caudales ambientales y el análisis de experiencias de aplicación en Latino América (Colombia, Costa

Rica, Brasil); 2- La conceptualización y adaptación del término caudales ambientales al país; 3- La aplicación de diferentes metodologías de determinación de caudales ambientales a un caso de estudio piloto; 4- El relevamiento de las opiniones de los actores en la conceptualización y perspectivas de aplicación de caudales ambientales a nivel nacional y local del caso de estudio; 5- La revisión de la normativa internacional y nacional. Finalmente, se identificaron los desafíos y oportunidades para la implementación de caudales ambientales como herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Uruguay.

La definición de caudales ambientales adaptada a Uruguay surgió mediante la discusión interinstitucional de las dimensiones del concepto, la participación social en su aplicación, la integración de diferentes visiones disciplinares, la aplicación de la normativa y la priorización de ciertos usos. Así, se definió el término caudales ambientales como "Régimen hidrológico y calidad del agua de ecosistemas acuáticos continentales que asegure la sustentabilidad a largo plazo de la estructura y funcionalidad del ecosistema que mantenga los servicios ecosistémicos en la cuenca".

El sitio piloto fue el arroyo Maldonado, donde se aplicaron tres tipos de metodologías: hidrológicas, eco-hidrológica y holística para determinar el caudal ambiental. A modo de caracterización se describieron los aspectos físico-biológicos y socioeconómicos del caso de estudio. Dentro de los métodos hidrológicos se aplicaron variados estimadores que establecen un único valor de caudal ambiental (7Q10, Q95, Q85, ABF, 10%QMA, 25%QMA, 30%QMA), un valor de caudal ambiental mensual y un régimen completo de caudales ambientales (RVA). Los resultados muestran diferencias marcadas entre los estimadores aplicados.

La metodología eco-hidrológica IFIM se aplicó en un tramo del Arroyo Maldonado al oeste de la ciudad de San Carlos. Como prevé la metodología se determinó el caudal ambiental a partir de un modelo hidrodinámico combinado con curvas de preferencia de especies de peces y el cálculo del hábitat potencialmente útil. El resultado muestra un valor del mismo orden de magnitud que los obtenidos mediante la aplicación de los estimadores hidrológicos métodos hidrológicos 7Q10, Q95 y Q85. También se analizaron posibles efectos de cambios en la frecuencia de inundación producida por modificaciones hidrológicas en la vegetación de marisma, a partir de un muestro de campo, análisis de imágenes satelitales y modelación hidrodinámica.

La metodología holística DRIFT se aplicó a modo de ejercicio. Para esto, se identificaron tres escenarios de cambios hidrológicos: actual, natural (escenario actual sin la extracción de agua para potabilizar y sin embalses en la cuenca) y crítico (triplicado del volumen de agua embalsado y aumento de la toma de agua para potabilización). Para la valoración de cada escenario se tomaron criterios ecológicos, sociales y económicos con una serie de atributos cuantificables. El escenario natural obtuvo el mayor puntaje, seguido del escenarios actual. Pese a ciertas mejoras en los aspectos económicos en un escenario de mayor extracción de agua (escenario crítico), el resto de los atributos considerados disminuyeron su valor, contrarrestando dichas mejoras.

Opinión de los actores involucrados en la gestión del agua y legislación existente

Se recabó la opinión de los actores involucrados (estatales, económico - empresariales, de la academia, de la sociedad civil nacional y local) mediante entrevistas en cuanto a: 1- Nivel de conocimiento del concepto de caudales ambientales; 2- Fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas para la implementación de una Política Pública que avance en este sentido; 3- Características institucionales que debería tener un espacio que promueva la aplicación del concepto a la GIRH; 4- Actores y relaciones entre ellos que deberían existir para viabilizar una propuesta participativa.

Se realizó una revisión de los acuerdos internacionales aceptados por Uruguay y las normas nacionales en materia de gestión del agua y su dimensión ambiental, a los efectos de analizar la viabilidad jurídica de la incorporación del concepto de caudales ambientales. De los tratados internacionales se denota la necesidad de regular los recursos hídricos compartidos desde una óptica territorial y ecosistémica, así como de conservar y realizar un uso sostenible de las cuencas fluviales. La normativa nacional muestra un marco jurídico adecuado para incorporar el concepto de caudal ambiental. Existe un claro mandato constitucional de planificar, gestionar

y controlar los recursos hídricos desde una dimensión social y ambiental. Además, se analizan las competencias en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Algunas conclusiones

A modo de discusión se realiza una comparación de las ventajas y desventajas de las metodologías de determinación de caudales ambientales. Los métodos hidrológicos e hidrodinámicos presentan las ventajas de un bajo costo, bajos requerimientos de información que para el país se encuentran disponible de manera aceptable y existen recursos humanos capaces de aplicarlos. Sin embargo, en general tienen baja relación con el funcionamiento ecológico. Los métodos eco-hidrológicos representan un desafío mayor porque requieren mayor cantidad de información que debe ser obtenida en campo para cada caso y por tanto tienen mayor costo, pero se relacionan con el funcionamiento ecológico de los sistemas acuáticos. A pesar de que estos métodos no se emplean en el país existe la capacidad técnica para llevarlos a cabo. Los métodos holísticos tienen ventajas destacables como su alta integración de aspectos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos, y la evaluación de diferentes escenarios que permiten instancias de negociación y participación. Esta metodología tiene la desventaja que requiere mucha información y es más costosa.

Por último, se plantean recomendaciones como aporte a una estrategia de incorporación de caudales ambientales a la política Gestión Integrada de Recursos Hídricos en el país. Las propuestas se estructuran en ocho ejes principales; normativa, ámbitos de aplicación y gestión, metodologías de estimación de caudales ambientales, selección de métodos de estimación de caudales ambientales, capacitación de recursos humanos, participación, difusión y otros aspectos generales. Tomando en cuenta la etapa inicial que transita el país en esta temática, es necesario generar ámbitos de discusión de planificación y definición de una estrategia para implementar normativas, políticas, y programas de investigación, acompañados de instancias de difusión y capacitación. Por otro lado, la dispersión de las normativas y de la superposición de instituciones involucradas muestra la capacidad y necesidad de aunar esfuerzos para implementar una Gestión Integrada de Recursos Hídricos.