



Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar la
gobernanza
del agua en
el siglo XXI

IUAS
Editora

Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar la
gobernanza
del agua en
el siglo XXI



Hablemos del agua ●

Aportes para
pensar la
gobernanza
del agua en
el siglo XXI

IUAS

Editora



Hablemos del agua : aportes para pensar la gobernanza del agua en el siglo XXI / Pablo Storani ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : IUAS editora, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-631-90291-3-0

1. Agua. 2. Medio Ambiente. 3. Cuencas Hidrográficas. I. Storani, Pablo.
CDD 363.61

Editado por el Instituto Universitario del Agua y el Saneamiento (IUAS)
ISBN 978-631-90291-3-0

Coordinación general: José Luis Lingeri

Coordinación académica y autoral: Luis Liberman, Magdalena Testado,
Albina L. Lara y Mariana Carriquiriborde

Coordinación: Nicolás Manzi

Edición: Laura Scisciani

Corrección: Luz Azcona

Arte de tapa, diseño y diagramación: Laura Raptis

Versión digital: Laura Raptis

Se permite la reproducción parcial o total del texto citando la fuente siempre y cuando sea con fines educativos, de divulgación o difusión y que esa actividad no lleve a intereses vinculados con el lucro económico. Los derechos para ese uso quedan en manos del autor. La infracción a estos derechos constituirá un delito contra la propiedad intelectual.

Este libro se encuentra disponible en forma libre y gratuita, en formato digital en: <https://hablemosdelagua.ar/>

Índice

Introducción.....	7
Eje 1. Gestión hídrica y gobernanza de cuencas	
La gobernanza de los recursos hídricos. La situación argentina Por Pablo Storani e Ignacio Enríquez.....	15
Gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas Por Ricardo Giacosa.....	31
Eje 2. Gobernanza del agua, casos ejemplo	
Gestión hídrica y gobernanza de cuencas en la agenda del cambio climático Por Luis Mérida.....	41
Planes de Acción para la protección y la restauración de ecosistemas de aguas continentales Por Leandro Díaz.....	49
Cambio climático y manejo de los embalses. Caso de la cuenca Salí Dulce, embalse de Escaba, río Marapa Por Carlos Alberto Giobellina.....	67



Introducción

Esta publicación es el segundo libro que surge en el marco de la creación del Instituto Universitario del Agua y el Saneamiento (IUAS) y, como tal, es parte de un proceso esperanzador que busca mejorar el quehacer científico y académico, y promover la formación y el compromiso de la comunidad respecto de la problemática del agua en todas sus dimensiones. Invita a abrir puertas y trazar caminos para afrontar los desafíos que presenta el futuro. Nace al calor de la agenda ambiental del planeta, con el protagonismo de los trabajadores y las trabajadoras del sector frente a una realidad que nos atraviesa, interpela y transforma.

El IUAS es el sueño realizado de José Luis Lingeri, quien comprendió hace más de diez años que la soberanía del conocimiento necesitaba de un dispositivo que fuera la expresión de una voluntad emancipadora. El IUAS es un espacio de creación, de investigación científica, de formación y extensión sostenido en una identidad cultural solidaria, que tiende la mano y se compromete con “el otro”, asumiendo que el derecho al agua¹ es en sí el primer derecho porque permite el goce de los demás derechos, como el derecho a la vida, al trabajo y a la libertad.

A través de esta publicación se busca comunicar y socializar el conocimiento compartido, acompañando las estrategias de sustentabilidad y cuidado de nuestra casa común. La iniciativa fue llevada adelante en una construcción fraterna con los equipos del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), con el que nos mancomunamos en el proyecto “Políticas Públicas Federales para el Acceso al Agua y al Saneamiento”, acción inicial del Programa de Formación, Investigación y Transferencia. Este programa surgió del convenio firmado con el mencionado organismo, y busca la detección de necesidades, el diseño, la planificación, la elaboración y la ejecución de acciones vinculadas con los servicios de agua potable y saneamiento desde una perspectiva federal.

¹ El 28 de julio de 2010, por medio de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, al establecer que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

A la par surgieron los foros federales “Hablemos del agua”, con ánimo de generar un ámbito interdisciplinario y técnico-académico para transformar la problemática del agua en el motor del desarrollo sustentable. Los mismos fueron creciendo y evolucionando hasta convertirse en una escena de nuestro paisaje académico que nos permite disponer de un espacio concreto, institucional, compartido, para dialogar sobre diferentes temáticas. Con ellos se instituyó una rutina de pensamiento de la que se apropiaron todos los participantes, al punto de que surgió la necesidad del registro para el debate y la búsqueda de soluciones. Así se abrió camino la editorial de IUAS con la colección Hablemos del Agua, estructurada a través de publicaciones sucesivas con el fin de intercambiar y difundir el material compartido en los foros.

Este libro constituye el segundo de la primera colección, que aborda un tema clave y convocante de la agenda global, que asume que el problema del cambio climático por causas antrópicas ha modificado la fisonomía y la habitabilidad de nuestro planeta. Lo que antes parecía ciencia ficción es una tragedia distópica que interpela el antropocentrismo. Algunos investigadores hablan del “antropoceno”, término creado por el biólogo estadounidense Eugene Stoermer, popularizado a principios del siglo XXI por el holandés Paul Crutzen, premio Nobel de Química, para nombrar la época en la que las acciones humanas comenzaron a generar cambios biológicos y geofísicos a escala mundial (Issberner y Léna, 2018).

Si la idea de cambio nos propone entender la forma en la que una situación original se transforma en un complejo sistema de causas y relaciones que deriva en una situación nueva y diferente a la anterior, el cambio climático parece no “estacionar”. Los últimos años corroboran esta idea. Cuando pensábamos que nuestra tarea era mitigar sus efectos y planificamos en consecuencia, constatamos que la velocidad de las transformaciones hacía inviables las medidas, que la mitigación no era suficiente para la resolución de los problemas emergentes.

El concepto de resiliencia hace referencia a la capacidad de un sistema socio-ecológico de absorber o resistir perturbaciones y otros factores estresantes sin alterar en forma significativa su estructura y funciones, y describe el grado en el que un sistema puede auto-organizarse, aprender y adaptarse (Resilience Alliance, 2012). La resiliencia en relación con el cambio climático es la capacidad de anticipar, prepararse y responder a riesgos

y perturbaciones relacionados con el clima. Incrementar la resiliencia climática significa evaluar la forma en la que el cambio climático podrá afectar el ambiente, natural y antrópico, para tomar medidas que disminuyan la vulnerabilidad y nos permitan estar mejor preparados para soportar las consecuencias que el cambio acarrea.

Desde nuestra perspectiva, se trata de un problema eminentemente político que la propia política no puede resolver. Por ello, se hace indispensable propiciar, dentro de la gestión del conocimiento, modelos de transferencia que asuman la participación de la comunidad en la toma de decisiones, en la manera de pensar respuestas a problemas concretos. En este sentido, nos proponemos despertar el interés y brindar perspectivas diversas que colaboren en la búsqueda de soluciones, propiciando espacios colaborativos de reflexión y práctica en las diferentes comunidades académicas, tanto de nuestro país como del exterior. Convencidos de que la capilaridad del conocimiento no tiene fronteras, asumimos esta tarea en pos de sumar un aporte al saber disciplinar que redunde en cambios positivos.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992) remite a un “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Esto tiene un impacto directo en el agua y por lo tanto en la vida, ya que todos los seres vivos necesitan de ella para seguir existiendo. El agua cumple tres funciones clave: asegura la vida y la salud humana, promueve el desarrollo y sustenta la vida de los ecosistemas. Por ello, se considera un recurso natural crítico o estratégico, especialmente en las áreas de escasez. Además, como señalábamos más arriba, el derecho al agua potable y al saneamiento es un derecho humano esencial y condición previa para la realización de todos los demás derechos humanos.

El agua tiene un papel esencial en la forma en la que se puede trabajar en la mitigación² y, especialmente, en la adaptación³ al cambio climático.

² Es la intervención humana con el fin de reducir las emisiones o mejorar los sumideros de GEI, gases de efecto invernadero.

³ Es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus impactos, con el fin de moderar los daños y/o aprovechar las oportunidades que pueden ser un beneficio.

Este altera las variables climáticas y, por lo tanto, favorece la intensificación de eventos como las tormentas, los huracanes, los incendios, las sequías y las inundaciones. Las altas temperaturas y las condiciones climáticas más extremas y menos predecibles pueden afectar la disponibilidad y distribución de las precipitaciones, el deshielo, el caudal de los ríos y del agua subterránea y el nivel del mar. Esto, a su vez, puede deteriorar la disponibilidad y la calidad del agua y generar problemas urbanos y territoriales en diversas cuencas afectando las actividades económicas.

Según el informe “El costo humano de los desastres relacionados con el clima” (UNISDR, 2015), más del 90% de los grandes desastres naturales de los últimos diez años están relacionados con el agua como recurso, ya sea por falta, exceso o contaminación. Por eso es tan importante poner el énfasis en la adaptación (UNISDR, 2015). En la actualidad, la disponibilidad de agua es menos predecible en ciertas regiones y el aumento del riesgo de inundaciones puede afectar las tomas de agua y las instalaciones de saneamiento y, además, contaminar las fuentes. En otras regiones las sequías están aumentando la escasez de agua, lo que hace difícil garantizar el acceso a servicios sostenibles de agua y saneamiento durante los próximos años.

Los efectos del cambio climático en relación con el agua son múltiples y afectan a la sociedad, a la economía y al territorio, pese a lo cual la cuestión no ha estado lo suficientemente presente, al menos de forma explícita, en las agendas de las diversas organizaciones clave. No obstante, es alentador que en la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP27), llevada a cabo en Egipto en noviembre de 2022, el agua haya tenido mayor protagonismo que en las cumbres anteriores y se hayan analizado el impacto del calentamiento global en los recursos hídricos y las medidas de adaptación necesarias.

En este contexto, es preciso generar conciencia sobre el uso eficiente del agua y disponer de herramientas que permitan calcular el consumo. Para ello, la huella hídrica en tanto indicador alternativo del uso y la contaminación del agua, es un buen instrumento de gestión. Permite analizar la presión o impacto que se ejerce sobre el recurso hídrico y su relación con la producción de bienes o servicios, lo que facilita la mejora de políticas en la gestión del agua y por ende la resiliencia frente al cambio climático, como se analiza en el libro 1. En este sentido, la gestión hídrica y la gobernanza de cuencas son cuestiones clave que deben for-

talecerse, para tratar específicamente la interacción entre agua potable, saneamiento, salud, comunidades y territorios. También es imprescindible el análisis de la responsabilidad de los diversos actores y la consideración del costo económico en relación con el agua y el cambio climático, e incorporar la educación ambiental para promover la concientización.

Los tres libros de esta serie fueron concebidos sobre la base de lo planteado anteriormente y en ellos se analizan las principales problemáticas y sus múltiples interacciones en distintas escalas y ámbitos, al presentar casos a modo de ejemplo para ahondar en la comprensión de las diversas realidades y formas de abordaje.

En el marco del primer eje de este libro: Gestión hídrica y gobernanza de cuencas, Pablo Storani e Ignacio Enríquez, Director Nacional de Política Hídrica y Coordinación Federal de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de Argentina; y Director de Cuencas de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de Argentina, respectivamente, exponen sobre la situación argentina en relación con la gobernanza de los recursos hídricos. Ricardo Giacosa, profesional del Centro Regional Litoral del Instituto Nacional del Agua y profesor adjunto de la FICH de la UNL, explica las pautas básicas de la gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas.

En relación con el segundo eje: Gobernanza del agua, casos ejemplo, Luis Mérida, Gerente de Energías Renovables y Recursos Hídricos en Obras Sanitarias de Sociedad de Estado (OSSE) de la ciudad de Mar del Plata, Argentina, presenta el aspecto subterráneo de la gobernanza ante el cambio climático a través del ejemplo del Plan Director de Gestión Sustentable (PDGS) de Mar del Plata. Leandro Díaz, miembro del Comité Técnico de Global Water Partnership para Sudamérica y Director del Laboratorio de Construcciones Hidráulicas de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, explica los planes de acción para la protección y restauración de ecosistemas de aguas continentales a través de la aplicación al caso de las cuencas del Marapa, San Francisco y del Percy, Esquel, Argentina. Carlos Alberto Giobellina, Subsecretario de Recursos Hídricos de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Estado provincial de Tucumán, Argentina, y profesor de la Universidad Nacional de Tucumán, plantea las cuestiones relacionadas con el cambio climático y manejo de los embalses, para lo que focaliza en el caso de la cuenca Salí Dulce, Embalse de Escaba, río Marapa.

Luis Liberman y Magdalena Testado

Referencias

- Issberner, L. y Léna P. (2018). Antropoceno: la problemática vital de un debate científico, *Correo de la UNESCO*, abril-junio 2018, no 2.
- Resilience Alliance, (2012). Resilience, key concepts. <https://www.resilience.org/resilience>
- UNFCCC (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas, Río de Janeiro, 1992.
- UNISDR (2015). *The human cost of weather related disasters 1995-2015*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters CRED, UNISDR.

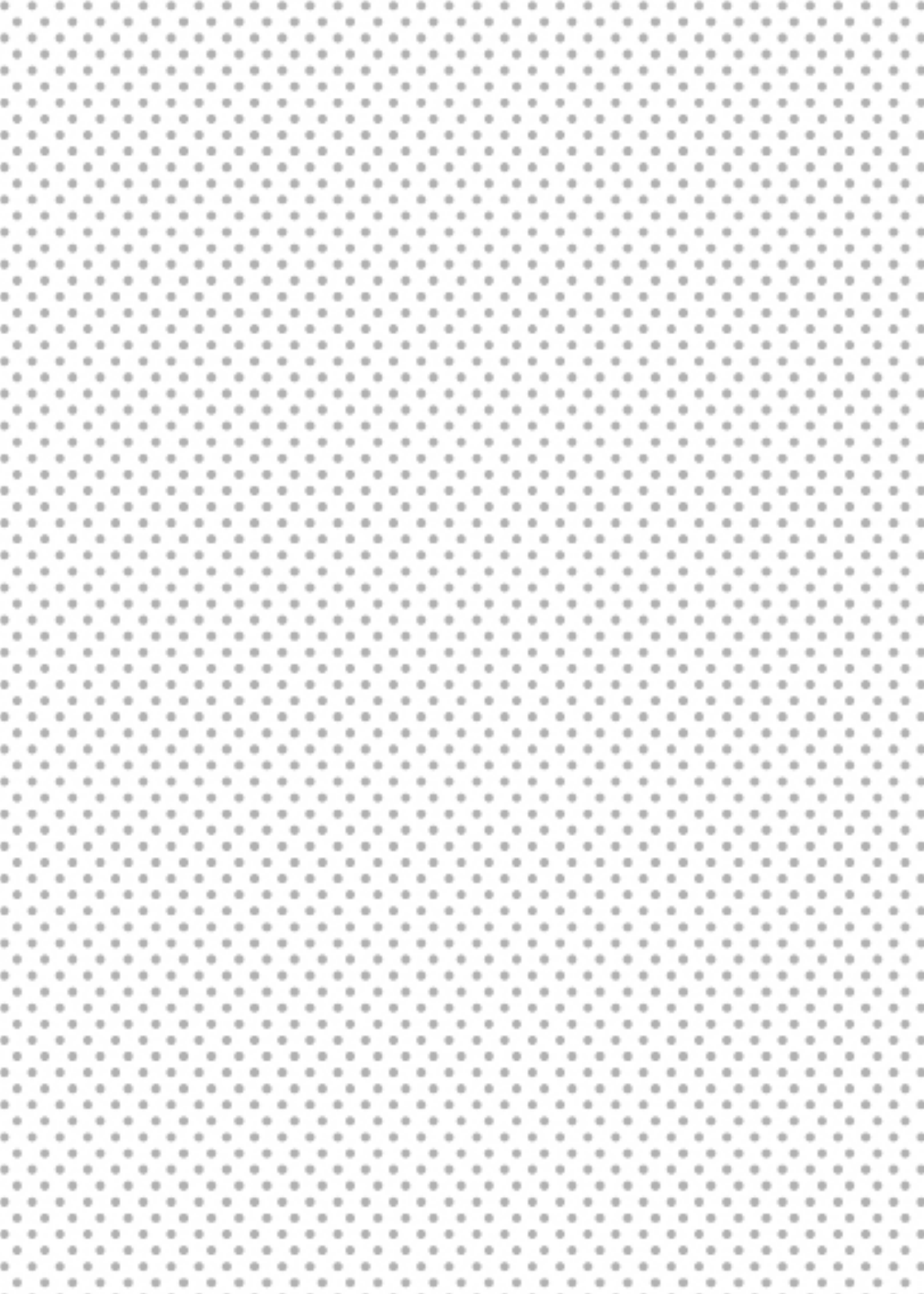


1

Gestión hídrica y gobernanza de cuencas



**Pablo Storani e Ignacio Enríquez
Ricardo Giacosa**



La gobernanza de los recursos hídricos. La situación argentina

Pablo Storani¹ e Ignacio Enríquez²

La gobernanza de los recursos hídricos se refiere a esquemas y mecanismos de interacción entre todos los sectores gubernamentales y no gubernamentales del universo de actores que intervienen en la gestión de dichos recursos. Constituye un proceso dinámico que promueve las condiciones necesarias e indispensables para la implementación de la gestión integral de recursos hídricos (GIRH) en todo el territorio de la República Argentina y promueve un federalismo de concertación, en el que la cuenca constituye la unidad de planificación y gestión de los recursos hídricos.

En relación con la gobernanza de cuencas hídricas, vale señalar algunos datos importantes para comprender la complejidad que se aborda cuando se trata este tema. La superficie continental, de unos

1 Ingeniero en Recursos Hídricos (FICH, UNL). Magíster en Evaluación de Impacto y Gestión Ambiental (UCSF). Director nacional de Política Hídrica y Coordinación Federal de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la República Argentina. Representante nacional ante el Centro Regional de Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGAS). Representante nacional en el Consejo Hídrico Federal de la República Argentina. Director de Evaluación de los Recursos Hídricos y Director de Cuencas (SIPH, Argentina). Profesor Invitado de la maestría "Manejo de cuencas hidrográficas" (UNLP). Director provincial de Administración de los Recursos Hídricos de la provincia de Santa Fe de la República Argentina. Vicepresidente del Consejo Hídrico Federal de la República Argentina.

2 Abogado de la Universidad de Buenos Aires, especialista en gestión integrada de los recursos hídricos, con capacitaciones en CEPAL, BID, FAO, Politécnica de Madrid, entre otras. Desde 1996 trabaja en la coordinación de las entidades de cuencas interjurisdiccionales de la Argentina en representación del Estado Nacional y en proyectos relacionados con la gestión integrada del Agua. Actualmente es Director de Cuencas de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación, Secretario Ejecutivo del Consejo Hídrico Federal y miembro de la Comisión Directiva del Instituto Argentino de los Recursos Hídricos.

2.791.810 km², da cuenta de la dimensión territorial de la Argentina, a la que se suman 965.597 km² del continente antártico y 3.867 km² de las islas australes (Georgias del Sur y Sandwich del Sur). El país cuenta con un límite fronterizo de aproximadamente 15.000 km, de los cuales 5117 corresponden al litoral fluvial y al litoral marítimo y 9376 limitan con los países vecinos de Chile, Paraguay, Brasil, Uruguay y Bolivia. Estos datos son clave cuando nos referimos a la gestión de los recursos hídricos transfronterizos. La extensión latitudinal de Argentina, de 3694 km, y la gran variación altimétrica, le confieren una amplia variabilidad climática y de diversidad de suelos, pero pese a la importante oferta de recursos hídricos (aproximadamente unos 26.000 m³/s), no puede omitirse que el 76% del territorio nacional presenta características de aridez o semiaridez. Otro dato a tener en cuenta, según el INDEC, es que la población en 2020 era de 45.376.763 de habitantes, con el 92% localizada en áreas urbanas. Esto señala la dificultad de los desafíos de la gobernanza de los recursos hídricos en escenarios cambiantes.

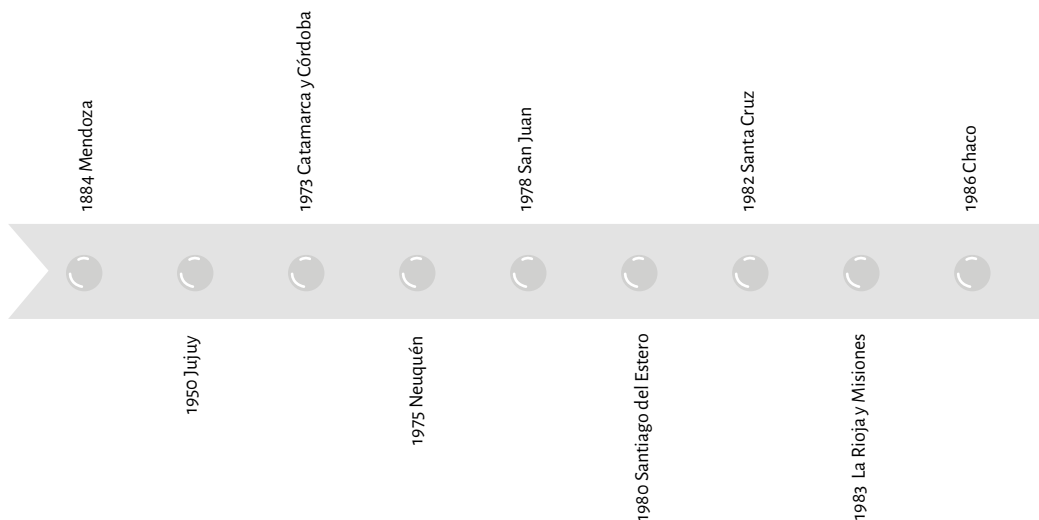
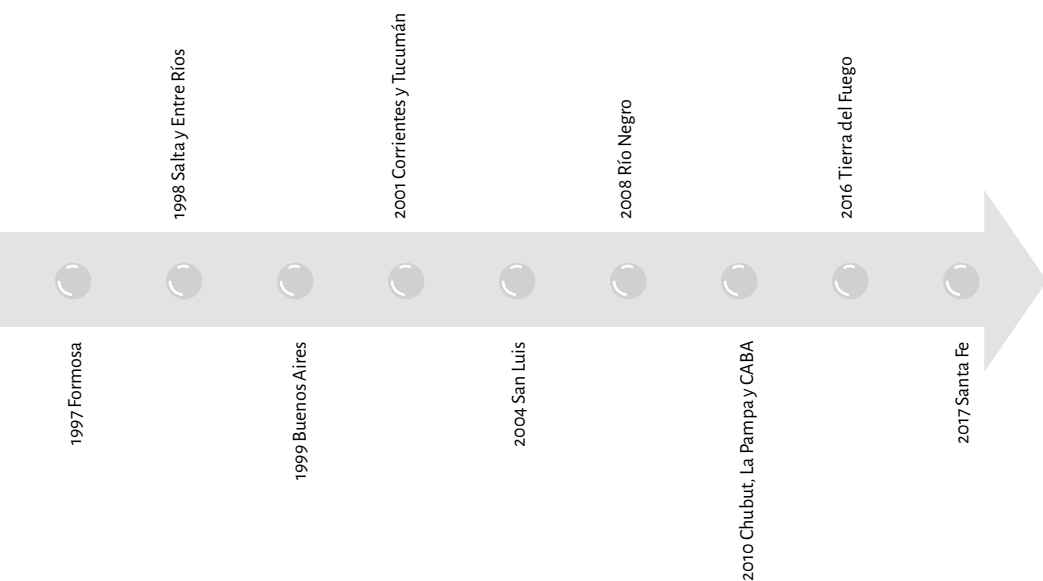


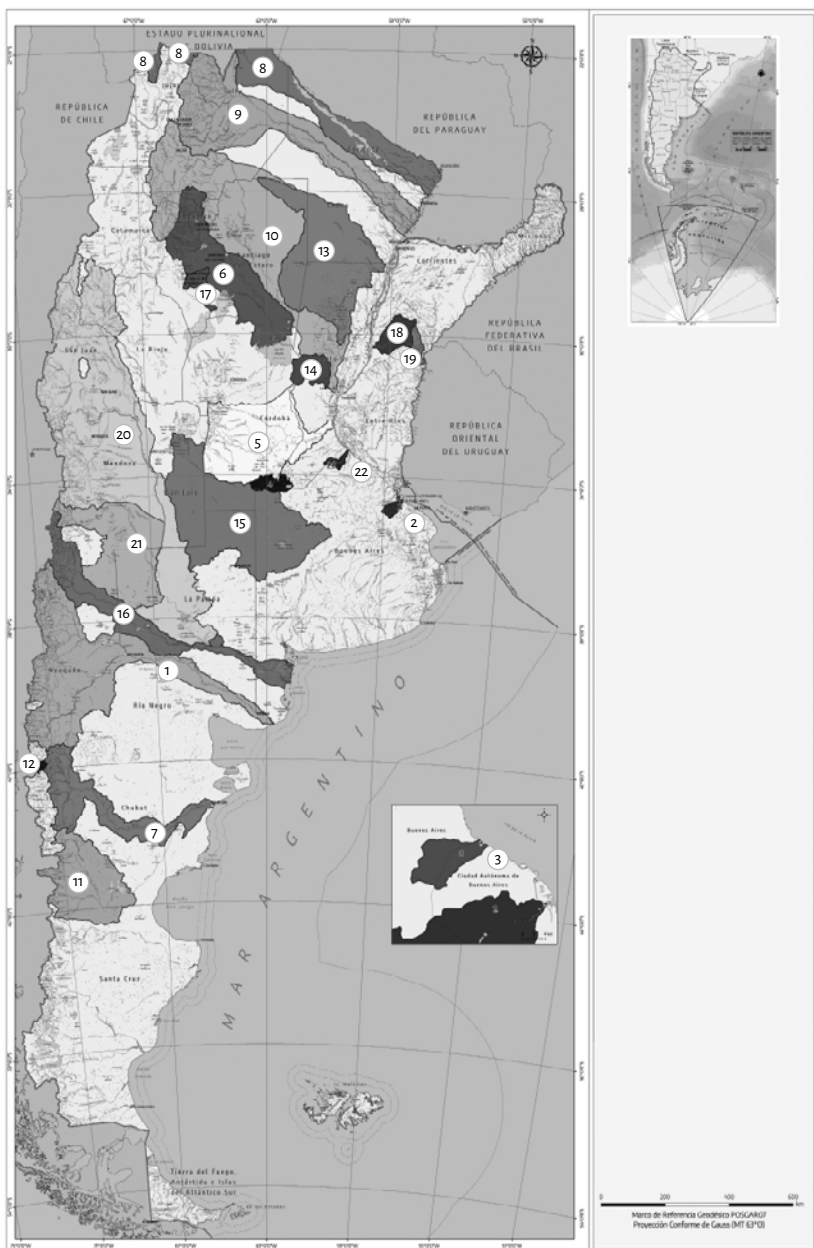
Figura 1. Línea de tiempo de las leyes de agua provinciales.

Marco de gobierno y sistema normativo

Es importante señalar que el dominio de los recursos naturales existentes en el territorio les corresponde a las provincias, en tanto existe una organización política conformada por las 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Este aspecto da forma a la diversidad de actores con responsabilidades directas en la administración de políticas públicas y en la gestión de los recursos hídricos.

En 1884, la provincia de Mendoza promulgó la primera Ley de Aguas, en tanto la última fue promulgada en 2017, en la provincia de Santa Fe. Actualmente todas las provincias cuentan con su marco normativo en materia de gestión de recursos hídricos (Figura 1). En el mapa pueden observarse los organismos de cuencas interjurisdiccionales.





Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/infraestructura-y-politica-hidrica/politica-hidrica/cuencas>

Referencias

- ① Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC)
- ② Autoridad de la Cuenca del Río Matanza-Riachuelo (ACUMAR)
- ③ Comité Interjurisdiccional de la Cuenca Arroyo Medrano (CICAM)
- ④ Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca de la Laguna La Picasa (CICLP)
- ⑤ Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Carcarañá (CIRC)
- ⑥ Comité Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Salí-Dulce
- ⑦ Comité Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Chubut (COIRCHU)
- ⑧ Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Pilcomayo
- ⑨ Comité Regional del Río Bermejo (COREBE)
- ⑩ Comité de Cuenca del Río Juramento-Salado
- ⑪ Organismo Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Senguerr
- ⑫ Autoridad de Cuenca del Río Azul (ACRA)
- ⑬ Comité Interjurisdiccional de la Región Hídrica de los Bajos Submeridionales (CIRHBAS)
- ⑭ Comité Interjurisdiccional de la Cuenca del Arroyo Vila Culuquí y Noreste de la Provincia de Córdoba (CAVICU)
- ⑮ Comité Interjurisdiccional de la Región Hídrica del Noroeste de la Llanura Pampeana (CIRHNOP)
- ⑯ Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO)
- ⑰ Comité Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Albigasta
- ⑱ Comité de Cuenca del río Guayquiraró
- ⑲ Comité de Cuenca del río Mocoretá
- ⑳ Comisión de Seguimiento del Estudio Hidrológico del Sistema del Río Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó
- ㉑ Comisión Interprovincial del río Atuel Inferior (CIAI)
- ㉒ Comité del Arroyo del Medio

Todos los organismos citados se encuentran actualmente en actividad, merced a una importante gestión del Estado Nacional a través de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica, quien conjunta y coordinadamente con las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires avanza en la elaboración de instrumentos de gestión que incorporen aspectos integradores e innovadores en el establecimiento de una gobernanza de los recursos hídricos de carácter sostenible.

Las organizaciones de cuencas hoy se encuentran en diferentes estadios de maduración de institucionalidad, pero con avances en la definición de agenda conjuntas, consensuada en la mayoría de los casos. En relación con el avance de la planificación de la gestión de los recursos hídricos a nivel de la cuenca, esta es la unidad de planificación y gestión respecto de la cual existe un amplio consenso entre todas las jurisdicciones para avanzar en una planificación acordada. Esto ha permitido llevar adelante una agenda muy ambiciosa en materia de planificación, generando las condiciones para disponer de una hoja de ruta que permita atender los desafíos del cambio climático o su variabilidad, como la ocurrencia de situaciones de riesgo por inundaciones, o como el presente



escenario de déficit extremo en varias regiones del territorio nacional. Por ejemplo, en casos como el de la cuenca de la laguna la Picasa y el de la cuenca río Juramento-Salado, ambas interjurisdiccionales.

Actualmente está en proceso de formulación un plan de gestión de los recursos hídricos de la región hídrica de los Bajos Meridionales, con activa participación de los decisores gubernamentales, lo que brinda un impulso importante a la planificación de acciones conjuntas. En este sentido, vale destacar que estas medidas se ven transparentadas y visibilizadas en el sistema de gestión de obras del Ministerio de Obras Públicas de la Nación (<https://ppo.obraspublicas.gob.ar/>), el cual permite seguir la trazabilidad de proyectos a partir de la carga de los mismos por parte de las provincias, municipios o comunas y luego su concreción en obras a través de un seguimiento permanente que se puede realizar mediante la página web del Sistema de Gestión de Obras.

En materia de gestión de agua, su alcance no solo refiere a la gestión de aguas superficiales, como el ejemplo antes mencionado de las cuencas interjurisdiccionales, sino también de gestión de aguas subterráneas a partir de la iniciativa conjunta de la Nación con las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a través del Plan Nacional Federal de Aguas Subterráneas, que se encuentra en su tercera etapa y permite, en forma conjunta entre la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica y el Consejo Hídrico Federal, llevar adelante una agenda de gestión de aguas subterráneas con cinco líneas de acción muy importantes: el monitoreo de agua subterránea, la generación de un sistema de información de agua subterránea (SIAS), el relevamiento de información, la identificación de proyectos en acuíferos estratégicos y la confección de un atlas federal de recursos hídricos subterráneos, que permitirá visibilizar este recurso estratégico para una gestión sostenible.

Expansión y modernización de la Red Hidrológica Nacional

La Red Hidrológica Nacional (RHN) es la mayor fuente de información hidrológica (altura y caudal de los ríos); meteorológica (lluvia, evaporación, temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad/dirección del viento, radiación solar); nivológica (equivalente de agua en nieve); y

de calidad de agua del país. Recopila los datos necesarios para realizar estudios y proyectos de todo tipo y cooperar con múltiples disciplinas que requieran un conocimiento cabal de los recursos hídricos disponibles en los cuerpos de agua del país, tanto actuales como históricos.

Esta herramienta permite gestionar de manera coordinada con todas las provincias y con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la planificación y la gestión integrada de los recursos hídricos. Lo que resulta central para evaluar e inventariar la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo. En particular, la Red Hidrológica Nacional, con más de cien años de trayectoria, ha permitido sostener la actividad en materia de monitoreo y, actualmente, se encuentra en una etapa de fortalecimiento y modernización con la instalación de estaciones hidrométricas y pluviométricas que permiten disponer de información a tiempo cuasi real y posibilitan, no solo a la Nación sino también a todas las provincias, a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y a los usuarios en general, acceder a esta valiosa información para generar proyectos y escenarios a través de modelaciones que evalúa los desafíos de la variabilidad climática. Hasta aquí se han incorporado 450 estaciones telemétricas y el monitoreo de calidad de agua en una cobertura en esta primera etapa de 130 puntos. El monitoreo de niveles de agua subterránea se incorpora también como una tarea adicional de la Red Hidrológica Nacional, y cuenta con un crecimiento progresivo que lentamente brindará mayor información y conocimiento acerca de la disponibilidad hídrica a nivel superficial y subterráneo.

Asimismo, la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica cuenta con el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SiNaRaMe), que consiste en la gestión, la integración y la operación de todos los radares meteorológicos del país en una red de observación hidrometeorológica en tiempo real, con el objetivo de detectar diversos eventos de tiempo severo y mejorar la eficiencia de los pronósticos a corto plazo. Este sistema, que actualmente cuenta con once radares, en un corto plazo prevé ampliar la cobertura con la instalación de diez radares más, para alcanzar un total de veintiún radares.



La bajante histórica del río Paraná

Una de las tareas llevadas adelante por la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del MOP fue el seguimiento hidrométrico en el período 2020/22 de la bajante del río Paraná, tarea que resultó vital para realizar análisis diagnósticos y proyecciones, con el fin de brindar información para gestionar los recursos hídricos en un escenario de déficit hídrico como el señalado. Esto coincidió con la pandemia por COVID-19, de modo que implicó una tarea compleja de coordinación de acciones en los niveles nacional y federal, con comisiones de trabajo para la realización de aforos con frecuencia semanal en 18 estaciones localizadas sobre el río Paraná para poder realizar un seguimiento que permitiera a las localidades ribereñas mejorar sus capacidades de toma de agua para provisión. Esta situación generó un número importante de informes semanales y quincenales, que brindó respaldo a la gestión transfronteriza con los países localizados aguas arriba, quienes cursaron situaciones críticas similares a la presentada en nuestro territorio nacional.

En gran medida, la disponibilidad de información permite intercambiar datos y generar escenarios en forma conjunta, algo de suma importancia tomando en cuenta que para la gestión de cuencas es imprescindible encontrar esquemas de cooperación y para ello la información precisa y confiable resulta basal. Esto no solo hace posible el entendimiento entre los países, como en el caso de la gestión transfronteriza con los países hermanos de la cuenca del Plata, sino que permite identificar acciones consensuadas que generan confianza entre las partes y que podrían ser replicables para su implementación en cuencas interjurisdiccionales.

Etapas de la gestión de cuencas de la Argentina

Si tomamos en cuenta el marco institucional, observamos un proceso en el desarrollo de la gestión de cuencas en la República Argentina que conlleva una vasta historia. En principio, existe la Ley de Aguas mendocina que data del año 1884. En particular, el proceso de gestión de cuencas en el país se puede precisar en determinados hitos. Por ejemplo, en 1963 se creó el Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Fores-

tal (IOVIF), que actualmente forma parte de la Universidad de la Plata, donde se comienza a planificar a partir de las cuencas. En 1970, la ex Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación conformó los organismos de cuencas, principalmente del norte argentino (NOA). En esa etapa, de mediados de los sesenta a mediados de los setenta, se crean gran parte de las entidades de cuenca, y Argentina es pionera en Latinoamérica, con un desarrollo importante en la gestión integrada. Por entonces se hacían estudios y se trabajaba en la coordinación entre el Estado Nacional y las provincias. En la década del ochenta se produce un traspaso de las entidades de cuenca a las provincias, pero se hace sin los fondos pertinentes. Se genera un proceso de menor actividad en la gestión integrada entre provincias y Nación.

En la década del noventa se reactivan los comités técnicos de las entidades de cuenca de la Argentina, aquellos que tenían conflictos o temas priorizados por las provincias, con la participación del Estado Nacional. En 2016, el trabajo de las comisiones técnicas que se venía realizando durante casi dos décadas se plasma en la conformación de varias entidades de cuenca y en su formalización a través de convenios y acuerdos.

A partir de la gestión actual, 2019-2022, se da un nuevo paso, que implica no solo el abordaje de problemas coyunturales en la gestión de cuencas sino también una planificación a mediano y largo plazo, teniendo como horizonte los objetivos de desarrollo sostenible de 2030. En ese sentido, pasamos de tener una visión que implicaba abocarse a los problemas puntuales a planificar en el largo y en el mediano plazo, más allá de comprender que las dificultades coyunturales seguirán existiendo y que se puede llegar a su solución en el marco de un trabajo coordinado entre el Estado Nacional y las provincias.

Constitución Nacional y Ley 25.668

Como enuncia el artículo 1 de la Constitución Nacional, Argentina es un país representativo, republicano y federal. Este último concepto es el que nos lleva a considerar que la gestión integrada de cuencas debe hacerse necesariamente en coordinación con las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, administradoras y dueñas del recurso hídrico. Además, el artículo 124 de la Constitución Nacional establece una cuestión



elemental, que es que las provincias pueden crear regiones para su desarrollo económico y social, en las que se pueden enmarcar las entidades de cuenca. Expresamente se establece que el dominio originario de los recursos naturales les pertenece.

En la actualidad, hemos propiciado intercambios con México e intercambios de experiencias que recorren varios puntos de la Argentina junto con referentes de Brasil, con el objetivo de observar cómo gestionan otros países federales los recursos hídricos. En este proceso nos hemos percatado de que la Argentina tiene una especificidad y una especialidad que no presentan otros países federales. Por esta razón es fundamental que los gestores de sus recursos hídricos agudicen el ingenio para coordinar y compatibilizar los intereses de los distintos actores que son los administradores y dueños de los recursos hídricos en su territorio.

En otro orden de cosas, la sociedad y algunos especialistas académicos se preguntan por qué el Estado Nacional no soluciona la situación bajando línea y estableciendo específicamente qué es lo que hay que hacer en materia de gestión integrada de los recursos hídricos. En este sentido, se debe tener presente nuestra Constitución Nacional y en especial el sistema federal de gobierno. Existen otros artículos de la Carta Magna de la Argentina, como el 41, que establece que la Nación puede crear los presupuestos mínimos de protección sin afectar las jurisdicciones locales. Un ejemplo acerca de la gestión de cuencas puede observarse en la Ley nacional 25.688 de 2002 denominada de Gestión Ambiental de Aguas, promulgada en 2003, pero que aún no ha alcanzado una reglamentación. En particular, hubo varias instancias en las que se solicitó a la Corte Suprema declarar su inconstitucionalidad, lo que da cuenta de la complejidad que existe en el día a día en la gestión de los recursos hídricos.

Más allá de esta situación la ley existe, en los fallos judiciales es tenida en cuenta y también es considerada por la Corte Suprema, que recepta en sus resoluciones los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina. Hay cuestiones que establece la ley que se han concretado a través de la gestión que actualmente se hace entre la Nación y las provincias. Por ejemplo, la ley citada establece que la utilización del recurso hídrico por parte de una jurisdicción no debe afectar los derechos de las otras jurisdicciones con las cuales lo comparte. Actualmente, cualquier medida estructural que quiera realizar una jurisdicción en el

marco de una cuenca interjurisdiccional necesita contar con el aval del comité de cuenca para ser financiada por el Estado Nacional.

El CoHiFe y los 50 Principios Rectores de Política Hídrica

En 2001 se inició un proceso participativo, con la sociedad y con los administradores de los recursos hídricos, que para 2003 forjó la creación del Consejo Hídrico Federal (CoHiFe) y la redacción de los 50 principios rectores de política hídrica.

El CoHiFe constituye una instancia federal clave en materia de socialización del conocimiento y estandarización de metodologías y propuestas. Particularmente, hay que tener en cuenta que muchas provincias están avanzando de manera significativa en la gestión de sus recursos hídricos y es importante poder acceder a esas experiencias para generar un espacio de análisis de gobernanza hídrica. En este sentido, el CoHiFe constituye el sitio ideal para ampararlas.

Los Principios Rectores son un compendio de 50 principios relacionados con esta temática, que se crearon con esfuerzos realizados por alcanzar consensos, similar a la tarea que lleva adelante la Fundación de los Trabajadores Sanitaristas para la Formación y el Desarrollo (FUTRAS-AFODE) con los Foros Federales del Agua.

El principio 12 nuclea a todos los demás y se refiere a la ética y a la gobernabilidad del agua, y cita expresamente:

... alcanzar la plena gobernabilidad del sector hídrico requiere del compromiso y accionar conjunto de los organismos de gobierno y usuarios del agua para democratizar todas las instancias de la gestión hídrica. La dimensión ética en el manejo de las aguas se logrará incorporando a la gestión diaria la equidad, la participación efectiva, la comunicación, el conocimiento, la transparencia y especialmente la capacidad de respuesta a las necesidades que se planteen en el sector. Ambas, la ética del agua y la gobernabilidad del sector hídrico, se alcanzarán a través del cumplimiento de todos y cada uno de los principios rectores aquí enunciados.

Este principio se propuso entre los años 2001 y 2002, cuando comenzó el debate y la discusión participativa sobre los Principios Rectores. En ese



contexto, se señalaba la importancia de la comunicación y la participación al igual que, actualmente, se citan los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Es importante tener presentes estos objetivos, ya que conllevan un gran desafío. La Agenda 2030 de los ODS requiere avanzar prontamente en la consecución de metas, entre ellas la 6.5.1. que se refiere a la implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos en todos los niveles como un proceso indispensable para lograr el entendimiento de base entre todos los actores en procura del desarrollo sostenible.

Como dato importante cabe destacar que, a la formulación de planes de cuenca, se incorporó la determinación de la línea base de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos con el objeto de identificar acciones que mejoren y aceleren los indicadores creados para tal efecto. El CoHiFe no tiene una competencia específica en la gestión de cuencas. La misma a partir de la Ley de Ministerios corresponde a la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación, que trabaja en conjunto, como amigable componedor, con las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que cuentan con el dominio originario de los recursos hídricos.

Los principios 19, 22 y 23 tratan específicamente sobre la gestión por cuencas, y se refieren a la cuenca como la unidad territorial apta para gestionar los recursos hídricos. Señalan que en las aguas interjurisdiccionales se deben conformar entidades de cuencas para compatibilizar los intereses de las jurisdicciones con dominio sobre el recurso, y que estos organismos son el ámbito propicio para prevenir los conflictos.

Seguramente, cuando hay intereses que pueden ser antagónicos, porque uno puede mermar las posibilidades de otro, existe la posibilidad de generación de conflictos. En este sentido, las entidades de cuenca son los ámbitos ideales para llegar —a través del diálogo, el trabajo conjunto y la coordinación— a los acuerdos necesarios. Sin embargo, si no es posible solucionar el problema en el marco de la gestión, en el marco de la política, la Constitución Nacional establece que es la Corte Suprema la que debe dirimir un conflicto entre dos provincias, entre los ciudadanos de una provincia y otra o entre ciudadanos de distintas provincias.

Actualmente merced a la Resolución 022/2023 de la Asamblea Ordinaria del Consejo Hídrico Federal realizada el 7 de junio de 2023, aprobó el Principio Rector No 50, que incorpora un capítulo específico, denomi-

nado “Agua y género”. Este Principio se refiere a la relevancia que implica transversalizar la perspectiva de género, y en ese sentido la importancia que supone alcanzar las metas asociadas al Objetivo del Desarrollo Sostenible No 5, el cual requiere la incorporación de la perspectiva de género en la GIRH para institucionalizarla en todos los niveles de gobierno. Este principio señala lo siguiente: “La transversalización de la política de género en la gestión hídrica debe considerarse en todas las acciones, desde la concepción de los programas y proyectos hasta su materialización y continua evolución”.

Reglamento para la solución amistosa de controversias sobre aguas interjurisdiccionales

El CoHiFe, donde se han generado los Principios Rectores, cuenta con un reglamento de solución amistosa de controversias. En el proceso de fortalecimiento de las entidades de cuenca —que se dio a partir de 2016 y que continúa en pleno desarrollo con la modernización de convenios, acuerdos y estatutos— cuando se genera un conflicto y la gestión no le puede dar solución, se pasa a la Justicia, que no es especialista en materia de recursos hídricos. Sin embargo, es un derecho de las provincias acudir a ella para dirimir cualquier conflicto en una instancia judicial. Por ejemplo, el artículo 26 de la propuesta de estatuto del Comité de Cuenca Argentino del río Pilcomayo, da cuenta de la búsqueda de opciones para que esos conflictos no escalen a la Justicia. Una de las soluciones es acudir al CoHiFe para que intervenga si hay un conflicto entre dos o más jurisdicciones. En este sentido, son las provincias involucradas las que deben solicitar su participación y el Consejo buscará especialistas —nacionales o extranjeros— y un mediador para intentar llegar a una solución y que el conflicto pueda ser desactivado.

Toda la gestión que se realiza en el nivel nacional repercute en el diálogo que se tiene en las cuencas transfronterizas. Debido a que Argentina principalmente es un país de aguas abajo, es preciso actuar internamente de la manera en que reclamamos a los países vecinos. Las cuencas transfronterizas se gestionan con los principios internacionales de la gestión integrada y con dos pilares: la maximización de la información y la consulta previa. La gestión transfronteriza de los recursos hídricos



tiene dos representantes: uno político, que es una función delegada de las provincias al Estado Nacional, ya que el Poder Ejecutivo Nacional tiene las relaciones internacionales y compete a la Cancillería de Argentina, y uno técnico, que es la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica.

Más allá de esta cuestión, el proceso que actualmente se ha fortalecido es que previo a todo diálogo que realice el Estado Nacional con el país vecino, debe llegar a acuerdos internos con las provincias involucradas. Asimismo, continuando con el ejemplo del río Pilcomayo, las tres jurisdicciones provinciales que la integran designan un representante federal que acompaña en el diálogo transfronterizo, de manera que se fortalece el federalismo en cada acción de gestión.

Referencias

Consejo Hídrico Federal (2003). Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina.

Grupo Banco Mundial (2021). Argentina. Valorando el agua. Diagnóstico sobre Seguridad Hídrica. CEPAL. Propuesta para avanzar hacia un marco regional de indicadores para el seguimiento de los ODS en América Latina y el Caribe. Diciembre 2017.

http://www.infoleg.gov.ar/basehome/actos_gobierno/actosdegobierno17-11-2008-1.htm

Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

ODS Argentina. (2017). Línea de Base del indicador 651. GIRH.

ONU Agua (2017). Guía para el monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, sobre agua y saneamiento. Metas e indicadores mundiales.

ONU Agua (2017). Guía para el monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 sobre agua y saneamiento. Metodología de monitoreo paso a paso para el indicador 6.5.1.

Plan Nacional del Agua.

Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (2008).

Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica. Ministerio de Obras Públicas (2017).

UNESCO y CODIA (2019). Garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos Implementación de políticas públicas en América Latina y el Caribe.

Sitios web

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/hidricas/politica-hidrica>

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/infraestructura-y-politica-hidrica/politica-hidrica/cuencas>

<https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx>

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/infraestructura-y-politica-hidrica>

<https://ppo.obraspublicas.gob.ar/>

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/argentina-grande-plan-de-obras-publicas-para-el-desarrollo-de-la-nacion>

<https://www.argentina.gob.ar/pais/territorio/limites>

<https://www.smn.gob.ar/radar>

<https://www.cohife.org.ar/>



Gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas

Por Ricardo Giacosa ¹

Características de las áreas de llanura

En investigaciones vinculadas con los recursos hídricos, la unidad de gestión de trabajo es la cuenca clásica. Allí se debe tener asociado un punto de salida a un área de captación. A un impulso de lluvia, siempre existe una respuesta dada por la cuenca en términos de caudales. Cada uno de los eventos de precipitación y sus respuestas son independientes entre sí. La zona del sur de Santa Fe y el noroeste de Buenos Aires pertenecen a un área de llanura con un comportamiento que difiere del de las cuencas clásicas. Aparecen pequeñas depresiones y cuencas cerradas, que trabajan en forma independiente en situaciones normales o de déficit. Por otro lado, esos pequeños bajos se pueden ir vinculando entre sí y, con las situaciones de excedentes, forman el escurrimiento. Lo cual significa que no hay un comportamiento unívoco para situaciones de sequía o de exceso y que los escenarios pueden cambiar totalmente. A su vez, no hay una red de drenaje organizada y jerarquizada, esto es, arroyos del río, y no hay ningún curso de agua en esta zona altamente productiva de Santa Fe y Buenos Aires. Se pueden observar líneas de escurrimiento, que

¹ Ingeniero en Recursos Hídricos (UNL). Diplomado en Hidrología en Áreas de Llanuras (Research Center for Water Resources Development, VITUKI, Budapest, Hungría). Profesor adjunto ordinario (FICH, UNL). Especialista en manejo de áreas inundables en zonas de llanuras. Profesional de la subgerencia del Centro Regional Litoral del Instituto Nacional del Agua.

representan la formación de cañadas, que se organizan para el estado de excedentes, y esa es la forma de escorrentía.

En síntesis, una de las principales características que tiene la región pampeana es que las pendientes son de 20 a 50 cm/km. Esto es, un plano suavemente inclinado. En particular, Santa Fe tiene cota IGN19 m. Esto significa que en 500 km hay apenas el equivalente a la altura de un edificio de seis pisos. Es prácticamente plano. Esta situación presenta ventajas y desventajas. Cuando tenemos precipitaciones entre 80-100 mm, el 95% de lo que llueve infiltra, lo cual es altamente beneficioso para la zona agrícola. Sin embargo, cuando llueven 200 o 300 mm, parte de esa agua se transforma en exceso, el agua se acumula y es muy lento el escurrimiento. Esta es una de las razones por las que se registran inundaciones y anegamientos en la región.

Otra cuestión sustancial, pero no natural, es que también se generan efectos indeseados por la construcción de obras de infraestructura, sin considerar los impactos que estas pueden tener sobre el territorio.

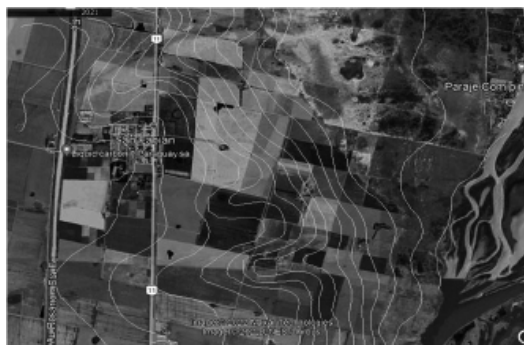


Imagen 1. Ejemplo de efectos negativos de algunas obras de infraestructura.

Fuente: Google Earth. Imagen Landsat 2021, cartografía digital IGN.

En la Imagen 1 observamos dos vías de comunicación paralelas: la autopista Santa Fe-Rosario, la Ruta Nacional 11 y, aguas abajo, se encuentra el FFCCGB que atraviesa una vía de escurrimiento. La primera tiene alcantarillas de 15 m de luz, la segunda de 6 m y la tercera un tubo de solo 80 cm de diámetro. Evidentemente, algunas de las secciones se calcularon en diferentes épocas por organismos que pertenecen a distintas jurisdicciones (nacionales y provinciales) y con criterios de diseño también muy diferentes, que en períodos de excesos hídricos generan interferencias y cortes de ruta por sobrepaso del agua.

Santa Fe sufrió una gran inundación en 2003. En la Imagen 2 podemos observar el río Salado, a su derecha la ciudad de Santa Fe y a su izquierda la ciudad de Santo Tomé, vinculadas entre sí por la autopista Santa Fe-Rosario. El puente que cruza el río Salado fue diseñado con una luz de 157 m, en tanto que el valle de inundación del río es de 2000 m de ancho. Esta obra de infraestructura provocó graves problemas por la contracción que genera al escurrimiento. Luego de la inundación de 2003, la obra fue rediseñada.



Imagen 2. Ejemplo de efectos de infraestructura en el río Salado. Fotografía aérea Base Aérea II Brigada Paraná. Inundación río Salado, año 2003, ciudad de Santa Fe.

En la Imagen 3 se presenta otro ejemplo, allí se observan las cañadas, pequeñas depresiones de 50 cm. Cuando hay excedentes, estos se van vinculando y generan escorrentía en dirección izquierda-derecha. A su vez, podemos ver la ruta 34, una localidad y la realización de una obra de infraestructura, un camino que se pavimentó. En este sentido, había dos soluciones: una hubiera sido dejar que las líneas que cruzan el camino —como se ve en la imagen— tuvieran continuidad, lo cual habría implicado hacer alcantarillas; la otra solución era hacer una obra de ingeniería para interceptarlas y derivarlas. Esto último fue lo que se hizo, pero con el inconveniente de que se encontraba la localidad. Esta, que antes no se anegaba, ahora se inunda por efecto de una obra de infraestructura.



Imagen 3. Otro ejemplo de efectos indeseados de infraestructura en un área de cañadas.

Los ejemplos citados ponen en evidencia que las zonas de llanuras son muy sensibles a las obras de infraestructura, y eso hay que evaluarlo previamente para advertir el impacto y poder evitarlo o mitigarlo. Desde el punto

de vista del Instituto Nacional del Agua, que trabaja en forma articulada con organismos de Nación y provincias, se insiste en la importancia de la gestión integrada de los recursos hídricos. Es difícil hablar del manejo de excedentes y de obras de infraestructura como obras de retenciones y de rutas sin asociar ambas cosas. Esto se debe a que los temas relacionados con el agua afectan todos los segmentos de la sociedad.

En los últimos años ha habido grandes cambios, como la expansión de la agricultura, el turismo y los procesos industriales. Actualmente, esto se asocia con el cambio climático y ejerce una fuerte presión sobre el uso y el manejo del agua, que se pone de manifiesto y genera grandes interdependencias, tanto hidrológicas como sociales, económicas y ecológico-ambientales. Por esta razón, el Instituto Nacional del Agua trabaja de manera articulada con Nación.

Tipos de organismos de cuencas

Hay tres grandes grupos de cuencas: las transfronterizas o internacionales, las interjurisdiccionales, dentro del territorio nacional, y las provinciales, cuyos recursos hídricos pertenecen a las provincias. Entre las primeras se encuentra la cuenca del Plata, que abarca 3.000.000 de km² (Imagen 4). Esta cuenca es tratada por convenios entre los países que la integran. Nosotros estamos sobre el río Paraná y recibimos la influencia del manejo que se pueden producir fuera del territorio nacional. Además, existen otras cuencas, como la del río Pilcomayo que corresponde a un ente tripartito con Bolivia, Paraguay y Argentina; la del río Uruguay y el acuífero guaraní, que no es visible superficialmente, pero es la principal reserva de agua dulce subterránea que tenemos, junto con Brasil, Paraguay y Uruguay. Eso requiere de acuerdos tanto para la explotación como para la conservación a nivel países.



Imagen 4. Cuenca del Plata.

Fuente: <https://cicplata.org/es/mapa-subcuencas/>

Luego tenemos cuencas interjurisdiccionales, en las cuales hemos desarrollado actividades desde el Instituto Nacional del Agua. Una es la cuenca del río Carcarañá, que comparten Córdoba y Santa Fe; otra es los Bajos Submeridionales; y otra, el río Salado, compartidas por Chaco, Santiago del Estero y Santa Fe. También están La Picasa y la región pampeana. En todas ellas ha trabajado el Instituto. En este sentido, es importante destacar que no se trata de un estudio exclusivamente técnico porque, como existen ámbitos interjurisdiccionales, la solución requiere del consenso de las partes y este debe ser sostenible en el tiempo para lograr una mejor solución.

Cuando hay un área anegada y una ruta, por ejemplo, el predio afectado de aguas arriba pretende que se incorporen más alcantarillas para eliminar los excedentes rápidamente, y el que está aguas abajo procura que cierren todas las que hay para no recibir ni el agua propia ni la del predio de aguas arriba. Sin embargo, la solución no es ninguna de estas dos, sino lograr un consenso entre las partes.

A su vez, hay cuencas provinciales que resuelven los problemas dentro de su territorio y a través de los respectivos organismos de cuenca. Los casos anteriores, en cambio, requieren del consenso que, generalmente, se logra a través de los comités interjurisdiccionales.

Los roles de los organismos de cuencas

Los organismos de cuencas desempeñan los siguientes roles:

- **Monitorear:** recabar datos sobre disponibilidad y demanda de agua y en materia de calidad a efectos de preservar el recurso.
- **Planificar:** formular planes a mediano y largo plazo para aprovechar y administrar los recursos hídricos en la cuenca.
- **Financiar:** asegurar la financiación cobrando por el uso del agua, por ejemplo, aplicando impuestos sobre el recurso o bien por transferencias (subsidios, donaciones y aportes).
- **Ejecutar, administrar y regular:** implementar, operar y mantener en el tiempo las acciones estructurales y no estructurales planificadas (Asociación Mundial para el Agua [Global Water Partnership, GWP] y Red Internacional de Organismos de Cuenca [International Network of Basin Organizations, INBO]).



El primero de estos roles es fundamental para conocer la disponibilidad, tanto respecto de la distribución espacial y temporal como de la calidad de los recursos hídricos. El segundo se debe a que en materia de recursos hídricos no se puede trabajar para la coyuntura. Por ejemplo, en la cuenca de la laguna La Picasa hace cinco años había una situación de excedentes; sin embargo, actualmente hay una situación de déficit. En efecto, los escenarios son cambiantes y hay que tener flexibilidad para planificar y presentar los planes de trabajo.

El tercer punto importante es el financiamiento, ya que este trabajo tiene un costo e insume recursos. Este se consigue mediante el cobro por el uso del agua, por ejemplo, cuando hay consorcios de riego, o bien a través de recursos propios, por transferencia, subsidios o recursos del tesoro. Y luego es preciso ejecutar, administrar y regular. Una vez que se planificó, hay que implementar, operar y sostener en el tiempo esas acciones. Algunas son estructurales, como las obras; y otras son no estructurales, como el manejo de uso de suelos, cambios de suelo y legislación. Los recursos son imprescindibles, ya que no se puede hacer nada sin dinero, y es importante tenerlo acotado y a disposición en el tiempo. En cuanto a la participación de las partes interesadas, lo primero que hay que hacer es indicar cuáles son estas partes. Hay actores gubernamentales, productores y comunidades.

Un aspecto fundamental es lograr la participación. Por ejemplo, en la región del norte de la provincia de Santa Fe, en los Bajos Submeridionales, hay una gran asimetría entre los productores. Algunos tienen entre 30.000 y 40.000 ha, y otros 1000 ha. Indudablemente, ni los intereses ni las posibilidades de participación van a ser los mismos. En este sentido, el Estado tiene el rol fundamental de motivar y organizar a esos pequeños productores para que se inserten y puedan participar. Asimismo, hay que establecer reglas para resolver las disputas que se puedan producir.

Otro ítem importante es la planificación estratégica a largo plazo. En recursos hídricos hay que trabajar con un horizonte de cinco, diez o más años. En primer lugar, se debe identificar la problemática y tener en cuenta que no será la misma, depende de los conflictos de intereses sectoriales. El que está aguas arriba va a tener un punto de vista muy distinto del que está aguas abajo. En segundo lugar, hay que fijar prioridades, identificar las opciones que se tienen para gestionar, plantear los costos y

los beneficios y evaluar los riesgos. Como ingenieros siempre consideramos las alternativas de obra que tenemos. Una es no hacer nada, lo que también tiene un costo y un riesgo.

Por otra parte, se debe generar un sistema de información y monitoreo de las cuencas. Con modelos matemáticos, podemos diseñar y prever la evolución y el comportamiento de las aguas. Lo que no nos deja escapar a la realidad es el monitoreo de los puntos característicos acerca de cómo se comportó esa cuenca. Esto es, si se comportó de acuerdo a lo previsto por los modelos o si tuvo diferencias.

Finalmente, uno de los puntos más importantes son las estrategias de comunicación. A pesar de que los ingenieros no seamos los mejores comunicadores, debemos llegar a cada una de las partes interesadas con un mensaje claro y comprensible que apunte a soluciones sostenibles en el tiempo.

En relación con los escenarios de cambio climático, en los últimos años el Instituto Nacional del Agua ha trabajado en torno a la crecida del río Paraná y actualmente estamos en escenarios de sequía. Los dos son perfectamente posibles y alternados. Ese escenario de exceso y déficit se origina debido a cambios de uso del suelo por un desorden del drenaje superficial, lo cual trae aparejada una red de canales informales, una modificación en las precipitaciones tanto de intensidad como de frecuencia, y un incremento de las temperaturas. Estas cuestiones se pueden analizar y prever. En un horizonte de veinte a treinta años, es posible saber cuál será la respuesta de nuestros sistemas naturales. Eso se puede evaluar porque se traducirá en un incremento de volúmenes y caudales que tienen su consonancia en localidades y centros urbanos.

Estudios de la cuenca La Picasa y Las Encadenadas

El Instituto Nacional del Agua, a solicitud de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, desarrolló el Plan Director para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca La Picasa (2019).

La evaluación de cambios en el uso de suelos fue realizada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para estimar las transformaciones producidas entre 2001 y 2019.

En este período de veinte años hubo fuertes cambios de actividad productiva. Esto implicó que, para disminuir las áreas anegables, se



construyeran canales “informales”, lo cual trajo aparejado un incremento del volumen de escorrentía con sus implicancias.

Este mismo estudio fue replicado en la cuenca de Las Encadenadas, al sur de la provincia de Santa Fe. Con el INTA se hizo el mismo trabajo, y en este caso también observamos que hubo cambios en la actividad productiva; por ejemplo, el área de soja pasó de un 46% a un 51%. En efecto, son fuertes los cambios de la actividad ganadera a agrícola y eso tiene sus consecuencias en términos de la gestión de riesgo.

En síntesis, los proyectos para el manejo y control de los recursos hídricos de carácter interjurisdiccional requieren un consenso de las acciones estructurales y no estructurales y que estas sean sostenibles en el tiempo. En áreas de llanura, en escenarios de excedente y déficit, no existe una solución que permita eliminar totalmente las áreas afectadas. Por eso es importante consensuar, porque de lo contrario el riesgo es transferir esos excedentes aguas abajo y que se generen nuevos conflictos.

Por último, el plan estratégico debe ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a las novedades en materia de información y a cualquier alteración en las circunstancias en relación con el cambio de escenario que existe en la actualidad debido al cambio climático.

Referencias

- Global Water Paternship (2009). Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en las Cuencas. Global Water Paternship y Red Internacional of Basin Organization.
- Instituto Nacional del Agua (2019). Plan Director para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca Laguna La Picasa.
- INTA-EE RAFAELA. (2019). Evaluación de la ocupación de la tierra en la cuenca “Laguna La Picasa”.
- Instituto Nacional del Agua (2022). Estudio integral de la cuenca de aportes lagunas Las Encadenadas.

2

Gobernanza del agua, casos ejemplo



Luis Mérida

Leandro Díaz

Carlos Alberto Giobellina



Gestión hídrica y gobernanza de cuencas en la agenda del cambio climático

El aspecto subterráneo de la gobernanza ante el cambio climático

Por Luis Mérida¹

General Pueyrredón es un pequeño partido en el sudeste de la provincia de Buenos Aires que abarca unos 1.500 km², con dos ciudades —Mar del Plata y Batán— que albergan a unos 900.000 habitantes. El agua es abastecida por OSSE y es de origen subterráneo, por lo cual los cambios en el acuífero no se perciben tan rápidamente como en el caso de las aguas superficiales, ya que tiene velocidades más lentas que le otorgan una inercia y seguridad de abasto mayor. Sin embargo, después de tres años de sequía, nos encontramos en una situación controlada pero comprometida por causas relacionadas con el cambio climático.

¹ Magíster en Gestión y Auditorías Ambientales, especializado en Energías Renovables (Fundación Universitaria Iberoamericana y Universidad de León). Ingeniero en canales, caminos y puertos, España. Ingeniero hidráulico, ingeniero civil, ingeniero en construcciones (UNLP). Gerente de Energías Renovables y Recursos Hídricos en Obras Sanitarias de Sociedad de Estado (OSSE) de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Responsable del Plan Director de Recursos Hídricos en OSSE y ante el BID-ENOHSA para la Obra Sistema Acueducto Oeste (SAO). Director de planes y consultor en infraestructura para proyectos de ingeniería civil, infraestructura, de saneamiento, hidráulicos, estudio de acueductos, estudios de escurrimiento de campos, obras ante erosión hidráulica, estudios de impactos ambientales y de parques industriales, entre otros.



Para llevar adelante el servicio se cuenta con un sistema de tres acueductos que toma aproximadamente el 70% del suministro y se completa con otro de impulsión directa que toma el resto del área para abastecer al 95% de la población con unos 146 hm³. Los más de 300 pozos y reservas de alrededor de 80.000 m³ con que se cuenta hacen que este partido sea uno de los pocos en abastecerse completamente con aguas subterráneas.

Algunos ejemplos de afectación por el cambio climático son la bajante del río Paraná y los incendios que se suceden desde 2020 en todas las latitudes, pero esencialmente lo que experimenta es un aumento de la temperatura y de los eventos extremos como consecuencia del fenómeno El Niño-oscilación sur (ENOS) en los últimos treinta años. Esta situación provoca una mayor vulnerabilidad ante el cambio climático, que requiere adaptarse y mitigar sus efectos. En el año 2000 planteamos una gestión por riesgo climático con un aumento en la resiliencia de la empresa y del partido con estrategias específicas a prueba de clima y medidas *no regrets*. Estas decisiones parecían excesivas en el siglo pasado. Sin embargo, la realidad que vivimos como consecuencia del cambio climático finalmente ha mostrado que eran las correctas.

Según los pronósticos por modelos y los escenarios climáticos, pretendemos llevar a cabo una gestión sustentable. En eso se basa el Plan Director de Gestión Sustentable (PDGS) que fue enunciado en 2007. Es preciso tener en cuenta el tema climático, cuyo mayor efecto en nuestra gestión es el ascenso del nivel del mar, que provoca un aumento de la intrusión marina y un menor recurso disponible en el acuífero. La primera estrategia, tal vez la más obvia pero no sencilla, es realizar el traslado de la extracción a zonas más altas y continentales, con el fin de evitar la salinización de los pozos.



Plan Director

En la situación de partida del estudio realizado entre 2004 y 2009 que derivó en el PDGS de la empresa² se distinguían claramente dos zonas: la sur, de donde se extrae el 99% del suministro y es monitorizada en detalle; y la norte, que era prístina a ese momento. Ambas zonas tienen un ingreso litoral de agua cercana al mar que en algún momento llegó a 25 m por debajo del nivel del mar.

El PDGS que hemos establecido entre 2007 y 2009 fue presentado en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y, desde el primer momento, fue hecho como una adaptación y una mitigación ante el cambio climático. En este sentido, parte del éxito de haber obtenido el crédito en 2016 para algunas de las obras que veremos a continuación, a través del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), fue presentarlo como una obra climática. Este PDGS pretendía solucionar el problema de la intrusión eliminando el déficit, así como generar y aumentar la extracción de los nuevos campos de bombeo para balancear esta cuestión, siempre monitoreando y modelando el acuífero a un nivel operativo. Esto implica la medición, la monitorización, el modelaje, la corrección del plan y el uso de un tablero de control simple y claro con un único indicador. Esto último, en particular, con el propósito de que los decisores políticos lo pudieran entender para actuar en consecuencia.

La estrategia que se planteó es remediadora. Esto es, tenemos una zona central deprimida y otra zona con excedentes. En la Tabla 1 se detalla el balance hídrico, cuenca por cuenca subterránea y con los usuarios significativos del acuífero, lo que incluye tanto lo que usa OSSE para agua potable como lo que se destina a otros fines (campo, industrias y comercios).

² El artículo con las imágenes y los mapas se pueden ver en: <http://www.osmgp.gov.ar/osse/wp-content/uploads/2022/11/Gobernanza.pdf>





VERTIENTE NORTE													
CUENCAS HIDROLÓGICAS		RECARGA ANUAL (en m ³)		RIEGO SUPLEMENTARIO		EXPLOTACIÓN OSSE		RESERVAS DISPONIBLES (mm/año)					
DENOMINACIÓN	ÁREA (en km ²)	INFILTRACIONES ASUMIDAS (mm/año)		REQUERIMIENTOS ANUALES		m ³ /año		m ³ /día		160		180	
		160	180	ÁREA (en km ²)	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /día	m ³ /año	m ³ /día	m ³ /año	m ³ /día	m ³ /año	m ³ /día
Los Patos + Camet	115	18.420.256	20.722.788	16,00	2.040.000	13.982.400	38.308	2.397.856	6569	4.700.388	12.878		
Seco + El Casal	188	30.111.201	33.875.102	19,00	2.422.500	24.575.400	67.330	3.113.301	8530	6.877.202	18.842		
Los Cueros	203	32.458.708	36.516.046	12,04	127.500	23.773.800	65.134	8.557.408	23.445	12.614.746	34.561		
La Tapera (N)	10	1.600.000	1.800.000	0,10	12.750	1.584.000	4340	3250	9	203.250	557		
Vivoratá	490	78.369.389	88.165.562	3,00	382.500	4.380.000	12.000	73.606.889	201.663	83.403.062	228.502		
Los Huesos	145	23.178.400	26.075.700	11,04	1.407.360	4.380.000	12.000	17.391.040	47.647	20.288.340	55.584		
TOTAL	1151	184.137.954	207.155.198	61,18	6.392.610	72.675.600	199.111	105.069.744	287.862	128.086.988	350.923		
La Trinidad	588	94.080.000	105.840.000	50,14	6.392.610	72.675.600	199.111	15.011.790	41.128	26.771.790	73.347		

Tabla 1. Balance hídrico cuenca por cuenca.

En la Tabla 1 se observa que el balance hídrico es positivo en el PDGS. Dentro del balance se incluyen dos escenarios de cambio climático. En la tabla hay dos columnas: una de 160 mm que correspondía al escenario A1B del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), y la otra de 180 mm que pertenecía al escenario A2. Con estos escenarios se evaluó la forma de obtener un balance hidrológico positivo a prueba del clima, con la condición de monitorear el sudeste de la provincia de Buenos Aires respecto de la Niña, que genera problemas de sequía. A su vez, la empresa tiene el servicio de pluviales, por lo tanto, el Niño genera otro tipo de problemas que no serán presentados en este artículo.

El sistema de control funciona con un índice único y en un Tablero de Control, donde se representa el tiempo y las variables significativas (Hm^3), la variación de la extracción, el volumen bajo el nivel del mar (VDNM). Este representa el déficit y los pozos salinizados desde 1914, cuando se inició la explotación del recurso hídrico hasta la fecha. También se indican los eventos de la Niña y del Niño, en particular, en el último tiempo hubo tres Niñas seguidas y, con el fin de solucionar temporalmente el déficit producido, se realizaron acueductos.

Para el manejo de cuencas se realizaron obras a través del Sistema Acueducto Oeste (SAO), diseñado para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático.

La primera etapa del SAO (SAO I) se ejecutó entre 2019-2021 a través de un crédito PAYS del BID y del ENOHSA, con 26 pozos operando totalmente. Mientras esto sucede, en la zona al sur, que es la más baja del acuífero, se suspende la extracción en invierno para permitir elevar los niveles y compensar las diferencias del balance. En verano, Mar del Plata recibe hasta 3.000.000 de turistas, por lo tanto, en esa estación todas las perforaciones están en funcionamiento.

La segunda etapa del SAO (SAO II) fue presentada ante el BID y ENOHSA como plan PayS, y luego pasó al plan PROARSA. El mismo está en ejecución y podrá aportar el 26% del total del proyecto. Por último, la tercera etapa (SAO III), se realizará desde 2028 hasta 2035.

En la Figura 1 se observan las distintas acciones que se llevan a cabo para lograr los preceptos del PDGS.



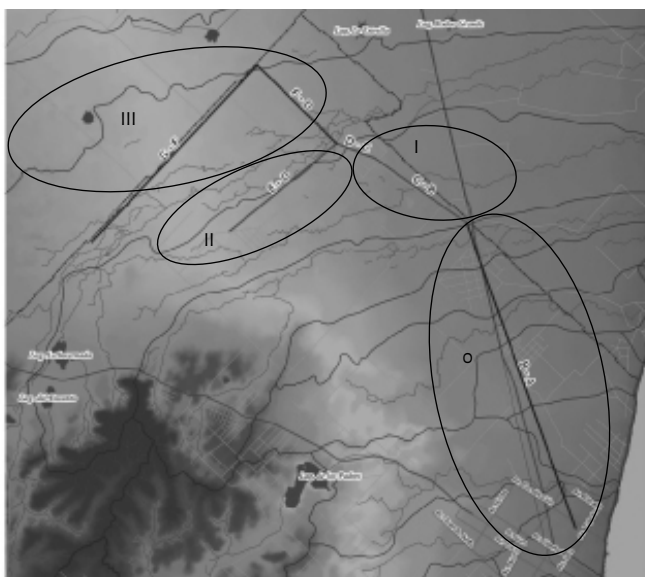


Figura 1. Acciones para implementar el PDGS.

Fuente: <http://www.osmgp.gov.ar/osse/gestion-hidrica/>

La zona cero es de remediación; la I está en producción; la II en ejecución; y la III está proyectada a futuro. La estrategia es ir desde la derecha-abajo, siguiendo la línea, hacia la zona tres que está a la izquierda-arriba, siempre bajo la premisa de tender a extraer en áreas más elevadas.

En 2019, previo a la pandemia, la zona cero tenía el 25% arriba del nivel del mar, mientras que actualmente solo un tercio está debajo del nivel del mar. Esto nos da a entender que, de acuerdo con la modelación que hemos hecho, con el nuevo escenario del IPCC obtendremos valores positivos para 2026 y dos metros arriba del nivel del mar para 2029. Estas medidas de adaptación se podrán realizar con la incorporación de nuevas perforaciones del SAO II y III.

En la Figura 2 se presentan fotos de las obras del SAO I, se observa la ejecución de perforaciones, excavación e instalación del acueducto, enlace con las instalaciones existentes en 1,5 m de diámetro con el auxilio de buzos. La obra realizada presentó una complicación que la volvió más interesante y completa, ya que tuvo que atravesar la Autovía dos, cruce de vías y arroyos, así como la ejecución de las instalaciones eléctricas de alimentación.



Figura 2. Imágenes de las obras de SAO I.

Fuente: <http://www.osmgp.gov.ar/osse/gestion-hidrica/>

Planificación hacia el futuro

En el futuro, la planificación pretende continuar con el PDGS que fue actualizado en 2022, así como aumentar la resiliencia climática de la empresa, para lo cual se deberá realizar la interconexión de acueductos que se presentó recientemente en el ENOHSA para su financiamiento.

Se proseguirá con el método actual de no bombeo durante el invierno en las zonas deprimidas y de establecer la redundancia de las fuentes de energía eléctrica, ya que todo este sistema tiene un cableado propio con sus subestaciones con servicio dedicado a los acueductos.

El sistema que actualmente se opera por telemetría, en el futuro, se pretende hacer con inteligencia artificial. El PDG involucra el uso de energías renovables, lo cual se encuentra parcialmente ejecutado a la espera de financiamiento verde para su prosecución.



Referencias

- Berzosa, J.; Vilandés, M.; Clarens, F.; Mérida, L.; Massone y Martínez, H. (2018). "Análisis del ciclo de vida como herramienta para la priorización de acciones para adaptarse al cambio climático y mitigar el efecto de la intrusión marina. Caso de estudio del Acueducto Oeste, Mar del Plata, Argentina". WaterClima-LAC Comunidad Europea. PB N° 14 2018.
- BID-ENOHSA (2010). Plan Director de Gestión Sustentable del Recurso Agua Subterránea Anexo I Parte documentación técnica del Sistema Acueducto Oeste OSSE Mar del Plata, 2010. Presentación Plan PAYS.
- Cionchi, J.; Mérida, L. y Redín, I. (2000). "La explotación racional de los recursos hídricos subterráneos: El caso de Obras Sanitarias Mar del Plata S.E.", Obras Sanitarias S. E., Partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina.
- Mérida, L. A. (2001). "La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense", OSSE Mar del Plata.
- ICES-BID (2012). Plan de acción Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles.
- Mérida, L. A. (2014). "La Resiliencia en los Recursos Hídricos Subterráneos del Partido de Gral. Pueyrredon". Los Efectos de El Niño y el Cambio Climático, OSSE.
- Mérida, L. A. (2002). "La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense. Ejemplo de una gestión sustentable, OSSE", XXXII Congreso Asociación Internacional de Hidrogeólogos y VI de la Asociación Latinoamericana de hidrología subterránea.
- Mérida, L. A.; Molinari, A. y Sanoner, M. (2004). "Las aguas subterráneas y el cambio climático en las ciudades de Buenos Aires y Mar del Plata". Décima Conferencia de Partes de la Convención de las Naciones Unidas acerca del Cambio Climático (COP10).
- Mérida, L. A. (2009). "La gestión sustentable y la aplicación de las energías renovables en una empresa de servicios sanitarios. El caso de OSSE". Fundación Universitaria Iberoamericana Universidad de León, España.



Planes de acción para la protección y la restauración de ecosistemas de aguas continentales



Experiencia piloto en Argentina, cuencas del Marapa, San Francisco y del Percy, Esquel

Por Leandro Díaz¹

El proceso para la realización de planes de acción para la restauración y protección de ecosistemas de aguas continentales se llevó a cabo entre noviembre de 2020 y mayo de 2022. Durante la elaboración de los mismos se implementó una estrategia de comunicación, que es necesario continuar utilizando para difundir la existencia de los planes a fin de que la sociedad los conozca, los haga propios y solicite a los gestores institucionales y políticos que los lleven adelante.

¹ Ingeniero civil con orientación hidráulica (Universidad Nacional de Tucumán, Argentina). Especialista internacional en Ordenación del territorio y medio ambiente (Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, y Universidad politécnica de Valencia, España). Miembro del Comité Técnico de Global Water Partnership para Sudamérica. Ex Presidente del Foro Argentino del Agua de Global Water Partnership. Director del Laboratorio de Construcciones Hidráulicas. Profesor titular de Hidrología (Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina). Exp. proyectista de Servicios de Agua y Cloacas en la Dirección Provincial de Obras Sanitarias de la provincia de Tucumán, Argentina.



El proyecto de integración de datos para mejorar la protección y restauración de los ecosistemas de aguas continentales nació como un proyecto piloto a nivel global. En particular, se desarrollaron tres proyectos piloto a este nivel: en Kazajistán, en Kenia y en Argentina, promovidos por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) mediante un convenio con la Global Water Partnership (GWP) y Cap-Net a nivel global. En el caso de Argentina, los socios estratégicos fueron Arg-Cap-Net, que es la rama local de Cap-Net, y el Foro Argentino del Agua, que es la Asociación Nacional de GWP en Argentina, conjuntamente con el punto focal del ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) que está bajo la responsabilidad de una dirección del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

A modo de recordatorio, el ODS 6 cuenta con los siguientes puntos o metas establecidos en el año 2015:

- 6.1 al 2030: lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
- 6.2 al 2030: lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- 6.3 al 2030: mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
- 6.4 al 2030: aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
- 6.5 al 2030: implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

- 6.6 al 2020: proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- 6.a al 2030: ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
- 6.b: apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

El ODS 6, que habitualmente se conoce como “agua potable y saneamiento para todos”, va mucho más allá de esas importantes cuestiones, ya que para que exista agua potable y saneamiento para todos, por ejemplo, se necesita la Gestión Integral de las aguas. Sin ella, sin la construcción de gobernanza, no hay posibilidad de tener servicios que presten agua potable y saneamiento en forma sostenible. También tenemos que tener en cuenta que el agua no debe ser contaminada. Las aguas naturales tienen que ser tratadas y debemos evitar que se lleguen a contaminar. A su vez, debemos adoptar estrategias para el uso y no olvidar que el agua es un elemento escaso. Pese a que es un elemento muy común en la naturaleza, el agua dulce, y en especial la que se puede potabilizar, es una porción muy pequeña. Además, hay que tener en cuenta la cuestión de la disponibilidad, tanto en su distribución geográfica como temporal (estacional). Nuestro país es bastante árido; tenemos mucha agua, pero está concentrada en una pequeña parte del territorio.

La meta 6.6. de los ODS trata sobre los ecosistemas acuáticos, de agua dulce, e implica garantizar la protección y la restauración de los mismos. Además, involucra todos los aspectos que posibilitan la existencia del ciclo hidrológico. Esto es, las montañas donde se deposita la nieve, los bosques, los humedales, los ríos, los acuíferos, que a veces están fuera del radar porque no están a la vista, y los lagos, tanto naturales como artificiales. La meta 6.6 se mide a través de un indicador, el 6.6.1. El mecanismo de los objetivos de desarrollo sostenible está estructurado en 17 objetivos, 169 metas y unos 235 indicadores para medir el avance con el propósito de ver si llegamos cumpliendo los objetivos al año 2030,



que está muy cercano en el tiempo, para alcanzarlos efectivamente. A su vez, todos estos indicadores y objetivos están relacionados con otros: por ejemplo, el ODS 6 está conectado con la acción para el clima, la vida, el estado de los sistemas terrestres y con muchos otros ODS, en especial el relativo a los ecosistemas. El clima, cuando varía, afecta a los ecosistemas acuáticos y la primera víctima del cambio climático es el agua, ya sea por excedentes o por falta o déficit. Por esto, aparte de las medidas tendientes a disminuir y limitar el cambio climático que actualmente se llevan a cabo, son necesarias medidas de adaptación, con el fin de crear la resiliencia que se precisa en la sociedad para atender las consecuencias del cambio climático.

El indicador 6.6.1 está definido por el Manual del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD², la entidad custodio de esta meta y de este indicador, sobre la base de tres dimensiones: la extensión espacial, la calidad y la cantidad. Estas se aplican a distintas categorías de los ecosistemas involucrados y la extensión espacial a todos, excepto al de los acuíferos, ya que es muy difícil medirlos. Pero los otros aspectos se van aplicando y es lo que se debería informar. Sabemos que los ODS fueron aprobados en 2015 y se trazó la línea de base en 2017.

Ante la falta de avances concretos, Naciones Unidas creó un explorador, de acceso libre, de ecosistemas de agua dulce (<https://www.sdg661.app/home>) para tener una medición global, homogénea que no dependa de los sistemas de recolección de datos y del manejo de las informaciones de los países. Esto surgió, en parte, por la falta de respuesta de los países. Cuando ingresamos al explorador, podemos entrar a cualquier país, por ejemplo, Argentina, dividido en cuencas. La cantidad de cuencas que vemos depende de la escala en la que trabajamos. La misma se puede ampliar para contar con un Zoom de visión y además proporciona datos sobre los ecosistemas en la cuenca, que, básicamente, indican si ha habido un incremento o un decrecimiento de la extensión del ecosistema. Este es un mecanismo muy valioso, pero tiene sus limitaciones. Trabaja con variables propias y está realizado mediante la auscultación satelital. Por ejemplo, los píxeles con que mide son de treinta metros por treinta metros, por lo tanto, todo lo que es menor a ese tamaño no aparece. En el caso de la calidad de

² <https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/08/661-progress-on-water-rela-ted-ecosystems-2018.pdf>

agua, trabaja con una variable proxy³ para determinar la eutrofización. Sin embargo, deberíamos tener mayor cantidad de datos.

Este Programa Piloto fue desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) conjuntamente con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y atiende, esencialmente, a dos resultados: generar una mayor capacidad y voluntad política de los gestores para la gestión de la restauración y protección de los ecosistemas de agua dulce; promover un ejercicio en el que las partes interesadas se reúnan y trabajen en algunos de los Países Generando Planes de Acción para la Protección y/o restauración de los ecosistemas acuáticos. Tanto la disponibilidad de recursos económicos como de tiempo hicieron imposible abarcar más de dos áreas en el caso de nuestro país.

A su vez, se generaron dos productos: por un lado, un manual de capacitación adecuado al país; por otro, el análisis inicial, la priorización de los ecosistemas para trabajar y la formulación de los planes de acción. Para realizar este proyecto en Argentina trabajamos teniendo como socios estratégicos el Foro Argentino del Agua (FadA); la Red de capacitación en Recursos Hídricos de Argentina (ArgCap-Net); el Gobierno Nacional Nación a través de la Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y Ecosistemas Acuáticos, que es el punto focal del ODS 6.6.1; y también la Dirección Nacional de Política Hídrica y Coordinación Federal, representada por el ingeniero Pablo Storani del Ministerio de Obras Públicas. A su vez, se sumaron el Consejo Hídrico Federal (CoHiFe), cuya participación era indispensable por ser las aguas parte del dominio originario de las provincias, y el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFE-MA). Se conformaron planes de trabajo y equipos de coordinación, tanto a nivel nacional como internacional, para cada una de las subcuencas.

En cuanto al análisis inicial y la priorización, esta última se realizó a partir de un mecanismo de autopostulación de las provincias, luego de una difusión tanto en la capacitación realizada inicialmente, como en el COHIFE. Recibimos algunas postulaciones y, por el interés demostrado, por la cantidad de información y por la gobernanza que había en cada una de

³ Las variables Proxy son determinaciones que nos permiten inferir el estado de otras que no se pudieron medir directamente. En este caso a través de la turbidez se estima el estado trófico del agua.



esas cuencas, se seleccionaron dos. En el contexto nacional, son dos pequeñas cuencas. Una es la cuenca del Marapa-San Francisco ubicada en la provincia de Tucumán, que es parte de la cuenca Salí-Dulce (Figuras 1 y 2).

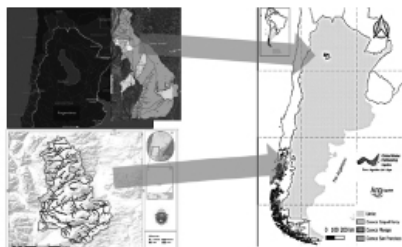


Figura 1. Ubicación de las cuencas para desarrollar el plan de trabajo del programa piloto de Argentina. Se observan también los tamaños relativos de las cuencas y su ubicación en la zona Norte y Sur de la Argentina.

Fuente: <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/EN-ACCION/>

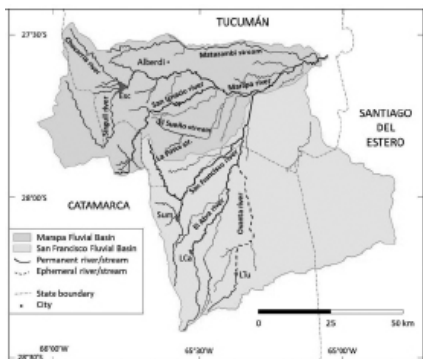


Figura 2. Mapa de las cuencas de los ríos Marapa y San Francisco con los principales cauces de la red hidrográfica, tanto naturales como los intervenidos de forma antrópica (2021).

Fuente: <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/EN-ACCION/>

En la Figura 2, algunos cursos de agua de la zona más clara —que es la que corresponde a la cuenca de San Francisco— están intervenidos de manera antrópica por canalizaciones realizadas para drenar los bañados y acelerar el drenaje de aguas pluviales. Esta situación muestra la existencia de un problema antrópico. Particularmente, nos centraremos en la parte agrícola. Si ingresamos con Google Earth, observaremos los círculos que denotan que hay riego con pívot central en esa parte, que es bastante plana, con lo cual, para poder usar esas prácticas de riego, se tuvo que uniformar el terreno, para eliminar los esteros, los humedales y los bañados. Esto generó problemas, debido a que los caudales llegaron más rápidamente al río Marapa, donde se junta con el río San Francisco, caudales que antes, muchas veces ni llegaban por ser retenidos en las partes bajas. Esta situación, sumada a fenómenos bastante fuertes de concentración de precipitaciones, provocó una mayor frecuencia y grave-

dad de inundaciones en una localidad que se llama La Madrid (situación que durante algunos años alcanzó repercusión mediática nacional). Se analizó con el método de las fuerzas actuantes, presiones, los estados, los impactos y los resultados, como se puede apreciar en la Figura 3.

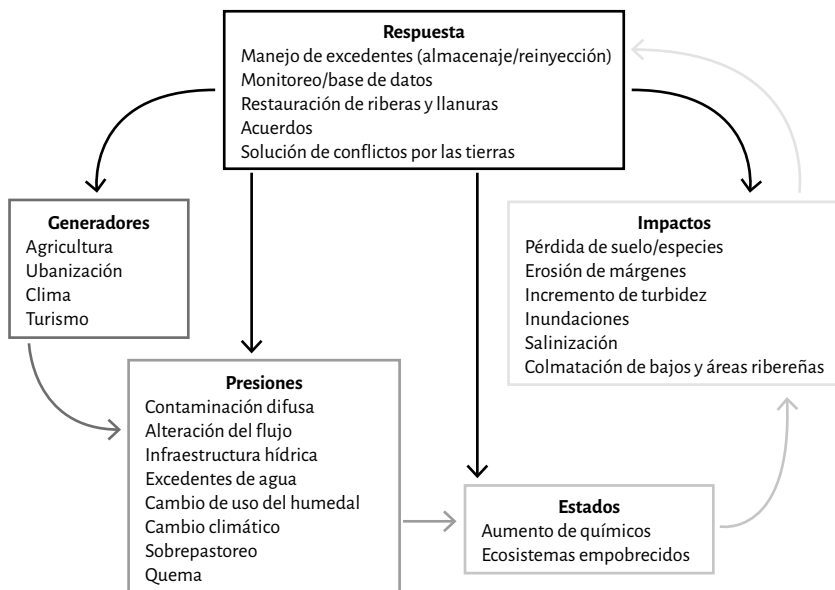


Figura 3. Esquema de análisis de la cuenca Marapa-San Francisco en el que se consideran las fuerzas generadoras, las presiones, los impactos, las respuestas y el estado de la cuenca.

Para la realización del plan de trabajo en esta cuenca, se desarrollaron talleres con especialistas tanto de Catamarca como de Tucumán, provincias a las que pertenece la subcuenca, vinculada a las reparticiones del medioambiente y de recursos hídricos de ambas jurisdicciones. Asimismo, se realizaron cuatro talleres, algunos presenciales, otros virtuales, y se trabajó con encuestas. Se determinaron 7 programas con 12 proyectos y 39 actividades para corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con los lineamientos del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). La descripción de los proyectos para el programa 1 se indica en los cuadros 1 y 2. Se pueden observar los programas, los proyectos, cada una de las actividades y cuáles son los resultados esperados.



Programa 1. Recuperación de la funcionalidad del ecosistema					
Objetivos	Acción	Proyectos	Resultados esperados	Plazos de realización	
Proteger los ecosistemas, mejorar el balance hídrico, incrementar la extensión y recuperar la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos.	Proyecto 1.1. Protección y recuperación de los ecosistemas de ribera			Protección y recuperación de la estructura y funcionalidad de los suelos en los ecosistemas.	Corto
	1.1	Relevamiento, actualización del estado de los bosques de ribera (especies nativas) y jeraquización de áreas impactadas. Evaluación cuantitativa de la implantación necesaria.	Implantación de especies nativas (plantines y semillas) en áreas pilotos y clausura temporal del predio para ganadería.		
	1.2	Incremento de la implantación de especies nativas (plantines) a partir de las áreas pilotos.	Recuperación de la biodiversidad y generación de conexiones entre corredores ecológicos ribereños.		
	1.4	Proyecto 1.2. Recuperación de los humedales arbolados			
	2.1	Relevamiento, actualización del estado de los ecosistemas y jeraquización de los humedales impactados. Identificación de especies nativas de mejor adaptación y evaluación cuantitativa de la implantación.	Implantación de especies nativas (plantines y semillas) en áreas pilotos y clausura temporal del predio para ganadería.	Reducción de la salinización de los suelos. Conciencia a productores, percepción social de la problemática. Mejora en el balance hidrológico. Secuestro de carbono.	Corto
	2.2	Incremento de la implantación de especies nativas (plantines) a partir de las áreas piloto.	Creación de viveros.	Corto a largo	
	2.3	Recuperación de la biodiversidad y generación de corredores ecológicos entre humedales.		Mediano a largo	
	2.4				

Cuadro 1. Programa 1 del Plan de acción en la cuenca Marapa-San Francisco.

Programa 6. Educación ambiental y capacitación sobre la gestión del agua				
Objetivos	Acción	Proyectos	Resultados esperados	Plazos de realización
Promover y concienciar sobre los ecosistemas y el uso sostenible del agua.	Proyecto 6.1. Educación ambiental			
	6.1.1	Diseño e implementación de programas de educación ambiental formales y no formales en las escuelas cercanas a los ecosistemas ribereños, que incluye visitas y prácticas de campo relacionadas con la salud y la funcionalidad de los ecosistemas.	Educación ambiental práctica e involucramiento social.	Corto y mediano
	6.1.2	Diseño e implementación de programas de educación ambiental referido a biomonitoreos, que utiliza un aplicativo de celular para macroinvertebrados de ecosistemas acuáticos de agua dulce.	Desarrollo de ciencia ciudadana.	Corto y mediano
	Proyecto 6.2. Capacitación en nuevas tecnologías y optimización en el uso del agua			
	6.2.1	Capacitación en tecnologías, respuestas con sustento científico y gestión del agua aplicado a la producción.	Adopción de nuevas técnicas de riego y conservación del suelo, orientadas a la optimización del recurso agua.	Corto y mediano

Cuadro 2. Programa 6 del Plan de acción de la cuenca del río Marapa-San Francisco que contiene sus proyectos y acciones.



En el Cuadro 3 se detallan los responsables, los indicadores, el costo aproximado y la fuente de financiamiento segura y potencial. Segura porque, en este caso, había actividades que ya tenían fondos asignados y se venían desarrollando, como la reforestación. A las fuentes seguras corresponde lo que ya se venía haciendo y, con el acuerdo de las autoridades (firmaron la adhesión al plan el ministro de Catamarca y dos directores de la provincia de Tucumán), se puede seguir trabajando, estimándose una continuidad. Las fuentes potenciales son las que se deben seguir considerando, ya que existe la voluntad de ejecutarlas y la posibilidad de gestionar los fondos.

Esencialmente, para el corto plazo, que abarca hasta 2025, se estiman las inversiones en USD 2.455.000 con presupuestos propios de las instituciones y otros que serán gestionados a través de las reparticiones que se responsabilizaron de la ejecución de la acción.

La otra cuenca que se adoptó para trabajar es la del río Esquel-Percy de la provincia de Chubut. Esta es una cuenca cabecera e interjurisdiccional, ya que le pasa las aguas a Chile. En este caso, muchos de los problemas estaban ligados con las urbanizaciones de la zona, con el uso de agua para consumo y riego y con los efluentes de esas aguas. Se trabajó en esta cuenca de una manera diferente. Se realizaron tres talleres de trabajo con especialistas, en los que participaron casi cuarenta personas de instituciones nacionales, provinciales, municipales y las fuerzas vivas.

Es de destacar que, con el fin de facilitar, coordinar y elaborar el plan de acción en los proyectos de ambas cuencas, se contrataron consultores con los fondos del PNUD y se trabajó con la participación de los usuarios del recurso hídrico. En el caso de la cuenca Marapa-San Francisco, fueron asociaciones de productores, que también tomaron compromiso en las acciones, porque muchas de estas —como la reforestación— se realizan en sus campos. Hay un acuerdo por su parte para poder intervenir en esos territorios y colaborar con la implantación y el mantenimiento de los ejemplares. Asimismo, en el caso de la cuenca Percy-Esquel, muchas organizaciones sociales y de la comunidad se hicieron eco y trabajaron conjuntamente. También se conformaron 7 programas, 17 proyectos y 37 actividades (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se indican las acciones en fase de implementación del Programa 1. Por ejemplo, una de las primeras actividades de este programa es la implementación del sistema medido de agua potable para disminuir el consumo. En particular, está comprometida la gestión de los fondos para la instalación y ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) figura como una potencial fuente de financiamiento.

En resumen, este proyecto piloto tuvo como productos logrados la sensibilización de las autoridades políticas, la capacitación de los actores y dos planes de acción. A su vez, contamos con un cronograma de actividades por realizar a corto plazo, para las que se establecieron cuáles deben ser los mecanismos de seguimiento y monitoreo. Asimismo, se involucró a una parte de la sociedad, que adquirió compromisos formales, se trabajó interjurisdiccionalmente en el caso de Tucumán y Catamarca, se favoreció el trabajo conjunto de los sectores hídricos y ambientales, y también a nivel nacional y a nivel provincial, lo que es muy valioso. Se construyeron relaciones de confianza tanto institucionales como personales. Para consolidar estos productos se debe continuar el trabajo con los actores, para evitar que el día a día los distraiga de estos objetivos.



Proyecto	Resultados	Etapas de implementación	Responsable de la ejecución	Costo aproximado (USD)	Fuente de financiamiento	
					Segura	Potencial
1.1. Revegetación, protección y recuperación del ecosistemas de ribera	Recuperación de funcionalidad del ecosistema.	Preinversión Ejecución	SEMA DByanP Consorcio de Productores El Abra	200.000	SEMA, USD 120.000	Fondos de la Ley de Bosque Nativo (26.331)
1.2. Revegetación, recuperación de los humedales arbolados	Disminución de la erosión y prevención de la salinización de los suelos.	Preinversión/ Ejecución	SEMA, DByanP Consorcio de Productores El Abra	200.000	SEMA, USD 120.000	Fondos de la Ley de Bosque Nativo (26.331)
2.1. Definición de la dinámica fluvial y cuantificación de los procesos de erosión-depositación	Reforestación programada. Recuperación de los bañados como ecosistemas reguladores del ciclo hidrológico.	Preinversión	DRRHH Sec. Agua	250.000		Estado nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito. CFI
2.2. Recuperación de los perfiles de equilibrio de los ríos y equilibrar los procesos de erosión-depositación	Control de la modificación antrópica del drenaje. Control de los excedentes de uso consuntivo del agua: agrícolas y urbanos Recuperación de los bañados como ecosistemas reguladores del ciclo hidrológico.	Preinversión	DRRHH Sec. Agua	250.000		Estado nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito. CFI
2.3. Estabilización de las riberas, disminución de la pendiente de las márgenes fluviales y estabilización mediante vegetación implantada	Restauración de los ecosistemas a largo plazo.	Preinversión Ejecución	DRRHH Sec. Agua SEMA DByanP Consorcio de Productores El Abra	1.000.000		

3.1. Creación y operación de una base de datos uniformizada de acceso seguro	Soluciones hídricas y ambientales, coordinadas y consensuadas. Herramienta para la toma de decisión Fortalecimiento del sistema de información de manera colaborativa	Operación	SGPyP DRRHH Sec. Agua	50.000	SGPyP, USD 30.000	Estado nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito
4.1. Coordinación jurídica entre las provincias de Tucumán y Catamarca	Mejora en la toma de decisiones ambientales de largo plazo.	Operación	Legislaturas de Tucumán y Catamarca	50.000	Legislaturas, USD 50.000	
6.1. Educación ambiental	Educación ambiental práctica, involucramiento social y desarrollo de ciencia ciudadana.	Preinversión	SEMA DByANP	60.000		Estado provincial, nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito
6.2. Capacitación en nuevas tecnologías y optimización en el uso del agua	Adopción de los productores de nuevas técnicas de riego y conservación del suelo, orientadas a la optimización del recurso agua.	Preinversión	SEMA DByANP Consorcio de Productores	20.000		Estado provincial, nacional y otras organizaciones de crédito
7.1. Monitoreo periódico del ecosistema acuático: abiótico y bioindicadores	Mejora en la comprensión del balance hidrológico de los ecosistemas. Disminución en la pérdida de suelo Mejora en la toma de decisiones.	Operación Inversión	SEMA DByANP	350.000	SEMA, USD 240.000	Estado nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito
7.2. Seguimiento de la evolución de los ecosistemas restaurados	Evaluación de la evolución del ecosistema. Aprendizaje a partir de las acciones implementadas.	Preinversión/ Ejecución	SEMA DByANP	25.000		Estado nacional y otras organizaciones nacionales e internacionales de crédito

Cuadro 3. Resumen del Plan de la cuenca Marapa San Francisco (período 2022-2025).



Programa 1. Restitución de la cantidad de agua de arroyos, ríos y lagunas					
Objetivos	Acción	Proyectos	Resultados esperados	Plazos de realización	
Optimizar y reordenar el uso del agua de la cuenca	1	Proyecto 1: Implementación o ampliación del sistema de medición en la provisión domiciliar de agua potable.	Reducción en el volumen de consumo de agua per cápita en las localidades de Esquel y Trevelin.	Corto plazo	
		2		Ampliación de medición de agua potable en la ciudad de Esquel.	Mediano plazo
	3	Implementación de medición de agua potable en la localidad de Trevelin.	Aumento del caudal del A. Esquel por disminución de la extracción de agua para consumo.	Mediano plazo	
		4		Proyecto 2: Provisión de nuevas fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano	Mediano plazo
		5		Ejecución de una nueva obra de captación de agua potable de la ciudad de Esquel.	Mediano plazo
	6	Desafectación o reducción del uso de aguas.	Reducción del volumen de consumo de agua, producto de la incorporación de sistemas de riego más eficientes.	Mediano a largo plazo	
		7		Proyecto 3: Optimización del uso del agua de la cuenca con fines productivos.	Corto plazo
Reuso de agua en la cuenca	6	Reordenamiento y diagramación del uso del agua de la cuenca.	Ambiental, mejora de la calidad del agua y del ecosistema acuático en general.		
	7	Implementación de modalidades más eficientes para un uso racional de agua de riego en sistemas productivos.	Socio-económico: suministro de agua residual tratada en temporada estival y reducción de conflictos socio-ambientales con usuarios de fuentes naturales superficiales.	Mediano plazo	
		Proyecto 4: Reutilización de aguas residuales.			
		Diseño e implementación de proyectos de reúso de efluentes domiciliarios tratados, en sistemas productivos y otros.			

Cuadro 4. Plan de acción de la cuenca Percy-Esquel que contiene el programa, los proyectos y las acciones que lo integran.

Acción	Resultado	Etapa de implementación	Responsable de la ejecución	Indicador	Cronograma				Costo aproximado (USD)	Potenciales fuentes de financiamiento
					2022	2023	2024	2025		
Ampliación del sistema de medición en la provisión domiciliar de agua potable en la ciudad de Esquel.	5.000 micromedidores domiciliarios.	Ejecución	Cooperativa 16 de octubre con el aval de la Municipalidad de Esquel	Cantidad de medidores instalados				2.200.000	ENHOSA, Privado (cooperativa y usuarios)	
Implementación de modalidades más eficientes para un uso sostenible de agua de riego en sistemas productivos.	Mejoramiento en las tecnologías e infraestructura que incrementen la eficiencia de los sistemas de riego.	Ejecución	Municipalidad de Trevelin, Secretaría de Producción	Número de campos que incorporaron mejoras en sus sistemas de riego				2.900.000	MDP (desarrollo productivo), MAGyP (FONDAGRO), Banco Nación, FONTAGRO	

Cuadro 5. Programa 1 del plan de la cuenca Percy-Esquel en el que se especifican las acciones, los resultados, los responsables de la ejecución, el indicador para el monitoreo, el monto estimado y la posible fuente de financiamiento.



Referencias

- Bustos, M. S. (2018). Cálculo de la pérdida de suelo media anual en las cuencas de los ríos San Francisco, San Ignacio y Arroyos La Posta y El Sueño mediante aplicación del modelo Ecuación Universal De Pérdida De Suelo Revisada: 30pp.
- Casas, R. R. (2020). Erosión actual del suelo <https://fecic.org.ar/wp-content/uploads/2020/03/EROSI%C3%93N-ACTUAL-DEL-SUELO.pdf>
- Comisión de Emergencia para el tratamiento de la problemática de inundaciones en el sur de la provincia de Tucumán, este de Catamarca y Río Rondo [CIST]. (2017). Informe Técnico.
- Comisión Especial de Emergencia Hídrica de Tucumán [CEEH] (2019). Plan Hídrico Estratégico de la provincia de Tucumán. Informe final, 2 volúmenes.
- Consejo Federal de Inversiones [CFI] (1962). Recursos hidráulicos superficiales (vol. 1 y 2). Serie: Evaluación de los Recursos Naturales de Argentina, tomo IV (<http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/evaluacion-de-los-recursos-naturales-de-la-argentina-recursos-hidraulicos-superficiales/>).
- Global Water Partnership [GWP] (2022). Percy, Esquel y Marapa, San Francisco: dos cuencas argentinas avanzan en la gestión integrada de sus ecosistemas acuáticos <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-América/EN-ACCION/GWP-en-las-noticias/2022/cuencas-argentinas-medi-ran-los-cambios-en-sus-aguas/>
- Mujica, A.; Piaggio, C.; Díaz, L. R.; Bussi, J.; Courret, A. P.; Saito, C. H. (2021). Sustainable Development Goals for Society vol 1. The Global Water Partnership-South America and the Transboundary Implementation of Integrated Water Resources Management (SDG Target 6.5)
- UN Water (2018). Progress on Water-Related Ecosystems, Piloting the monitoring methodology and initial findings for SDG indicator 6.6.1, <https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/08/661-progress-on-water-related-ecosystems-2018.pdf>
- United Nations World Water Development Report (2022). Groundwater: making the invisible visible Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos.

UNSTA (2022). Política Hídrica en la Cuenca del Río Salí Dulce. Transboundary Implementation of Integrated Water Resources Management (SDG Target 6.5). In Nhamo, G.; Togo, M. y Dube, K. (eds.). *Sustainable Development Goals for Society* Vol. 1. Sustainable Development Goals Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70948-8_12

Páginas web

https://www.ramsar.org/sites/default/files/flipbooks/ramsar_gwo_spanish_web.pdf

<https://www.unep.org/resources/publication/framework-freshwater-ecosystem-management>

<https://www.unwater.org/publications/step-step-methodology-monitoring-ecosystems-6-6-1/>

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/noticias/2022/20220606-leandro-diaz.pdf

https://www.gwp.org/globalassets/global/activities/act-on-sdg6/microsite/661-page/manual-ods661_version-final2021.pdf

https://www.gwp.org/globalassets/global/sdg-661/202205_argentina-esquel-percy-action-plan_sdg661.pdf

https://www.gwp.org/globalassets/global/sdg-661/2022_argentina-marapa-san-francisco-action-plan_sdg661_vfinal.pdf





Cambio climático y manejo de los embalses. Caso de la cuenca Salí Dulce, embalse de Escaba, río Marapa

Por Carlos Alberto Giobellina ¹

En este trabajo presentamos una experiencia que se ha dado en la provincia de Tucumán: la situación del manejo de los embalses sobre la cuenca Salí-Dulce, que abarca las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero y Córdoba hasta la laguna de Mar Chiquita, como se puede observar en el mapa (Figura 1).

¹ Agrimensor (Universidad Nacional de Tucumán). Docente universitario (Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT). Miembro de la Academia Nacional de Agrimensura de la República Argentina. Subsecretario de Recursos Hídricos, en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Estado provincial de Tucumán, Argentina. Colaborador de la Dirección General de Catastro, de la Dirección Provincial de Obras Sanitarias (DiPOS), de la Dirección de Irrigación de Tucumán. Consultor en materia Catastral para las provincias de Salta, Jujuy y Entre Ríos, Argentina. Profesional independiente y consultor en Agrimensura en el noroeste argentino. Ex auditor externo de topografía en Minera Alumbreira Ltd.



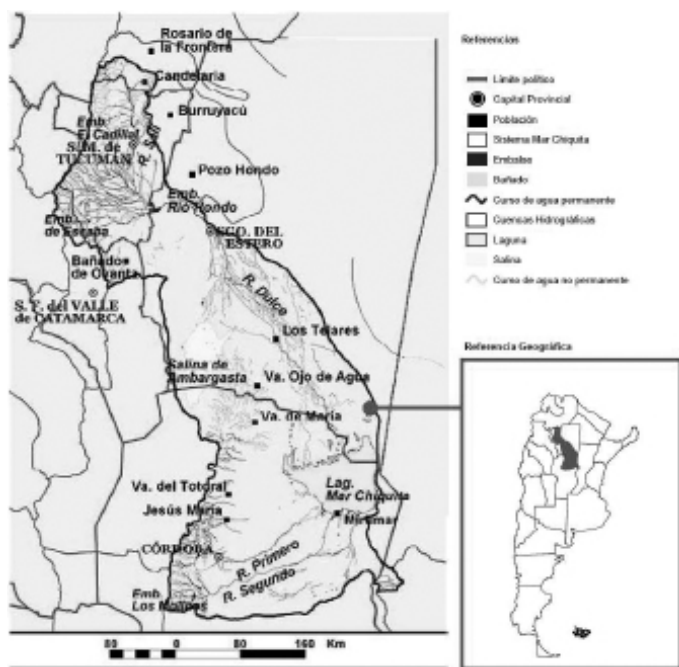


Figura 1. La cuenca Salí-Dulce abarca las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero y Córdoba hasta la laguna de Mar Chiquita.

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/hidricas/comite-de-cuenca-del-rio-sali-dulce>

La cuenca Salí-Dulce es cerrada, endorreica; tiene tres presas o complejos hidroeléctricos que permiten embalsar para usos consuntivos, regular crecientes y generar electricidad.

La provincia de Tucumán tiene dos complejos hidroeléctricos multipropósito, Escaba y El Cadillal; en la provincia de Santiago del Estero está el de Río Hondo, aunque el área inundada del embalse ocupa una parte de la provincia de Tucumán. Estos complejos están en operación desde el siglo pasado. Escaba, el más viejo, desde 1958; El Cadillal desde 1966, y en 1967 se construyó en forma casi simultánea el complejo de Río Hondo.

Escaba está ubicado en una estrecha quebrada. El río Marapa se forma a partir de la confluencia de los ríos menores Chavarría y Singuil, y pertenece a la provincia de Tucumán. Esta presa, en particular, es un monumento de la ingeniería hidráulica. Es una presa de contrafuertes articulados de tipo *Ambursen*, construida en las décadas del cuarenta y

del cincuenta del siglo pasado. Originalmente, tenía una capacidad de 142 hm³, con órganos de alivio con válvulas de chorro hueco, descargador de fondo y de riego, y un vertedero principal que tiene adosadas compuertas de sector que le permiten un mayor volumen de embalse.²

Desde 2015 transcurrieron una serie de años húmedos, en los que la cuenca recibió precipitaciones que estaban dentro de los extremos superiores de los registros históricos. Actualmente estamos atravesando tres años consecutivos de sequía en la cuenca de aporte. El Complejo fue proyectado y construido en una determinada época, con hipótesis de diseño basadas en estudios previos. El cambio climático, con su variabilidad meteorológica asociada, ha puesto a esta obra de infraestructura hidráulica en una situación de “no verificación” de sus hipótesis de diseño a raíz de los actuales comportamientos hidrológicos de la cuenca de aporte.

Los tres embalses, Cadillal, Escaba y Río Hondo, tienen dos épocas de manejo u operación bien diferenciadas. Una de ellas es la época de creciente, cuando se presentan las lluvias en sus cuencas de aportes (enero a marzo para Escaba y El Cadillal), con operaciones establecidas sobre la base de un manual de procedimientos para atenuar los picos de crecidas y entregar aguas abajo caudales que no afecten, en condiciones ordinarias, el normal desenvolvimiento de la cuenca baja. En abril de 2015, en el Complejo de Escaba ocurrió un evento fuera de la época de creciente (enero a marzo), cuando había terminado el período de operación para atenuar crecidas, con procedimiento de embalse para llegar a cota o nivel máximo de operación para atender los usos consultivos en la época de estiaje o menor precipitación y de mayor demanda del recurso hídrico.

En la Figura 2 se representa el manejo del embalse completo de 2017, año húmedo posterior a 2015, momento en el que se observa la curva negra (continua) correspondiente al embalse de 2016 respecto de la curva del embalse del año en curso, en la cual podemos observar que en abril, al igual que en 2015, hubo un evento meteorológico fuera del período de atenuación de crecidas (enero a marzo), se produjeron inundaciones en la parte baja de las cuencas de los ríos Marapa y San Francisco, en la ciudad de La Madrid, Tucumán.

² Órgano Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP). Complejo de Escaba. <https://www.argentina.gob.ar/orsep/registro-de-presas-fiscalizadas/regional-norte/escaba>



Cotas y aportes Escaba - 2017

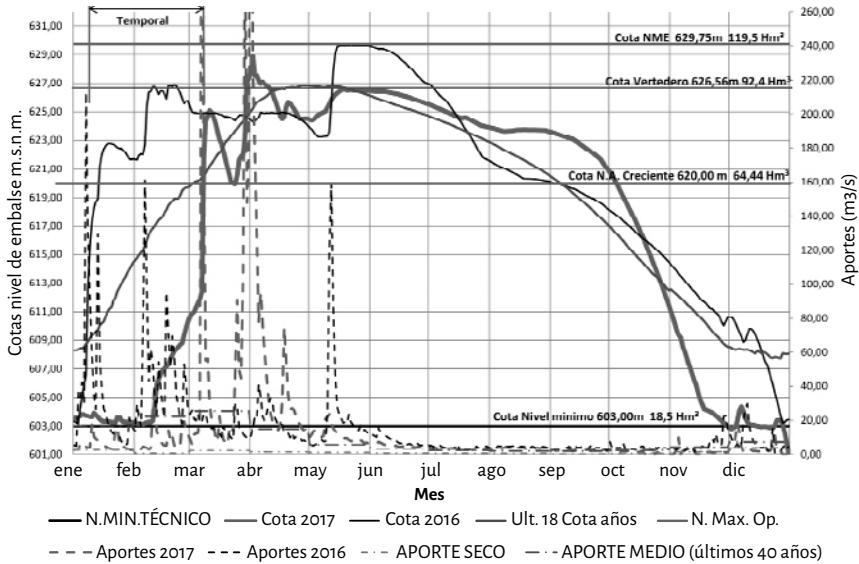


Figura 2. Comisión de Embalse y Desembalse, Complejo de Escaba, gráfico de operación de 2017. Planilla año húmedo 2017. Base de datos de Hidroeléctrica Tucumán S.A. de seguimientos diarios del embalse de Escaba.

Fuente: datos de la Comisión de Embalse y Desembalse de Escaba, Pueblo Viejo y El Cadillal de Tucumán.

Esto muestra una clara similitud, pero desplazada temporalmente, de enero de 2016 a marzo 2017, con los picos de precipitaciones en la cuenca de aporte, que hubo en abril de 2017.

En abril de 2015 se dio una situación muy crítica en el Complejo Hidroeléctrico (CH) Escaba: el sobrepaso de la presa en un mes fuera de período de operación de manejo de crecientes. En 2017 se repitieron estos eventos no ordinarios que se dieron en la cuenca alta y en la cuenca baja, que produjeron, entre otras situaciones, la inundación de la ciudad de La Madrid, ubicada a la vera del Río Marapa o Graneros, no solo con agua sino con una alta cantidad de sedimento.³ Eso implicó una modificación de operación de la presa⁴ de Escaba.

³ Comisión Especial de Emergencia Hídrica. H. Legislatura de Tucumán: <https://www.legislaturadetucu-man.gov.ar/CEEH/index.php>

⁴ ORSEP. Diques Argentinos en realidad aumentada. Complejo de Escaba, Regional Norte. Ingeniera Hebe Barber.

Escaba tiene un vertedero con compuertas de sector que permiten almacenar volúmenes de agua por encima de la cota del vertedero, en el momento posterior a la época de atenuación de crecidas, en el orden de los 16 Hm³. En 2017 hubo una fuerte inundación de la cuenca baja, que afectó no solo a la ciudad de La Madrid, que tiene una población localizada y es visible desde el punto de vista de la prensa, sino a la población rural dispersa, con procesos de erosión en las cuencas medias y de sedimentación (Figura 3).



Figura 3. Imagen satelital SPOT, junio 2017, del convenio Tucumán CONAE.



Figura 4. Erosión camino Ingeniero, abril 2017. Fotografía de Daniel Gelati de la SEMA, Tucumán.



En la Figura 4 se observa un camino vecinal con fuerte erosión ocurrida en 2017. Esta situación implica un cambio de manejo en el Complejo Hidroeléctrico (C.H.) de Escaba.

En primer lugar, se comenzó a trabajar con las compuertas de sector siempre abiertas, en base a un estudio de actualización de la hidrología. Se modificó el nivel de espera de crecientemente para lograr tener una operación que en años húmedos fuera garantía de seguridad y de menor riesgo en el manejo de este Complejo, ya que el cambio climático y la variabilidad meteorológica ha generado una situación que los supuestos o hipótesis de los diseños hidráulicos originales actualmente no verifican.

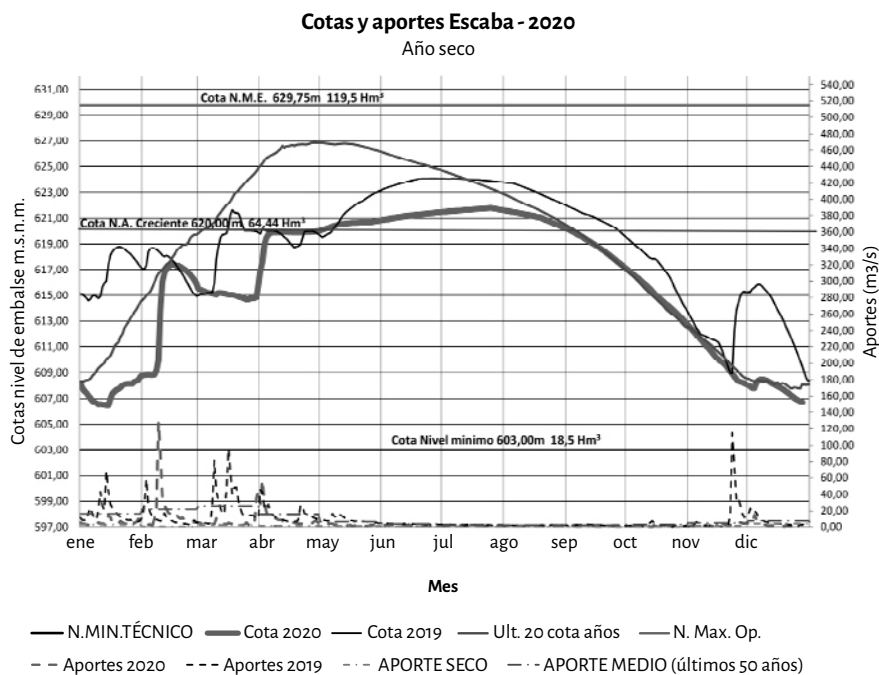


Figura 5. Comisión de Embalse y Desembalse, Complejo de Escaba, gráfico de operación de 2020. Planilla año seco 2020. Base de datos de Hidroeléctrica Tucumán S.A. de seguimientos diarios del embalse de Escaba.

Fuente: datos de la Comisión de Embalse y Desembalse de Escaba, Pueblo Viejo y El Cadillal de Tucumán.

La cuenca hídrica de aporte al C.H. de Escaba, a partir de 2020, presenta un cambio en sus aportes, pasando de año húmedo a año medio y seco (Figura 5). Las curvas de embalse 2020 y 2019 son curvas atenuadas de los embalses de los años húmedos que son empuntadas y llegan hasta el nivel de vertedero, e incluso lo superan. La situación de sequía se fue agudizando en la cuenca de aporte hacia una situación que hizo que en 2020 no se lograra un embalse completo, afectando fuertemente la atención de los usos consuntivos de Escaba (riego y agua para industria).

La historia de los registros de Escaba data de 1939, y la operación de esta presa del año 1948. Lo que significa que este complejo presenta registros de crecientes, es decir, de caudales de aporte y volúmenes embalsados y, además, con los registros de los caudales que se entregan para los usos consuntivos que permite contar con series históricas importantes, con el fin de evaluar cómo el cambio climático y la variabilidad meteorológica van produciendo ciertas modificaciones en la cuenca Salí-Dulce o, al menos, en la cuenca de aporte de Escaba.

Se sabe que el cambio climático supone nuevos paradigmas, uno de ellos es lograr la adaptación a dicho cambio, no solo en las ciudades sino en cuanto a los recursos naturales que tenemos y, en este caso, a los recursos hídricos que son aprovechados sobre la base de las obras hidráulicas.

La situación actual es que el volumen embalsado y la falta de lluvias en la época de precipitaciones —entre enero y marzo (2022)— han generado que la disponibilidad a los efectos de atender los usos consuntivos de riego y de agua para industria se encuentren en una situación muy crítica, sumado al agravante de las sequías en los campos. La demanda de riego debería estar por encima de lo normal respecto de los años húmedos, lo cual hace que el manejo en el corto plazo, que es la programación semanal que se realiza a través de la Comisión de Embalse y Desembalse, nos invite a trabajar en líneas muy finas con el objetivo de contar con garantías de riego que permitan un desarrollo de la agricultura con cierta sostenibilidad, cosa que en 2022 fue crítico y difícil. El sector productivo tiene altos riesgos, porque depende de variantes meteorológicas que no se pueden manejar, y cuenta con una menor disponibilidad del recurso hídrico embalsado en el Complejo de Escaba (Figura 6).



Río: Marapa
Lugar: Escaba

CAUDALES MEDIOS MENSUALES en m³/seg.

Provincia: Tucumán
Cuenca: Río Salí Dulce

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AG.	MÓDULO
38-39	1,20	1,00	0,80	0,80	11,40	6,40	20,30	9,80	4,10	3,10	2,00	1,00	5,16
39-40	0,80	1,20	6,80	17,70	19,60	7,10	5,70	11,20	5,60	2,30	1,90	1,70	6,80
40-41	1,90	6,60	21,80	15,20	8,40	10,30	30,60	9,80	10,50	4,60	2,70	2,10	10,38
41-42	1,40	1,10	1,20	1,10	4,30	22,90	8,80	6,80	6,60	2,80	2,20	1,40	5,05
42-43	1,00	1,10	1,90	2,00	3,70	2,90	15,00	23,90	11,60	2,70	2,70	2,30	5,90
43-44	1,50	1,30	1,60	4,90	35,50	46,00	18,40	4,60	2,70	2,00	1,20	1,00	10,06
44-45	1,40	4,00	1,90	1,70	2,80	6,50	14,40	19,60	5,80	1,80	1,00	0,90	5,15
45-46	0,50	1,00	2,20	6,00	5,40	5,20	4,20	2,00	1,50	2,60	1,40	1,00	2,75
46-47	0,70	1,10	4,40	6,20	2,70	6,70	6,20	4,30	2,20	2,90	1,60	1,30	3,36
47-48	1,30	1,40	3,60	1,70	1,50	5,60	31,90	2,60	1,60	1,40	1,00	1,00	4,55
48-49	0,50	0,70	0,60	7,80	20,60	7,50	17,60	5,60	1,60	1,20	1,00	1,00	5,48
49-50	2,36	3,31	3,37	3,60	2,22	3,81	7,14	5,82	1,07	0,82	0,36	0,99	2,91
50-51	0,93	0,70	1,72	0,80	1,85	14,70	7,85	10,80	5,92	2,30	1,53	1,90	4,25
51-52	1,13	1,57	0,13	6,90	15,30	21,60	5,76	4,87	1,40	1,37	0,90	1,13	5,17
52-53	1,09	1,30	7,27	2,45	7,33	22,40	15,60	3,82	2,03	2,18	0,90	1,18	5,63
53-54	1,18	1,50	5,17	7,85	4,78	16,20	7,49	8,04	3,44	1,87	2,17	1,94	5,14
54-55	1,33	1,21	2,63	2,52	1,81	11,90	20,60	2,98	1,70	1,43	1,05	0,93	4,17
55-56	0,80	1,12	1,72	0,97	1,82	3,76	5,19	3,01	1,20	1,55	1,02	1,92	2,01
56-57	1,85	5,63	23,60	4,42	1,14	4,24	31,00	4,74	2,59	2,37	1,06	0,80	6,95
57-58	0,73	0,34	1,74	5,54	24,90	19,00	23,70	8,20	6,01	2,79	2,30	1,18	8,04
58-59	1,00	1,23	2,77	18,30	14,60	29,30	16,40	4,58	5,11	2,66	3,49	3,24	8,56
59-60	1,02	2,24	3,25	6,77	7,58	19,40	18,50	7,20	4,06	3,87	2,12	1,68	6,47
60-61	1,08	7,55	6,35	1,95	4,19	19,20	36,30	32,10	7,27	4,48	2,92	2,27	10,47
61-62	1,75	2,56	1,56	1,82	2,82	5,67	7,11	3,14	1,95	1,17	1,30	1,31	2,68
62-63	0,55	0,45	0,97	13,70	8,14	42,70	15,70	6,07	5,83	8,18	2,44	1,23	8,83
63-64	1,12	1,19	3,03	15,50	5,18	26,80	38,70	16,40	7,12	3,24	2,08	1,00	10,11
64-65	1,12	1,36	1,39	1,35	5,06	8,77	4,89	2,01	2,49	1,69	1,28	1,13	2,71

Río: Marapa
Lugar: Escaba

CAUDALES MEDIOS MENSUALES en m³/seg.

Provincia: Tucumán
Cuenca: Río Salí Dulce

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AG.	MÓDULO
65-66	1,80	0,13	2,82	6,78	10,80	14,30	6,43	15,70	5,82	1,87	0,96	0,85	5,69
66-67	1,25	1,20	8,70	4,18	2,06	7,06	5,65	4,62	1,85	1,25	1,19	0,83	3,32
67-68	0,98	2,17	14,00	2,15	8,00	16,50	15,40	10,70	2,65	2,35	1,78	1,30	6,50
68-69	1,40	8,57	3,58	2,44	3,66	12,60	17,40	3,45	2,42	2,15	1,33	0,88	4,99
69-70	0,49	1,66	0,63	2,17	15,40	4,97	38,40	12,40	2,26	1,70	1,23	0,57	6,82
70-71	0,28	1,34	0,15	0,45	4,48	18,00	9,19	12,50	7,72	1,43	1,09	0,95	4,80
71-72	1,50	1,31	1,89	0,05	2,71	0,60	2,33	1,48	1,12	0,81	0,63	0,51	1,25
72-73	0,24	0,47	1,50	3,99	6,24	10,20	43,10	24,40	10,40	2,55	1,61	2,96	8,97
73-74	1,01	0,66	0,94	0,83	20,00	46,80	22,00	9,18	7,32	5,97	2,35	2,18	9,94
74-75	1,01	1,55	0,37	1,78	18,10	24,00	50,00	25,60	5,85	3,85	2,79	2,48	11,45
75-76	5,80	2,48	5,54	1,08	19,50	21,20	26,70	6,26	4,99	3,03	2,27	1,98	8,40
76-77	1,61	1,55	2,01	1,70	12,96	34,47	54,86	26,45	8,93	9,46	3,56	3,02	13,38
77-78	3,13	1,70	1,84	23,87	27,64	31,77	24,63	15,88	4,65	2,88	2,47	1,86	11,86
78-79	1,78	2,56	4,21	8,62	49,60	22,76	70,44	29,19	7,48	4,51	4,19	2,80	17,34
79-80	1,77	2,63	4,97	15,35	5,93	29,98	42,75	30,27	4,28	5,58	3,84	2,64	12,50
80-81	2,06	3,39	3,21	5,09	39,72	72,35	21,94	41,83	9,14	5,02	3,62	2,86	17,52
81-82	3,45	3,39	4,30	5,24	10,40	14,70	30,40	22,04	6,86	3,40	2,03	1,97	9,02
82-83	4,07	3,27	2,27	14,68	32,23	31,60	22,10	12,71	9,41	5,53	3,40	2,81	12,01
83-84	2,08	0,68	1,92	2,75	30,74	27,63	72,93	28,49	8,17	4,61	3,71	3,02	15,56
84-85	2,61	2,55	5,44	23,19	15,36	47,99	21,74	11,13	6,25	4,30	3,60	3,32	12,29
85-86	3,54	4,32	43,39	36,45	24,21	13,87	13,42	15,35	3,24	2,95	2,32	2,27	13,78
86-87	2,76	6,15	15,44	7,80	19,34	2,88	6,11	9,95	4,27	2,23	2,04	1,71	6,72
87-88	1,38	0,55	4,13	7,67	27,60	23,88	22,55	10,24	8,14	2,84	2,14	1,97	9,42
88-89	1,58	1,16	0,05	1,70	3,19	4,30	3,88	5,74	3,19	0,96	1,32	0,52	2,30
89-90	0,23	1,33	0,38	2,39	2,42	15,82	27,88	16,82	4,58	2,21	2,01	2,21	6,52
90-91	1,60	3,17	7,27	11,74	22,22	17,36	14,76	9,66	4,60	3,24	2,15	1,00	8,23
91-92	0,83	1,96	7,78	5,76	24,85	47,99	10,05	29,43	10,85	4,30	1,73	2,34	12,32



Río: Marapa
Lugar: Escaba

CAUDALES MEDIOS MENSUALES en m³/seg.

Provincia: Tucumán
Cuenca: Río Salí Dulce

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AG.	MÓDULO
92-93	3,06	1,49	7,92	7,29	34,09	13,31	20,09	4,64	3,25	2,80	2,43	1,64	8,50
93-94	1,65	2,72	2,08	1,91	0,64	16,23	6,34	3,96	4,01	2,53	1,56	0,85	3,71
94-95	0,71	7,67	8,43	7,59	13,61	10,58	15,17	3,61	2,69	1,32	0,68	0,55	6,05
95-96	0,65	1,19	2,53	0,94	5,39	9,30	16,60	9,92	6,31	2,67	1,66	1,03	4,85
96-97	1,16	1,84	5,82	1,84	26,77	12,34	20,99	3,69	2,12	1,67	1,27	1,21	6,73
97-98	1,67	1,55	2,30	6,39	23,04	34,59	22,24	5,91	3,22	3,97	2,60	2,73	9,19
98-99	2,33	3,97	3,60	3,26	14,79	19,49	41,72	17,72	10,16	5,54	3,36	2,20	10,68
99-00	1,99	8,95	7,44	10,52	15,65	38,14	68,97	24,24	11,62	6,29	4,32	3,00	16,76
00-01	2,64	6,75	9,75	8,03	11,93	21,31	52,71	39,50	12,01	6,88	5,10	3,52	15,01
01-02	3,90	3,36	6,98	7,49	6,59	19,29	14,82	12,77	5,20	4,16	3,29	3,29	7,59
02-03	3,74	4,56	4,21	30,69	14,13	6,11	9,55	7,99	4,17	2,81	2,30	2,10	7,70
03-04	2,11	2,11	1,16	4,89	2,78	24,07	10,12	18,71	6,15	3,49	2,44	2,02	6,67
04-05	2,01	1,30	3,34	6,44	15,75	5,08	12,08	15,79	4,95	3,01	2,51	1,99	6,19
05-06	3,05	2,19	2,05	4,93	22,79	6,37	13,29	10,21	6,91	3,15	2,28	2,03	6,60
06-07	1,64	1,97	3,78	13,37	29,83	31,23	24,88	7,56	4,99	3,47	3,07	2,37	10,68
07-08	2,01	2,18	1,48	4,84	17,10	15,57	24,46	11,62	4,14	2,80	2,13	2,17	7,54
08-09	1,92	1,79	1,38	4,87	3,96	7,00	12,55	5,87	2,83	1,68	1,44	1,57	3,91
09-10	1,37	0,90	2,48	15,70	17,17	24,78	36,55	12,63	5,28	3,29	2,45	2,27	10,41
10-11	2,16	1,53	1,26	1,25	6,38	56,23	29,55	16,61	4,74	3,28	2,52	2,28	10,65
11-12	1,91	2,12	1,59	2,30	2,99	18,26	10,31	15,52	5,27	2,79	2,05	1,42	5,54
12-13	1,69	1,33	2,90	3,70	7,80	5,18	10,22	3,52	1,67	1,78	1,19	0,83	3,48
13-14	1,05	1,47	0,76	0,88	3,93	47,06	20,91	30,18	15,02	3,33	3,05	2,16	10,82
14-15	1,90	1,65	2,87	16,63	34,50	38,51	72,35	41,93	12,65	6,03	4,86	6,00	19,99
15-16	4,02	4,16	12,39	8,61	37,35	47,88	16,74	17,63	25,89	8,29	4,04	5,90	16,08
16-17	4,07	3,83	5,99	7,71	6,08	9,52	63,62	65,00	11,52	5,12	3,49	3,83	15,82
17-18	2,58	1,36	1,54	3,89	13,78	8,59	5,31	3,26	17,81	2,78	2,11	1,17	5,35
18-19	1,61	13,25	7,66	14,88	17,06	11,06	25,94	15,52	8,60	3,53	2,47	2,02	10,30

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AG.	MÓDULO
19-20	2,16	2,01	13,08	6,70	4,76	17,63	6,12	10,44	2,35	2,15	1,73	1,56	5,89
20-21	1,93	1,56	2,36	2,90	9,53	11,40	42,44	18,18	3,83	1,87	1,32	1,79	8,26
21-22	2,24	1,49	1,68	6,85	6,13	14,78	16,97	6,27	1,50	1,24	0,20	0,89	5,02
22-23	1,83	1,42	1,09	2,51									
PROMEDIO	1,74	2,48	4,68	6,87	13,22	19,20	22,33	13,40	5,72	3,14	2,15	1,87	8,07
MÁXIMO	5,80	13,25	43,39	36,45	49,60	72,35	72,93	65,00	25,89	9,46	5,10	6,00	19,99
MÍNIMO	0,23	0,13	0,05	0,05	0,64	0,60	2,33	1,48	1,07	0,81	0,20	0,51	1,25

Figura 6. Planillas de los registros y promedios mensuales.

Los embalses se manejan con el siguiente criterio: tengo una situación de un volumen disponible en el vaso y ese vaso tiene un proceso de colmatación. En el caso de Escaba, la velocidad de colmatación es del orden de 0,5 hm³ por año. Si se cuenta con una batimetría por año, las diferencias de volúmenes que se observan en la relación volumen-cota permiten determinar con mucha precisión los caudales de aporte. La tecnología de la última década posibilita hacer batimetrías a relativamente bajo costo y repetirlas en forma interanual, por lo cual, actualmente, el conocimiento del volumen disponible para embalsar año a año se aproxima bastante a la realidad. Así, los manejos de los registros diarios de caudales de aporte y erogados permiten tener una mejor precisión en las series que estamos generando de información de caudales, de aportes de la cuenca.

A eso se debe sumar las estaciones hidrometeorológicas que se están realizando como inversión importante en el país, con el objetivo de disponer de un mayor conocimiento de la variabilidad meteorológica que nos afecta en forma crítica, tanto en los años húmedos que generan muchas complicaciones en los procesos de erosión-sedimentación, como en los años secos, en el manejo de un recurso finito con una pérdida de volumen disponible en los embalses. Esto nos ubica en una situación cada vez más crítica, debido a la menor disponibilidad de agua en los reservorios artificiales, ya que con los procesos de colmatación vamos perdiendo capacidad.



Es preciso tener en cuenta que el cambio climático y la variabilidad meteorológica ofrecen nuevos paradigmas, y muchos de los que están establecidos deben ser revisados. Esto no siempre es sencillo, ya que muchas veces presentan connotaciones de tipo cultural o legal, como es el caso de los contratos de concesión de los complejos, que tienen treinta años y cuyas pautas de funcionamiento fueron estrictas y rigurosamente establecidas, con lo cual la variabilidad que suscita el cambio climático nos pone en una situación crítica desde el punto de vista de los contratos y del manejo.

Por otra parte, se observa que, por un lado, en los años húmedos, muchas obras de infraestructura existentes, tanto públicas como privadas, no necesariamente verifican las condiciones o hipótesis de diseño, debido a situaciones meteorológicas que se presentan producto del cambio climático, ya sea por extremos de precipitaciones o por extremos de sequía. Por otro lado, en los años secos, en los complejos hidroeléctricos de la cuenca, se observa que el manejo de crecida, al estar sobre la base de los diseños originales y de los años húmedos, dificulta las operaciones a los efectos de atender con garantías relativamente altas o medias las demandas de los usos consuntivos.

Asimismo, los contratos de concesión, desde el punto de vista del manejo de los embalses, el cambio climático y la variabilidad meteorológica, también nos ubican en una situación de revisión, pero a su vez, por el solo hecho de estar vigentes, nos encorsetan en lo que sería una adaptación año a año de las circunstancias que estamos viviendo.

Otro problema es que los complejos de esta cuenca en particular, que tienen más de sesenta años, así como aportan mucha información útil acerca de lo que sucede con base en los aportes registrados diariamente, también nos pone en una situación compleja por la pérdida de la capacidad de los volúmenes embalsados. El Cadillal tiene casi un 48% del volumen original del vaso inundado perdido por sedimentación. Y en el caso del Río Hondo, también hay una pérdida importante de los volúmenes por sedimentación. Esto no solo se genera por los procesos naturales de la cuenca, sino también por los efectos de la antropización. Cuando en la variabilidad meteorológica hay eventos extraordinarios de lluvias también tenemos situaciones extraordinarias de procesos de erosión y de sedimentación, con la consabida pérdida de capacidad de los cauces y de los volúmenes de embalse (Figura 7).



Figura 7. Erosión-cauce nuevo río San Francisco, abril 2017. Fotografía del Ingeniero Daniel Gelati de la SEMA, Tucumán.

Conclusiones

El seguimiento de los embalses y desembalses de los complejos hídricos de la cuenca Salí-Dulce permiten interpretar el comportamiento de los diferentes escenarios que se producen en esta cuenca, pasando de años húmedos a años secos. Contar con registros diarios, y en algunos casos con horarios, del movimiento de los embalses en su relación cota-volumen y aportes-erogaciones, ayuda a identificar algunos eventos meteorológicos fuera de lo común en las series históricas de cada complejo. Este conocimiento colabora con la programación de corto plazo en las acciones de desembalse para atender los usos consuntivos, en el contexto de la programación anual y en relación con las precipitaciones en la cuenca de aporte (año húmedo *versus* año seco) y de la cuenca baja servida.



Referencias

- Informe de la Comisión Especial de Emergencia Hídrica. Legislatura de Tucumán. <https://www.legislaturadetucuman.gob.ar/CEEH/index.php>
- Inventario de Presas y Centrales Hidroeléctricas de la República Argentina, 2010. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Secretaría de Obras Públicas. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Presidencia de la Nación.
- ORSEP. Diques Argentinos en realidad aumentada. Complejo de Escaba, Regional Norte. Ingeniera Hebe Barber.
- Planilla de seguimiento diario del embalse de Escaba, Río Marapa. Año 2017. Hidroeléctrica Tucumán S.A. Comisión de Coordinación y de Control de Desembalse de los Diques de El Cadillal, Pueblo Viejo y Escaba.
- Planilla de seguimiento diario del embalse de Escaba, Río Marapa. Año 2020. Hidroeléctrica Tucumán S.A. Comisión de Coordinación y de Control de Desembalse de los Diques de El Cadillal, Pueblo Viejo y Escaba.
- Planilla de seguimiento diario del embalse de Escaba, Río Marapa. Año 2022. Hidroeléctrica Tucumán S.A. Comisión de Coordinación y de Control de Desembalse de los Diques de El Cadillal, Pueblo Viejo y Escaba.
- Provincia de Tucumán. Decreto 294/3 (MDP), 13/11/2003. Comisión Coordinadora y de Control de Desembalse de los Diques El Cadillal, Pueblo Viejo y Escaba, creada por Decreto 4778/1 SO-72 (27/11/1972) y modificatorias, pase a jurisdicción de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Energéticos, Minería y Política Ambiental, que será su Autoridad de Aplicación, delegando en la misma la designación de los representantes de las reparticiones provinciales ante dicha Comisión a efectos de cumplir su cometido.
- Provincia de Tucumán. Decreto Acuerdo 51/3 (MDP), 22/12/2006. Comisión Coordinadora y de Control de Desembalse de los Diques El Cadillal, Pueblo Viejo y Escaba, pase a jurisdicción de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, que será su Autoridad de Aplicación, delegando en la misma la designación de los representantes de las reparticiones provinciales ante dicha Comisión a efectos de cumplir su cometido.

Este libro reúne una serie de trabajos abordados en los Foros federales “Hablemos del agua”. La iniciativa es el resultado de una construcción fraterna entre ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) y FUTRASAFODE (Fundación de los Trabajadores Sanitaristas para la Formación y el Desarrollo), cuyo foco es uno de los temas clave de la agenda global: el problema del cambio climático por causas antrópicas y la necesidad de pensar alternativas de acción en diversas escalas para contrarrestarlo. Con *Aportes para pensar la gobernanza del agua en el siglo XXI*, el IUAS continúa con su proyecto editorial que aspira a consolidarse no solo como un espacio de creación de conocimiento, investigación científica y formación, sino también como una forma de fortalecer una identidad cultural solidaria

9 786319 029130
ISBN 978-631-90291-3-0



FUTRASAFODE
FUNDACIÓN DE LOS TRABAJADORES
SANITARISTAS PARA LA FORMACIÓN
Y EL DESARROLLO



IUAS
Editora