

Plan de Inversión en Soluciones basadas en la Naturaleza para la Cuenca del Río Mendoza

Análisis biofísico y económico para la restauración de humedales y la promoción de buenas prácticas agrícolas



Plan de Inversión en Soluciones basadas en la Naturaleza para la Cuenca del Río Mendoza

Análisis biofísico y económico para la restauración de humedales y la promoción de buenas prácticas agrícolas

Diana Madrigal
diana.madrigal@tnc.org

Erik Spiro-Larrea
erik.spiro@tnc.org

Florencia Abraham
florencia.abram@tnc.org

Juan González
juan.gonzalez@tnc.org

Maria Camila Moreno
maria.moreno@tnc.org

Peta Gay Harris
peta-gay.harris@tnc.org

Diseño y diagramación

Puntoaparte
Editores

www.puntoaparte.com.co

Fotografía de portada

Andrés Venditti/Shutterstock.com



Contenido

Resumen ejecutivo

6

Objetivo	6
El desafío: presión crítica sobre el recurso hídrico.....	6
La solución en humedales: beneficios biofísicos cuantificados.....	7
La inversión en humedales: costo y competitividad.....	7
La estrategia en agricultura: un rol catalizador para el FARM.....	7
El llamado a la acción: un camino de inversión por fases.....	8

Siglas

10

Contexto

12

Descripción general de la cuenca del río Mendoza.....	12
Desafíos de seguridad hídrica en la cuenca.....	18
Fondo de Agua del Río Mendoza.....	19
Apoyo técnico de <i>Nature for Water</i>	20
Metodología	22
Portafolio de SbN FARM: justificación y priorización.....	24
Humedales: importancia y principales amenazas	26
Agricultura: relevancia y consumo hídrico.....	29

Análisis biofísico

30

Descripción del proceso.....	30
Implementación del modelo hidrológico de la cuenca.....	32
Resultados – estimación de beneficios biofísicos.....	34
Estimación de beneficios adicionales	38

Análisis económico

40

Resumen.....	40
Resumen de la metodología del análisis económico	44
Financiamiento.....	53

Programa de buenas prácticas agrícolas

56

Objetivo y metodología	56
Principales hallazgos y recomendaciones.....	57
Principales barreras para implementar BPA.....	60
Áreas de enfoque para el FARM.....	61

Estructura y funciones del FARM

64

Recomendaciones y siguientes pasos

68

Siguientes pasos.....	69
Recomendaciones.....	70
Referencias.....	72
Anexos.....	75

Resumen ejecutivo



► Carolina Jaramillo/
Shutterstock.com

El desafío: presión crítica sobre el recurso hídrico

La cuenca del río Mendoza enfrenta una crisis hídrica estructural, evidenciada por una disminución sostenida de sus caudales superficiales en los últimos 25 años debido a patrones climáticos. Esta tendencia, que se prevé continuará y se intensificará, genera una sequía prolongada con un fuerte impacto en la región. La presión sobre el recurso se agrava por factores como el carácter nivoglaciario de la cuenca, una creciente demanda hídrica donde el sector agrícola utiliza el 86 % del agua superficial disponible, y la degradación de ecosistemas. En este escenario, el análisis destaca el rol crítico de los humedales altoandinos, que hoy se encuentran amenazados por la proliferación de especies exóticas invasoras como la rosa mosqueta y el tamarindo, entre otros factores de degradación críticos. En este contexto, el FARM busca fortalecer la seguridad hídrica de la cuenca.

Objetivo

Este informe presenta los resultados y recomendaciones desarrollados en el marco del apoyo técnico brindado al Fondo de Agua del Río Mendoza (FARM) por parte del programa “Nature for Water Facility” (N4W) de The Nature Conservancy (TNC). Su propósito es fortalecer las capacidades del FARM para diseñar e implementar un portafolio de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), enfocándose en dos pilares estratégicos: la conservación y restauración de humedales altoandinos, y el impulso a las buenas prácticas agrícolas (BPA) para optimizar el uso del agua en el sector más demandante de la cuenca.

La solución en humedales: beneficios biofísicos cuantificados

Para la restauración de ecosistemas, el análisis biofísico se centró en tres áreas prioritarias (cuenca alta-Parque Provincial Aconcagua, subcuenca del río Blanco, y Reserva Natural Villavencio [RNV]). Se estima que un programa de protección y restauración de humedales puede incrementar el volumen anual de agua en el río entre 4 y 29 hm³/año, con un promedio de 12 hm³/año. Este flujo adicional representa hasta un 8 % del almacenamiento del embalse Potrerillos. Los beneficios van más allá del caudal: se proyecta un aumento promedio del 8 % en la humedad del suelo, y un incremento superior al 9 % en la percolación, lo que sugiere una valiosa mejora en la recarga de acuíferos en una cuenca con alta dependencia del agua subterránea.

La inversión en humedales: costo y competitividad

La implementación de este programa en la totalidad de los humedales clave de las tres áreas analizadas se estima en USD 13 millones en valor presente neto (USD 33 millones en términos reales), considerando una fase de implementación de 10 años, seguida de 15 años de mantenimiento y gestión. La inversión se destina principalmente a

la protección (44 %) y a la remoción de especies invasoras junto a la restauración activa (48 %). Es crucial destacar que, considerando únicamente el beneficio de flujo superficial, esta inversión en infraestructura natural resulta costo-competitiva frente a obras de infraestructura gris tradicional y otras metas clave de la cuenca.

La estrategia en agricultura: un rol catalizador para el FARM

Paralelamente, el informe aborda el uso del agua en la agricultura, donde persisten importantes brechas de eficiencia. Se presenta un análisis de BPA que identifica barreras clave para su adopción, como el acceso limitado a financiamiento e información técnica por parte de los productores. Por ello, se proponen recomendaciones concretas para que el FARM agregue valor en el sector agrícola, actuando como un articulador y catalizador: facilitando el acceso al crédito, promoviendo incentivos de mercado para la producción sostenible y fortaleciendo los canales de difusión de conocimiento técnico para mejorar la eficiencia del riego y la salud del suelo.



El llamado a la acción: un camino de inversión por fases

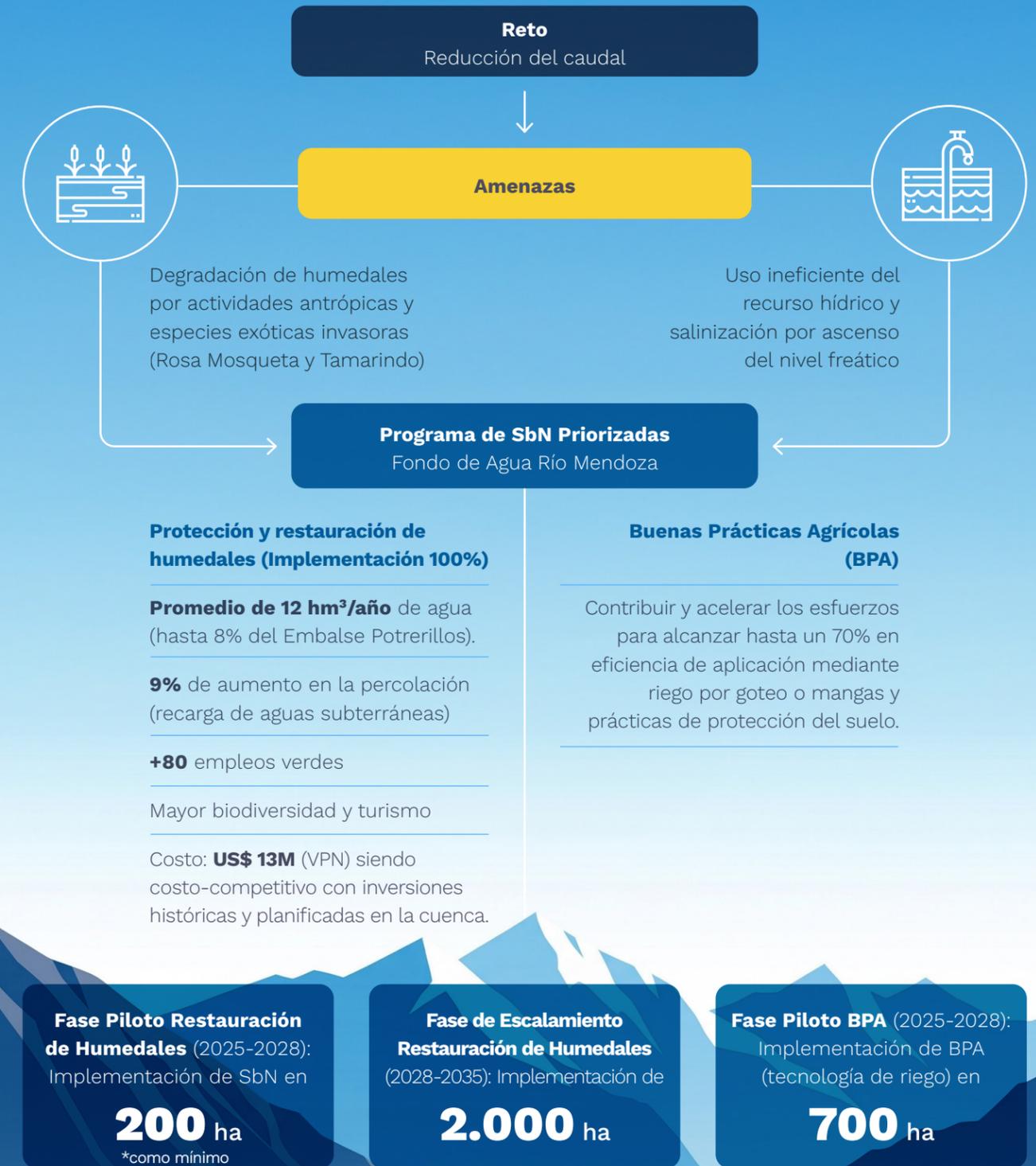
Para materializar esta propuesta, se recomienda al FARM y sus socios avanzar con una fase piloto para restaurar y/o proteger al menos 200 ha de humeda-

les en áreas prioritarias antes del año 2028. Estos pilotos, localizados en la subcuenca del río Blanco, en la RNV, y en la cuenca alta (Parque Provincial Aconcagua), permitirán validar las hipótesis del estudio y probar metodologías antes de escalar. El objetivo a mediano plazo es iniciar una fase de inversión mayor para restaurar y/o proteger más de 2.000 ha antes de 2035, consolidando así un flujo superficial anual adicional de 4 a 29 hm³/año para la cuenca del río Mendoza.

► HHO/
Shutterstock.com



Figura 1. Principales características de la cuenca, retos hídricos, SbN y beneficios que se pueden esperar de la implementación de esta propuesta



→ Fuente: elaboración propia.

Siglas

ACREs	Áreas de cultivos restringidos especiales
AySAM	Agua y Saneamiento Aguas Mendocinas
ASAP	Asociación Argentina de Presupuesto y Administración Financiera Pública
AR	Pesos argentinos
BaU	“Business as usual” o escenario tendencial
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BPA	Buenas prácticas agrícolas
DGI	Departamento General de Irrigación
EEI	Especies exóticas invasoras
EEUU	Estados Unidos de América
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés)
FARM	Fondo de Agua del Río Mendoza
FdA	Fondos de agua
FMI	Fondo Monetario Internacional
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés)
ha	Hectáreas
hm³	Hectómetros cúbicos
IADIZA	Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas

INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina
IDR	Instituto de Desarrollo Rural
km	Kilómetro
KWh	Kilovatio hora
M&E	Monitoreo y evaluación
MEyA	Ministerio de Energía y Ambiente
MGlyDT	Ministerio de Gobierno, Infraestructura y Desarrollo Territorial
N4W	Nature for Water Facility
O&M	Operación y mantenimiento
SbN	Soluciones basadas en la naturaleza
SWAT	Soil and Water Assessment Tool (una herramienta de modelación hidrológica)
RBC	Relación beneficio-costos (un análisis que compara el costo de una actividad con sus beneficios)
RNV	Reserva Natural Villavicencio
USD	Dólares americanos
TNC	The Nature Conservancy
VPN	Valor presente neto (un concepto financiero que permite estimar hoy el valor de los costos y beneficios que un proyecto generará en el futuro)

Contexto



► ebone/Shutterstock.com

Descripción general de la cuenca del río Mendoza

La provincia de Mendoza se encuentra en el centro-oeste de Argentina, y se clasifica como un territorio mediterráneo con un clima árido a semiárido. Esta zona ha sido el foco de desarrollo del oasis de riego más importante del país, el cual representa el 4 % de la provincia y la superficie con mayor irrigación del país: un 25 % del total nacional.

La cuenca del río Mendoza, la más importante de la provincia a nivel poblacional, cuenta con una extensión de 18.484 km² (Departamento General de Irrigación [DGI], 2016; Vega, 2011). Sus principales afluentes son los ríos Vacas, Cuevas y Tupungato (Gobierno de

Mendoza, 2008). En la figura 1 es posible identificar los afluentes adicionales y las secciones de las cuencas alta, media y baja, además de otros puntos clave como las lagunas de Guanacache y la Reserva Natural Villavicencio (RNV).

La cuenca del río Mendoza posee un régimen nivoglaciario como principal suministro de agua. Los cuerpos de hielo en la cordillera de los Andes son cruciales en el sistema hidrológico de montaña ya que actúan como “reservas estratégicas” (IANIGLA y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2018). El proceso de formación y fusión del hielo impacta directamente el sistema hídrico de la región de diferentes maneras: por un lado, permite el mantenimiento de glaciares, los cuales subsisten a través de la acumulación de nieve y la posterior transformación del hielo; por otro lado, habilita el deshielo, que aporta la mayoría de los volúmenes de agua en ríos y arroyos; y a su vez influye en la recarga de acuíferos a través de la infiltración de capas subterráneas. Es decir, los inviernos con mucha nieve generan grandes caudales tras el deshielo en los meses más calurosos, y se evidencia un aumento de la disponibilidad de agua proveniente de la cordillera, mientras que en años con poca nieve se presentan disminuciones en caudales y en disponibilidad del recurso hídrico.

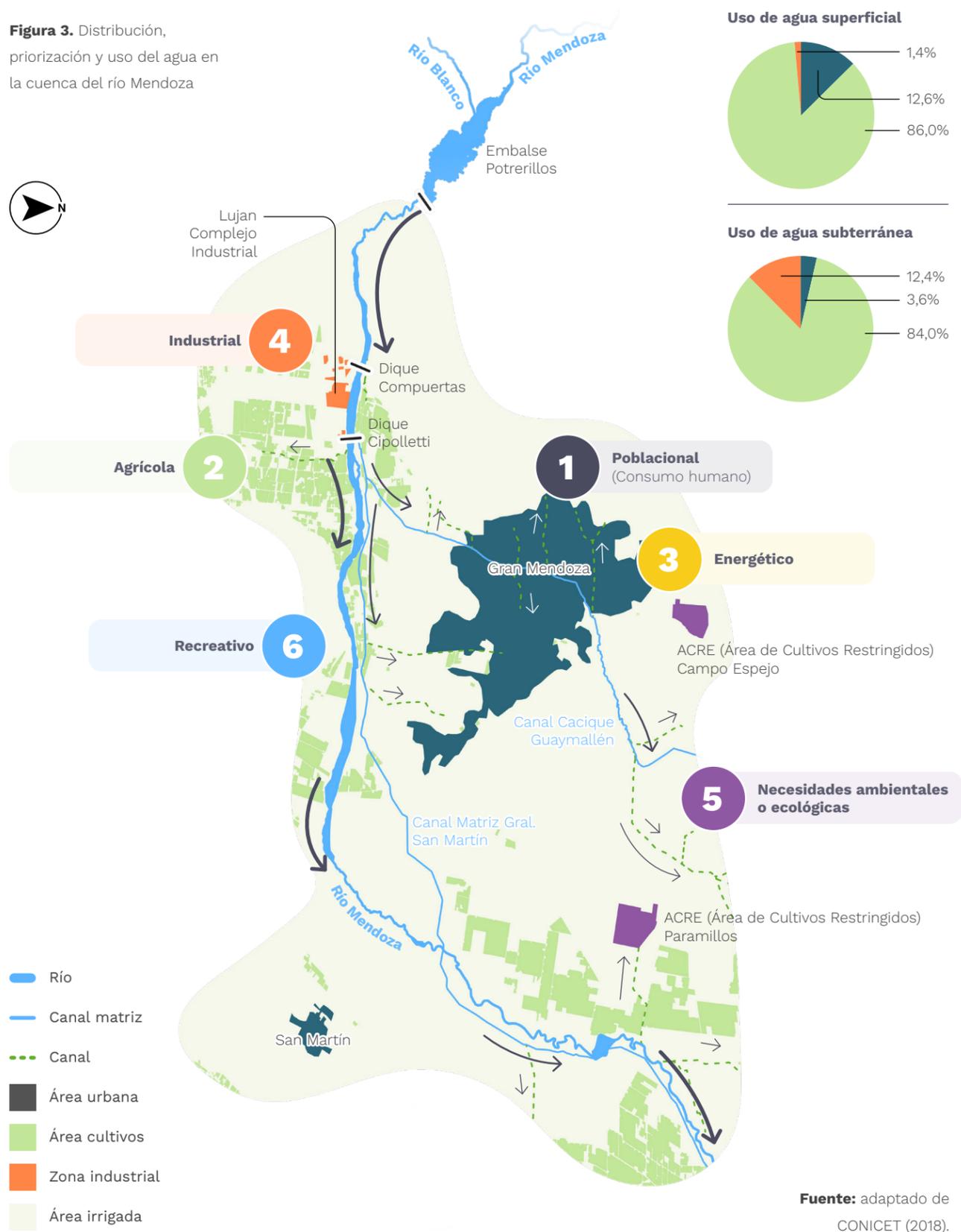
Figura 2. Mapa de la cuenca hidrográfica del río Mendoza



La distribución y el uso del agua en la cuenca son el resultado de un prolongado proceso de alteración antrópica que ha conformado una red de presas, canales y compuertas. Dicha infraestructura irriga un área considerable de la cuenca y suministra agua potable a los habitantes de Mendoza (Serman & Asociados, 2020). Este oasis irrigado ocupa aproximadamente el 4 % de la superficie de la provincia y concentra el 98 % de la población y de la actividad socioeconómica del territorio.

Los principales cultivos asociados a la cuenca son los de vid (55 %), frutales (20 %) y hortalizas (18 %).

Figura 3. Distribución, priorización y uso del agua en la cuenca del río Mendoza



Como se puede observar en la figura 3, prácticamente la totalidad del caudal anual del río Mendoza es desviado de su cauce natural y conducido por una compleja red de canales, gestionados por el DGI. Estos canales proveen agua a 1.430 km² de tierras dedicadas en gran parte a la producción de vid, que abastecen a la industria vitivinícola local, así como a la cuarta aglomeración urbana más grande del país, el Gran Mendoza, con más de un millón de habitantes y a un complejo agroindustrial diverso. El uso de agua domiciliario representa una fracción minoritaria del consumo de la cuenca (ver figura 3) y es gestionado principalmente por la empresa concesionada Agua y Saneamiento Mendoza S. A. (AySAM) (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET], 2018).

A pesar de que el uso se concentra en la agricultura, el consumo humano se prioriza y se protege en casos de emergencia hídrica. Mediante unas 10.000

perforaciones existentes, especialmente al este de la cuenca, el sistema subterráneo complementa y estabiliza la oferta de agua al permitir suplir déficits en épocas secas o habilitar el riego en zonas no abastecidas por la red superficial (Jobbagy *et al.*, 2018).

Los acuíferos son de gran importancia para la cuenca (DGI, 2025b). Sin embargo se ven afectados por diferentes condiciones, incluyendo:

- Cambios en su régimen de recarga por el establecimiento de la infraestructura de riego (Jobbagy *et al.*, 2018).
- Sobreexplotación de los acuíferos, lo cual puede aumentar la salinidad del agua (Jobbagy *et al.*, 2018).
- Contaminación y/o cambios en la calidad del agua de los acuíferos como resultado de fugas de nutrientes y contaminantes (Jobbagy *et al.*, 2018).

► Imagen gentileza del Fondo de Agua del Río Mendoza



Figura 4. Mapeo de los principales actores en la interacción de la gobernanza del agua en Mendoza



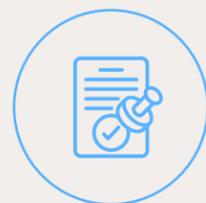
Aplicación y planificación

- Gobierno de Mendoza
- Departamento General de Irrigación



Distribución

- Departamento General de Irrigación
- Operadores de agua potable y cloacas



Regulación

- Legislatura de Mendoza
- Ministerio de Energía y Ambiente
- Departamento General de Irrigación
- Municipalidades



Control y vigilancia

- Departamento General de Irrigación
- Subsecretaría de Ambiente del Ministerio de Energía y Ambiente



Participación

- Organizaciones de la Sociedad Civil
- Asociaciones de inspecciones de Cuenca
- Concejo de cuenca
- Fondo Vitivinícola/COVIAR/Entidades vitivinícolas
- Pueblos indígenas



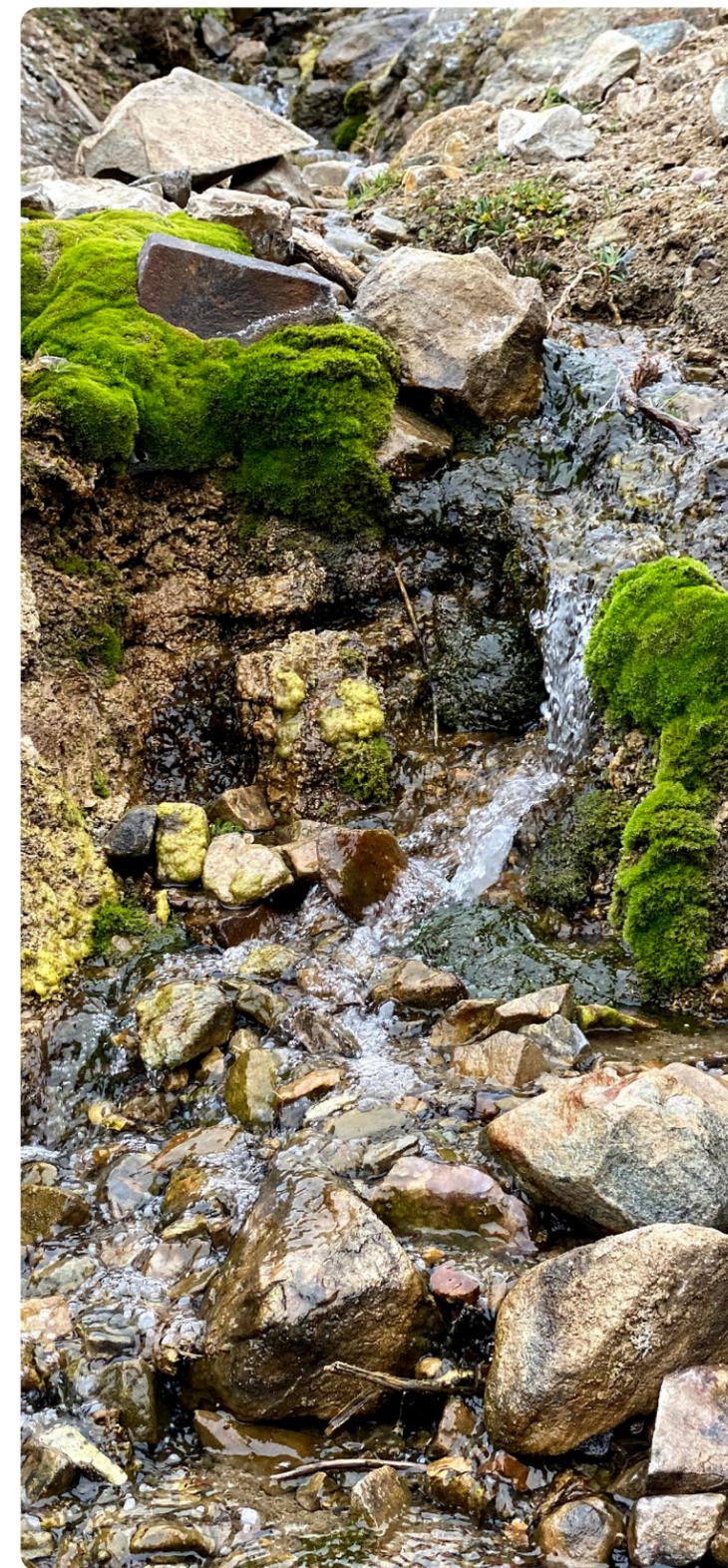
Investigación

- Gobierno de Argentina
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- Universidades públicas y privadas
- Instituto Nacional de Viticultura
- CONICET y IANIGLA

Asimismo, se reconoce que durante el recorrido que realiza el recurso hídrico se presentan múltiples interacciones entre actores públicos, privados y múltiples comunidades, las cuales se relacionan a través de la distribución, el uso, el mantenimiento, el disfrute y/o la disposición de agua. Para un mejor entendimiento de estas relaciones, los actores han sido agrupados en las siguientes categorías:

1. Aplicación de la legislación y planificación de la gestión del recurso hídrico.
2. Distribución.
3. Regulación.
4. Control y vigilancia.
5. Participación.
6. Investigación.

En la figura 4 se presentan los actores principales en cada una de estas categorías. Para mayor detalle de las entidades o áreas específicas dentro de las entidades encargadas de estas funciones, ver el anexo 6.



► Humedal de la Reserva Natural Villavicencio, Mendoza, Argentina. Foto de Guillermo Chiaradia

Desafíos de seguridad hídrica en la cuenca

La cuenca del río Mendoza ha presentado una disminución de caudales superficiales en los últimos 25 años, lo cual ha generado una sequía prolongada en la región, con pocas excepciones (periodo 2015-2016) (Prensa Gobierno de Mendoza, 2024). Según análisis del DGI (2025b), esta problemática seguirá en aumento en los próximos años. Así, en el escenario de cambio climático SSP 5.85 se esperan cambios en los parámetros hidroclimáticos en la provincia, los cuales se resumen en:

- Aumento de las temperaturas (hasta de 1,9 °C).
- Disminución de la precipitación.
- Aumento en la evapotranspiración.

Estas características unidas dan como resultado una disminución del volumen de agua disponible en la cuenca. Se espera que esta tenga un comportamiento cercano a lo presentado en la figura 6.

Figura 6. Cambios esperados en el volumen disponible para la cuenca del río Mendoza



Fuente: DGI (2025).

La problemática con respecto al recurso hídrico se verá aún más acelerada si se contempla que, a la vez que disminuirá la oferta, es probable que aumente la demanda según la proyección poblacional y las pérdidas propias del sistema. Esta tendencia demuestra que se tendrán balances hídricos negativos para la cuenca en los próximos 25 años¹, por lo que es esencial implementar acciones de conservación para asegurar disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficientes (DGI, 2025a).

Las principales condiciones que influyen en la situación del recurso hídrico actual de la provincia de Mendoza son:

- **Las características nivoglaciares de la cuenca**, que la hacen vulnerable a factores externos. Por tanto, los cambios en el clima que se esperan a futuro pueden acentuar las tendencias de disminución de la superficie acumulada de nieve, aumento de la superficie de ablación² y retiramiento de los glaciares. Como impacto, se estima que el caudal de los ríos se reduzca (Montaña y Boninsenga, 2014).

1. -312 hm³ en el 2020 y -764 hm³ en el 2050.

2. Remoción o reducción del manto de nieve o hielo de la superficie de un glaciar como resultado de uno o la combinación de procesos de fusión, evaporación, derretimiento o sublimación (*National Snow and Ice Data Center*, 2025).

- **El crecimiento de la demanda hídrica**, como resultado de las transformaciones socioeconómicas de la provincia (crecimiento poblacional, cambios de uso del suelo, entre otras)³.
- **La afectación de ecosistemas clave para la regulación hídrica.** Los humedales y las lagunas de Mendoza han sufrido un proceso de desecamiento por la combinación de factores mencionados previamente, sumada a la sobreutilización del recurso para consumo humano, riego y uso industrial; la canalización de los cauces naturales de los ríos; la erosión; la acumulación de sedimentos; y la presencia de especies invasoras, entre muchos otros fenómenos (DGI, 2025b).
- **La intensa transformación del sistema subterráneo** de agua en la provincia, que tiene como consecuencia la salinización del recurso, disminuyendo su calidad y generando una mayor dependencia del líquido superficial (Jobbagy *et al.*, 2018).
- **Otros factores, como la erosión, la contaminación en acuíferos y la degradación de áreas silvestres** (DGI, 2025b).

3. La demanda hídrica de la provincia para los años 2020, 2030, 2040 y 2050 se proyectó en 134,6, 148,2, 163,1, y 179,8 hm³, respectivamente (DGI, 2025).

Fondo de Agua del Río Mendoza

Los fondos de agua (FdA) son mecanismos financieros y de gobernanza que articulan sectores públicos, privados y la sociedad civil con el fin de contribuir a la **seguridad hídrica** a través de **soluciones basadas en la naturaleza** (SbN) y el manejo sostenible de la cuenca. Existen decenas de FdA en diferentes partes del mundo, cada uno enfocado en su contexto particular y problemática local, desarrollando diferentes actividades de protección y restauración de la naturaleza, y compuestos por su propia combinación de socios.



El Fondo de Agua del Río Mendoza (FARM) se constituyó formalmente como un consorcio de cooperación público-privado el 5 de mayo de 2022. Está integrado por el DGI, el Ministerio de Energía y Ambiente del Gobierno de Mendoza (MEyA) y las empresas AySAM, Cervecería y Maltería Quilmes (CMQ), Aguas de Origen S. A. (CCU) y Servicios y Productos para Bebidas Refrescantes S. R. L. (Coca-Cola).

Desde entonces, el FARM ha venido ejecutando acciones piloto y desarrollando alianzas en línea con su plan estratégico. Así estableció, por ejemplo, un acuerdo de colaboración con el municipio Luján de Cuyo, clave para gran parte de la cuenca alta, y un acuerdo reciente con la organización Wines of Argentina, firmado en mayo de 2025 para impulsar proyectos de mejores prácticas de riego en la cuenca, así como el acuerdo con el Ministerio de Producción.

Apoyo técnico de *Nature for Water*

En el 2023 el FARM solicitó apoyo a **Nature For Water** (N4W) para fortalecer sus acciones en la cuenca del río Mendoza. N4W es un programa de **The Nature Conservancy** (TNC) que se enfoca en brindar asistencia técnica para que líderes y organizaciones locales puedan avanzar en la creación y optimización de los programas de inversión en cuencas hidrográficas conocidos como FdA a través de la implementación de SbN.

N4W existe bajo el umbral de la estrategia de TNC de **Resilient Watersheds** (Cuencas Resilientes), que tiene la misión de abordar desafíos de seguridad hídrica mediante la integración a escala de SbN. Desde el año 2000, esta iniciativa ha apoyado el establecimiento de más de 40 programas de inversión en cuencas hidrográficas en todo el mundo, como las cabeceras del caudaloso río Misisipi en Minnesota, EE. UU., y el antiguo hábitat de Fynbos en Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

El FARM fue seleccionado en el 2024 para recibir soporte de N4W en los siguientes aspectos solicitados:

1. Análisis biofísico de la implementación de las SbN priorizadas (protección, restauración ribereña y de humedales activa o pasiva).
2. Análisis beneficio-costos acompañado de alternativas de financiamiento para la sostenibilidad del FARM.
3. Análisis de buenas prácticas agrícolas (BPA) enfocado en la tecnifica-

ción de riego del sector vitivinícola para determinar vacíos existentes y el rol que el FARM debe asumir para agregar valor ante dichas brechas.

4. Propuesta de programa para implementar SbN, acompañado de una descripción de funciones y roles requeridos para ejecutar este programa.
5. Identificación y estrategia de acercamiento e involucramiento de comunidades locales que se encuentren en el área de influencia de las SbN priorizadas.

Los principales resultados y recomendaciones se consolidan en el presente documento. El detalle y el análisis completo de cada uno de los entregables mencionados se encuentran en los anexos.

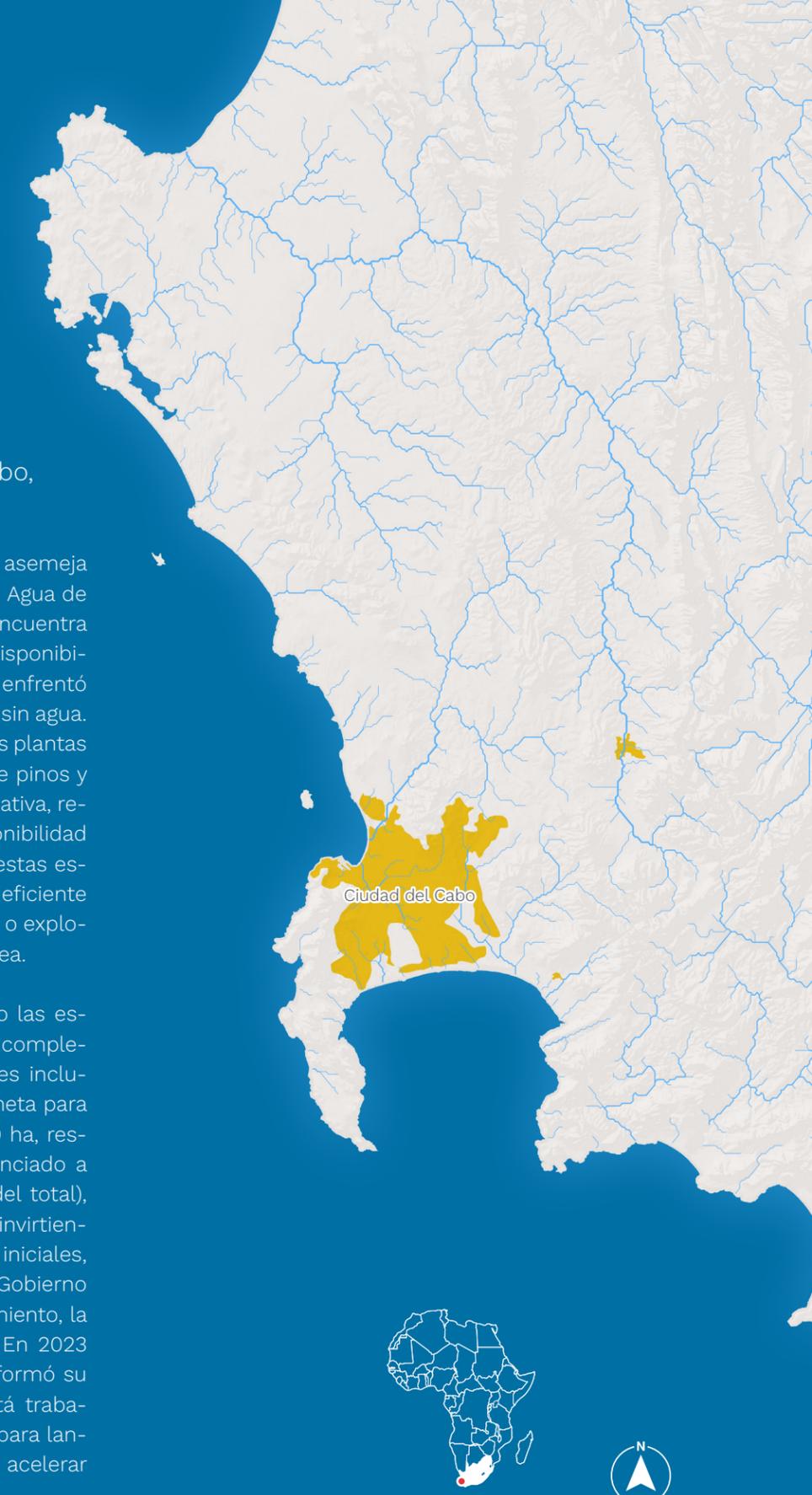


Caso de estudio:

Fondo de Agua de Ciudad del Cabo, Sudáfrica

Un programa de SbN en cuenca que se asemeja al contexto de Mendoza es el Fondo de Agua de Ciudad del Cabo. Dicho territorio se encuentra en un contexto de baja y decreciente disponibilidad hídrica, y en el periodo 2016-2017 enfrentó una grave crisis en la que casi se quedó sin agua. Un análisis posterior identificó que varias plantas invasoras en la cuenca, particularmente pinos y eucaliptos, afectaban la biodiversidad nativa, reduciendo de forma significativa la disponibilidad hídrica. Se concluyó que el control de estas especies y su expansión sería más costo-eficiente que alternativas como la desalinización o explotaciones adicionales de agua subterránea.

Desde entonces, el Fondo ha removido las especies invasoras en casi 40.000 ha, y completando más de 89.000 ha de actividades incluyendo labores de mantenimiento (su meta para finales de 2026 es 59.000 ha y 145.000 ha, respectivamente). Este trabajo se ha financiado a través de empresas privadas (~50 % del total), con un enfoque en su huella hídrica e invirtiendo principalmente en las actividades iniciales, y del sector público (en particular, el Gobierno de la ciudad), enfocado en el mantenimiento, la gestión y la estrategia de largo plazo. En 2023 el Fondo salió formalmente de TNC y formó su propia entidad legal. Actualmente, está trabajando con un banco de inversión local para lanzar un bono de impacto, con el fin de acelerar aún más sus actividades.

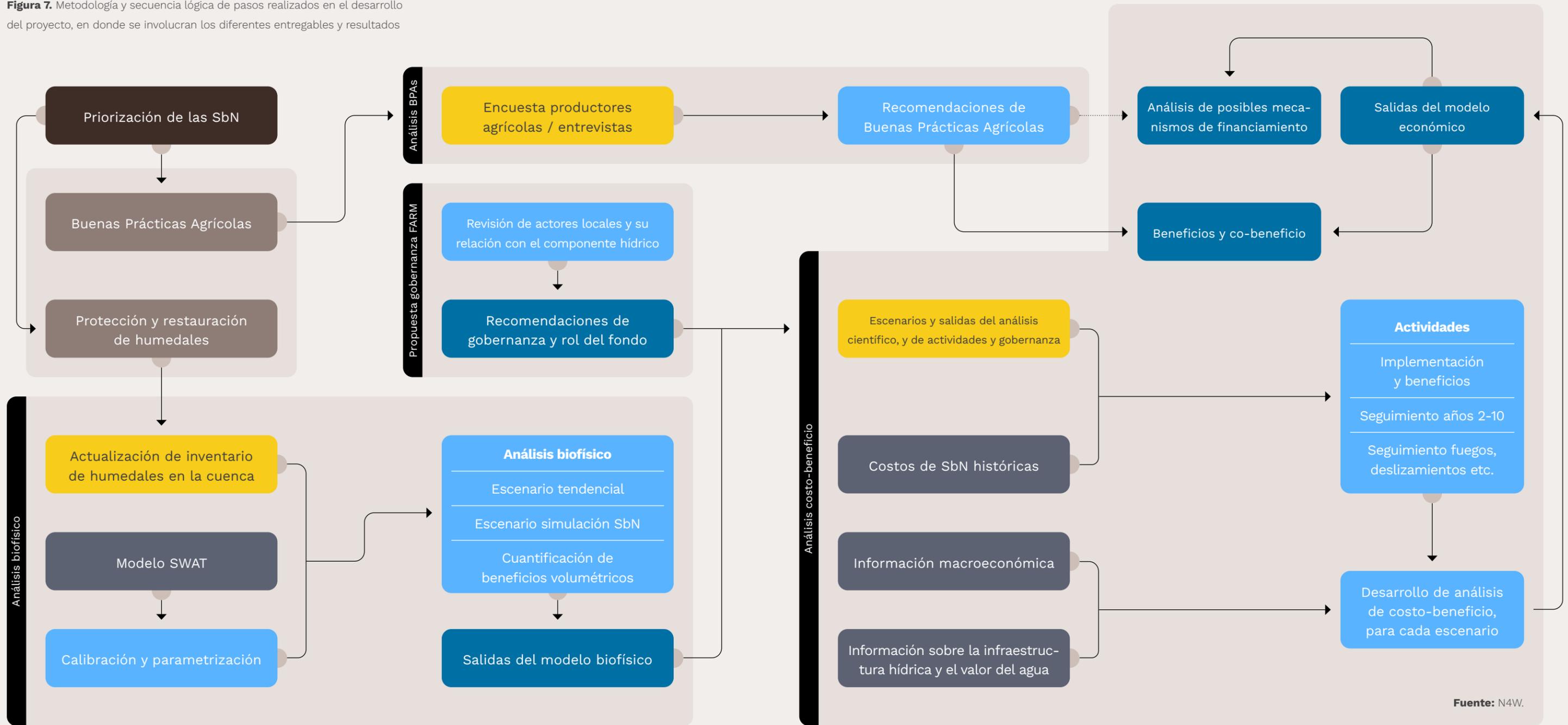


Metodología

La figura 7 presenta un resumen de los pasos metodológicos y las relaciones entre las diferentes líneas de trabajo para obtener los resultados y las recomendaciones finales.

- Insumos externos
- Insumos estratégicos
- Desarrollo N4W
- Salidas
- Selección de SbN

Figura 7. Metodología y secuencia lógica de pasos realizados en el desarrollo del proyecto, en donde se involucran los diferentes entregables y resultados



Portafolio de SbN FARM: justificación y priorización

En 2020, la firma consultora Serman & Asociados, de Buenos Aires, elaboró el

portafolio de SbN para el FARM, en el cual se priorizaron ciertas soluciones en función de la expectativa de cambio en el caudal y los sólidos suspendidos totales para la cuenca del río Mendoza (Serman & Asociados, 2020). Las SbN para ser ejecutadas por el FARM se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Portafolio de SbN FARM y priorización realizada por N4W

	1	Protección de tierras: Protección de ecosistemas específicos, como matorrales, praderas o humedales.
	2	Restauración ribereña: Restauración de bosques naturales, praderas u otros hábitats mediante plantación (restauración activa) o permitiendo la regeneración natural (restauración pasiva) en áreas ribereñas.
	3	Buenas prácticas de gestión agrícola: Cambio en la gestión de las tierras agrícolas para lograr múltiples resultados ambientales positivos.
	4	Buenas prácticas de manejo ganadero: Cambio en las prácticas de manejo de la tierra en áreas ganaderas para lograr múltiples resultados ambientales positivos.
	6	Gestión de riesgo de incendio: Llevar a cabo actividades de gestión que reduzcan el material combustible en los matorrales y, por lo tanto, el riesgo de fuego catastrófico.
	7	Restauración y creación de humedales: Restablecer (pasiva o activamente) la hidrología, las plantas y los suelos de los antiguos humedales o los humedales degradados que han sido drenados, convertidos en tierra agrícola o transformados para otros usos, o establecer nuevos humedales para compensar la pérdida de estos, o imitar las funciones naturales de los humedales.
	8	Reúso de aguas tratadas en lagunas de estabilización (ACRES): Consiste en regar con agua proveniente de plantas de tratamiento de líquidos cloacales a zonas del oasis antes abastecidas por fuente subterránea.
	9	Desarrollo urbano de bajo impacto (LID): Aumento del área permeable de las nuevas urbanizaciones con respecto de las formas de urbanización convencionales.

Fuente: elaboración propia con información obtenida de Serman & Asociados (2020).

De las ocho SbN en el portafolio del FARM, el equipo de TNC-N4W priorizó las siguientes: **1) protección de tierras** **2) restauración** y **3) buenas prácticas agrícolas**⁴. Esta selección tuvo en cuenta los siguientes factores:

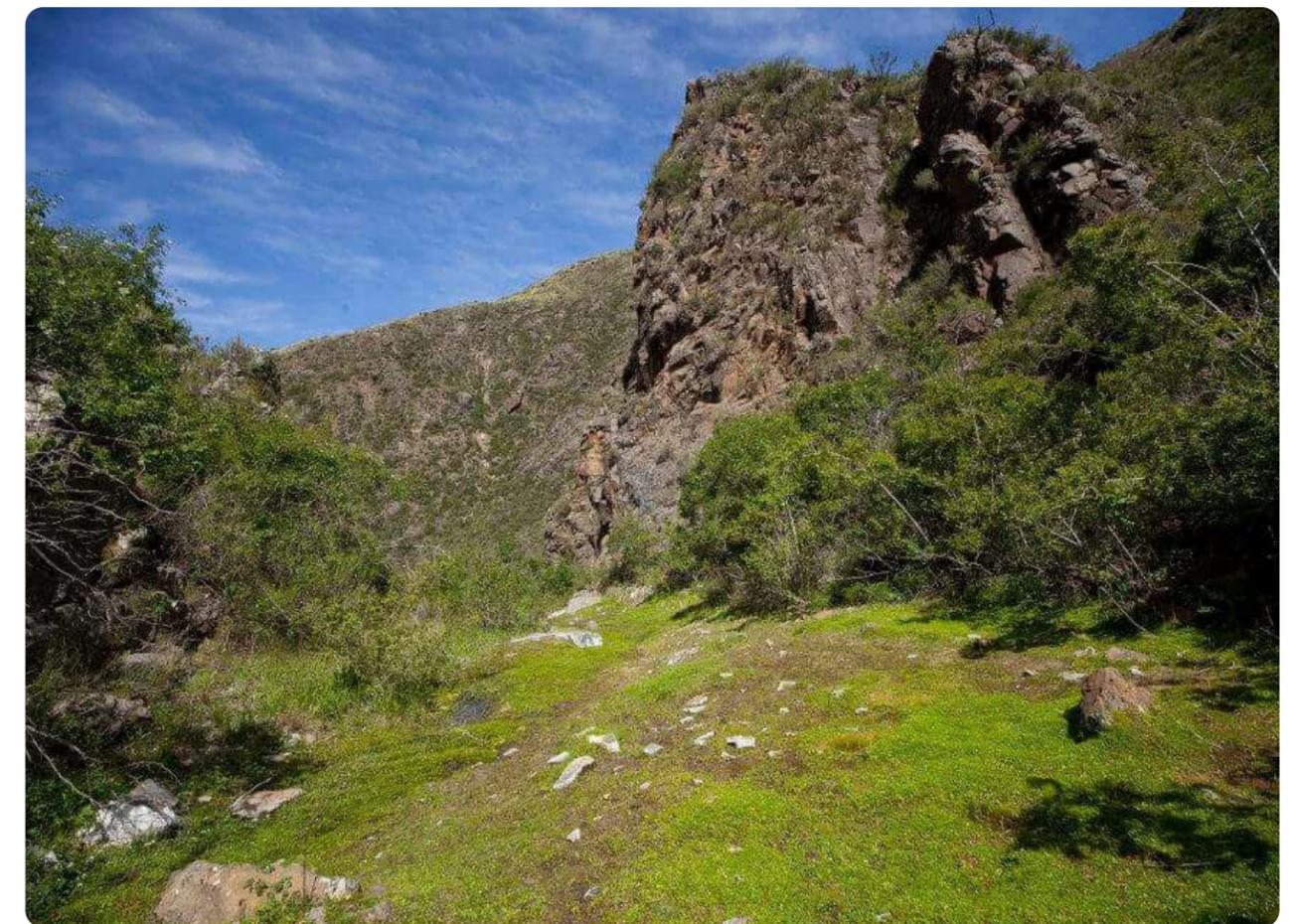
- Mayores beneficios en términos de servicios ecosistémicos y que tendrían el impacto más alto en el sistema hidrológico, la población y, por ende, la adaptación al cambio climático.

4. Se recomienda que el FARM continúe con la implementación del portafolio definido mediante estudios previos en función de las capacidades locales y sus ejercicios de planeación.

- Capacidad de implementación del FARM (se evaluaron factores de complejidad y riesgo, así como los desafíos políticos y regulatorios que cada SbN podría implicar, considerando además que el FARM no tiene mandatos explícitos sobre los recursos naturales).
- Experiencia actual en la cuenca y del FARM (existencia de iniciativas o actividades piloto en campo, de las cuales se pudieran tomar lecciones aprendidas y construir sobre ellas).

A continuación, se profundiza en más sobre estas SbN.

► Foto de Martín Pérez, Guardaparque de la Reserva Natural Villavicencio





Humedales: importancia y principales amenazas

Los humedales comprenden una gran variedad de ecosistemas, y varían según las condiciones de los diferentes territorios. En particular, los que se encuentran en Mendoza, que corresponden a tierras secas, presentan una dinámica hidrológica con alta variabilidad espacial y temporal. Por lo tanto, la definición adoptada para el presente proyecto fue la elaborada por el grupo de trabajo de humedales de Argentina:

Un ambiente en el cual la presencia temporal o permanente de agua superficial o subsuperficial, causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos; rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófitas, y/o suelos hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo (Benzaquén et al., 2018; Rubio, 2024).

Los humedales aportan variadas contribuciones, como lo son el almacenamiento y depuración de agua; el amortiguamiento de sequías; la recarga de acuíferos; la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes; y la estabilización de condiciones climáticas locales. Igualmente, presta diversos servicios en relación con las comunidades, desde la espiritualidad y el patrimonio cultural hasta la representación (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016).

A pesar de su importancia, estos ecosistemas han experimentado un deterioro marcado a nivel global en las últimas décadas, (Mitsch y Gosselink, 1986). En el caso de Mendoza, se reconoce que los principales factores que inciden en la degradación de estos ecosistemas son **el avance urbano no controlado, el aumento de los incendios, cambios en la cobertura de la tierra y las sequías prolongadas, aunados con el cambio climático** (Rubio, 2024).

Amenaza: especies exóticas invasoras

En Argentina, se entienden como exóticas aquellas especies, subespecies o taxones inferiores que han sido introducidos de manera voluntaria o accidental al territorio nacional (o provincial). La presencia de especies exóticas invasoras (EEI) en hábitats silvestres protegidos es de preocupación y amenaza para los ecosistemas, y debe ser controlada en sus etapas más tempranas (Mazzolari, 2017).

Este análisis se centró en dos especies listadas como invasoras: la *Rosa rubiginosa*, cuyo nombre común es *rosa mosqueta*, y el *Tamarix ramosissima*, conocido como *tamarindo*. Estas plantas están clasificadas nacionalmente como clase 2, es decir, de uso controlado, y regionalmente como primer orden de prioridad, lo cual quiere decir que se recomienda controlarlas y manejarlas.

A continuación, se hace una breve descripción de la rosa mosqueta y el tamarix y sus impactos en el sistema hidrológico.

Rosa mosqueta

(Rosa rubiginosa y Rosa canina)

Introducción y uso: Estas especies, originales de Europa del este, fueron introducidas en América en la época de la Conquista (Mazzolari, 2017).

Características: Arbusto de hasta 3 m de altura y una raíz pivotante de 1 m a 1,5 m de profundidad, de crecimiento rápido, no exigente respecto a la calidad del suelo, aunque prefiere los terrenos degradados, bordes de caminos, esteros y humedales (Lobos e Icarte, 2021).

Dispersión: Estas especies cuentan con un abanico de estrategias reproductivas y con numerosos polinizadores nativos. Sus frutos son liberados gradualmente durante otoño-invierno y en noviembre, y cuentan con un largo periodo de fructificación, proveyendo de alimento a la fauna silvestre (ratones, aves, liebres y jabalíes) hasta en el invierno, así como al ganado doméstico, que actúa como dispersor. Todos sus mecanismos de reproducción y dispersión hacen que estas especies sean sumamente agresivas y de alto riesgo para los ecosistemas nativos (Mazzolari, 2017).

Efectos en el ecosistema:

- Invasión y disminución de áreas agropecuarias; limitación de uso de terrenos para ganadería (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2013).

- Asentamiento e invasión de quebrada, lo cual genera afectación y competencia con la vegetación nativa en zonas sensibles y de alta importancia (Mazzolari, 2017).

- Impacto en el balance hídrico de los humedales altoandinos al consumir mayor cantidad de agua que las especies nativas. Estudios realizados en la RNV estimaron que, a escala de humedal, el consumo de agua de esta especie puede llegar a duplicar el de las especies nativas (Blaustein, 2022) y es capaz de secar y alterar completamente algunos humedales (Blaustein, 2022).

► Foto de Marcelo Alvarez



Tamarindo

(*Tamarix rubiginosa*)

Introducción y uso: El tamarindo o tamarindo (*Tamarix* spp.), una especie originaria de Eurasia y el norte de África, fue introducida en Argentina a principios del siglo XX, principalmente con fines ornamentales y para controlar la erosión y estabilizar las riberas de los ríos y los canales de riego (Prensa Gobierno de Mendoza, 2017).

Características: Arbusto caducifolio o árbol pequeño que puede alcanzar hasta 8 m de altura. Se encuentra en áreas con humedad intermedia, niveles freáticos altos y baja erosión del suelo. La especie está bien adaptada para colonizar ambientes áridos y semiáridos. Cuenta con un extenso sistema radicular que le permite acceder a las aguas subterráneas (70-90 días) (Morandi *et al.*, 2017).

► IhorStore/
Shutterstock.com



Dispersión: El tamarindo se dispersa a través de grandes cantidades de semillas pequeñas y livianas equipadas con mechones de pelo que facilitan su transporte por el viento y el agua a largas distancias (Morandi *et al.*, 2017).

Efectos en el ecosistema:

- Su profundo sistema radicular y denso dosel aumentan la evapotranspiración, reduciendo la disponibilidad de agua para la vegetación nativa y la recarga acuífera.
- Al colonizar riberas de ríos, humedales y canales de riego, el *Tamarix* compite directamente por los recursos hídricos y altera los regímenes hidrológicos naturales (Natale *et al.*, 2008).
- La formación de rodales densos y monoespecíficos desplaza a las comunidades de plantas nativas y degrada la calidad del hábitat.
- Al aportar biomasa seca, altera los regímenes de incendios (Prensa Gobierno de Mendoza, 2017).
- Facilita la propagación de otras especies invasoras, como los jabalíes (Prensa Gobierno de Mendoza, 2017).

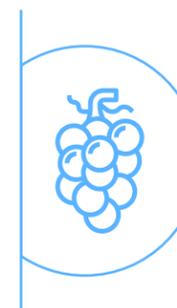
Agricultura: relevancia y consumo hídrico

En Mendoza, el 86 % del uso de agua superficial es para riego agrícola, del cual la mayoría se destina a la viticultura, que demanda 7.540 m³/ha por año. Las contribuciones más relevantes a la huella hídrica del vino proceden de las actividades necesarias para cultivar el principal insumo del vino: la uva (Civit *et al.*, 2012).

Argentina es el quinto productor mundial de vino, y ocupa el décimo lugar en viñedos por superficie, con más de 225.800 ha (Civit *et al.*, 2012; INV, 2008). Solo la provincia de Mendoza cuenta con 158.000 de esas hectáreas, lo que representa el 70 % de la superficie vitícola total del país (INV, 2008). Aproximadamente, 40.000 ha en la cuenca del río Mendoza se encuentran cultivadas con vides, es decir, el 25 % de la viticultura mendocina se concentra en esta región. Además, las prácticas agrícolas convencionales en los viñedos, incluido el laboreo intensivo y el elevado uso de insumos, han generado impactos negativos en la salud del suelo (Corvalán, 2019; Uliarte, 2013), lo que se traduce en implicaciones negativas adicionales para la calidad y la disponibilidad del agua.

De acuerdo con Duek y Comellas (2015), la cuenca más comprometida en la provincia es la del río Mendoza, con un índice de escasez hídrica de 98,17 %. Esto determina que el riesgo de déficit hídrico es más pronunciado en esta región y, como consecuencia, la producción agrícola está expuesta a ser afectada.

De este modo se justifica que el FARM priorice el trabajo conjunto con el sector vitivinícola, y en ese sentido las BPA se destacan como una estrategia que puede influir en la optimización del uso de los recursos, incluyendo el agua de para riego.



Análisis biofísico



► Imagen gentileza del Fondo de Agua del Río Mendoza

Este capítulo presenta una descripción general del procedimiento para estimar los beneficios biofísicos esperados como resultado de la implementación de las SbN priorizadas en los humedales, incluyendo los principales insumos obtenidos y los resultados. El detalle de los métodos y criterios aplicados para el análisis se presenta en el anexo 1.

Es importante aclarar que el modelo biofísico implementado no incluye la simulación del efecto de BPA pues los beneficios esperados por este tipo de intervenciones han sido previamente estimados por otros estudios como, por ejemplo, el Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza elaborado (DGI, 2025a) (los detalles relacionados se incluyen en el anexo 3).

Descripción del proceso

Con el fin de estimar los beneficios esperados como resultado de la implementación de un programa de protección y restauración de humedales de altura en la cuenca, se implementó un modelo hidrológico que permitió simular diferentes escenarios futuros. Como información de entrada, se utilizaron las características físicas y climáticas de la cuenca, y como resultado se establecieron series temporales de diferentes variables hidrológicas. La figura 8 presenta un esquema de la metodología aplicada.

Figura 8. Esquema metodológico del proceso seguido para la estimación de beneficios biofísicos



Fuente: N4W.

En términos generales, se usó información registrada directamente, o generada mediante estudios previos desarrollados a nivel local, para representar las características físicas y climáticas de la cuenca. Estos datos se procesaron y utilizaron como insumos para el modelo hidrológico implementado.

Con el fin de verificar que el modelo implementado representara adecuadamente los procesos hidrológicos de la cuenca, se siguió un proceso de calibración y validación que permitió ajustar los parámetros y verificar que la herramienta era capaz de representar de

forma satisfactoria las series históricas de caudal registradas en la cuenca. Por último, se simuló escenarios futuros a 25 años, incluyendo, por un lado, la respuesta esperada de la cuenca si las tendencias de deterioro observadas se mantienen en el futuro (escenario *Business as Usual* [BaU]) y, por otro lado, la que se daría tras la implementación de SbN, incluyendo la remoción de especies exóticas invasoras (escenario SbN). La comparación de los resultados de estos escenarios permitió estimar los cambios previstos en el comportamiento hidrológico de la cuenca como resultado del programa de SbN analizado.

Implementación del modelo hidrológico de la cuenca

A continuación, se resume el proceso seguido para la implementación del modelo y los principales resultados. Para mayor detalle de los métodos usados, se remite al lector al anexo 1.

Paso 1. Selección de herramienta de modelación

Se seleccionó la herramienta SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*, por sus siglas en inglés) para la modelación hidrológica. Este es un modelo matemático semidistribuido que permite simular procesos hidrológicos aplicando un enfoque de balance hídrico, incluyendo procesos como precipitación (agua y nieve), escorrentía, evapotranspiración y percolación (Arnold y Fohrer, 2005; Arnold et al., 1999).

► Alexandr Vlassyuk/
Shutterstock.com



Paso 2. Actualización del inventario de humedales y mapeo de especies invasoras en la cuenca

Se desarrolló un proceso de actualización y detalle del inventario de humedales de la cuenca a partir de información regional y verificaciones en campo. Asimismo, se recopiló datos existentes con respecto a la localización de las EEI rosa mosqueta y tamarindo⁵. Los detalles de los métodos aplicados y sus resultados se desarrolla en el anexo 1.

Paso 3. Información de entrada al modelo

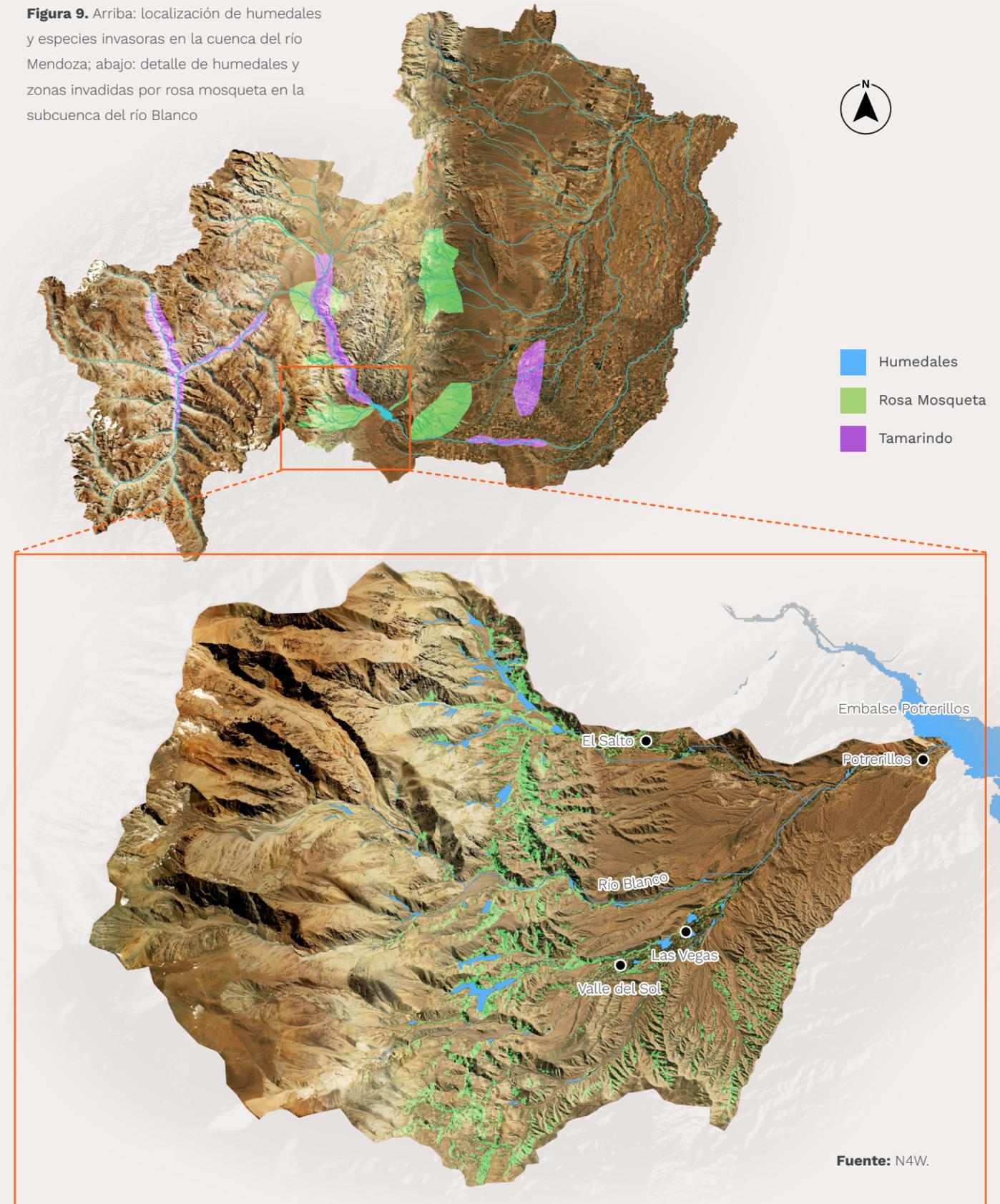
Se usaron estudios previos realizados en la cuenca por entidades públicas y privadas, incluyendo al FARM. Particularmente, se ajustó el modelo hidrológico implementado por Serman & Asociados (2020) para el FARM, incluyendo la actualización del inventario de humedales y la localización de especies invasoras en la cuenca.

Paso 4. Calibración y validación del modelo

Se aplicó un proceso de calibración y validación por medio del cual se ajustaron los parámetros del modelo SWAT hasta obtener una adecuada representación de los caudales históricos medidos en la estación Guido, localizada aguas arriba del embalse Potrerillos.

5. Actualmente, no existe un mapeo detallado de especies invasoras en la cuenca, por lo que se recopiló estudios previos y se complementó la información con los resultados de un taller participativo con actores de la cuenca.

Figura 9. Arriba: localización de humedales y especies invasoras en la cuenca del río Mendoza; abajo: detalle de humedales y zonas invadidas por rosa mosqueta en la subcuenca del río Blanco



rillos. Como resultado del proceso de calibración y validación, el modelo es capaz de representar de forma satisfactoria las series históricas de caudal registradas en la cuenca.

Paso 5. Simulación de escenarios

Se simularon escenarios que contemplan futuros posibles en la cuenca. En ambos se incorporan los cambios esperados en la precipitación y temperatura por efecto del cambio climático, bajo la trayectoria SSP2-4.5.

- **Escenario tendencial (BaU):** Este escenario representa las condiciones hidrológicas esperadas al año 2050, bajo el supuesto de que no se implementan medidas de gestión o control. Por tanto, proyecta una continuación de las tendencias actuales, incluida la propagación descontrolada de especies invasoras y el deterioro en los humedales de altura en la cuenca. También integra el modelado espacial de la expansión de rosa mosqueta en la región, asumiendo que esta planta continúa proliferando sin intervención. Como resultado, el escenario BaU captura la influencia combinada de los impulsores bióticos y climáticos en la dinámica hidrológica futura.
- **Escenario con SbN:** Este escenario incorpora los beneficios hidrológicos potenciales de la remoción de especies invasoras y la restauración de humedales con vegetación nativa u otros tipos de cobertura natural del suelo.

La comparación de los resultados de los escenarios simulados se utilizó

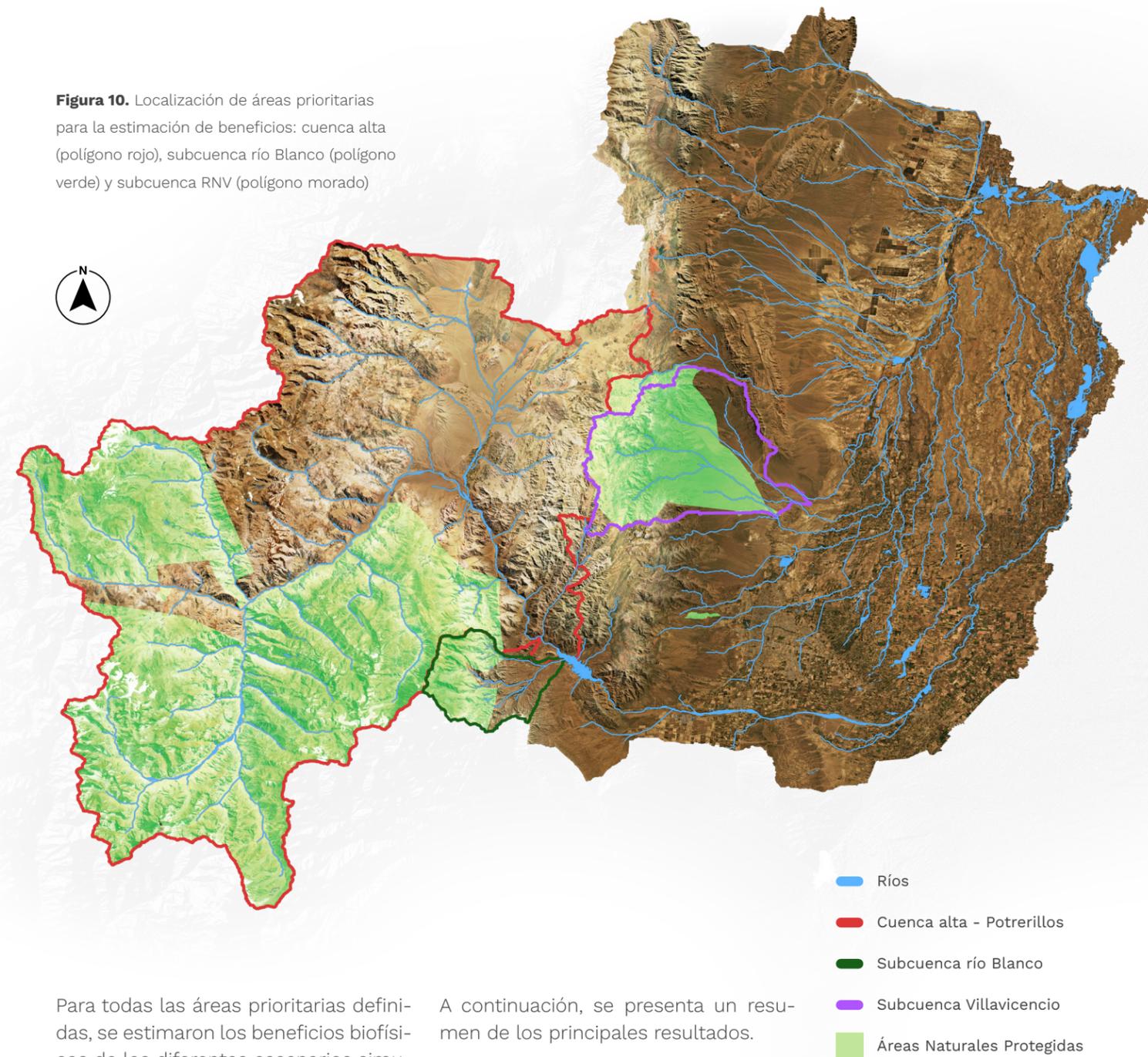
para estimar los beneficios biofísicos del programa de SbN propuesto. A continuación, se presenta una descripción de los principales resultados.

Resultados – estimación de beneficios biofísicos

Con el fin de estimar los beneficios biofísicos a partir de los escenarios simulados, se definieron tres áreas prioritarias para el análisis de resultados, las cuales se describen a continuación y se presentan en la figura 10:

- **Cuenca alta del río Mendoza** (aguas arriba del embalse Potrerillos): Esta zona corresponde al área crítica para la provisión de agua en la cuenca, siendo la que alimenta el embalse Potrerillos y la que contiene la mayor extensión de glaciares en la cuenca.
- **Subcuenca del río Blanco:** Se trata de un área en la que se han desarrollado estudios piloto y para la cual se cuenta con información biofísica detallada, incluyendo un mapeo preciso de especies invasoras. Por lo tanto, puede ser una zona estratégica para desarrollar proyectos piloto.
- **Subcuenca RNV:** Corresponde a la subcuenca en la que se localiza la RNV, sitio Ramsar de gran importancia desde el punto de vista de conservación en la cuenca. En esta zona se han desarrollado ejercicios previos de remoción de especies invasoras, y constituye un ambiente controlado propicio para el desarrollo de proyectos piloto.

Figura 10. Localización de áreas prioritarias para la estimación de beneficios: cuenca alta (polígono rojo), subcuenca río Blanco (polígono verde) y subcuenca RNV (polígono morado)



Para todas las áreas prioritarias definidas, se estimaron los beneficios biofísicos de los diferentes escenarios simulados, haciendo énfasis en la cantidad de agua superficial proyectada en cada caso. Con ese fin, se calcularon los volúmenes de agua por año en la salida de cada una de las subcuencas, y se compararon entre los escenarios BaU y SbN. De este modo se determinó el volumen de agua superficial adicional esperado en cada área como resultado de la implementación de las SbN.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados.

En primer lugar, La figura 11 ilustra los beneficios estimados para la cuenca alta del río Mendoza, correspondientes a la cantidad de agua adicional que se obtendría tras la implementación de SbN. Estos volúmenes fueron estimados como la resta entre el volumen anual para el escenario SbN y el volumen anual simulado para el escenario BaU.

- Ríos
- Cuenca alta - Potrerillos
- Subcuenca río Blanco
- Subcuenca Villavicencio
- Áreas Naturales Protegidas

Fuente: N4W.

Figura 11. Aumento del flujo anual estimado en la cuenca alta del río Mendoza, como consecuencia de la implementación del programa de SbN.



Fuente: N4W.

En general, se observan aumentos en el volumen esperado en el río que varían entre los 4-29 hm³/año, con un incremento promedio del orden de los 12 hm³/año. La variación en estas estimaciones se puede explicar por aspectos como la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas, condiciones de humedad antecedentes, entre otros.

Estos resultados indican que la implementación del programa de SbN propuesto genera beneficios en términos de cantidad de agua en el río Mendoza. Es importante destacar que estos valores corresponden a caudales superficiales adicionales en la cuenca alta del río, los cuales podrán estar disponibles para los diferentes usuarios. **A manera de referencia, el máximo volumen adicional anual estimado corresponde a cerca del 8 % del volumen de almacenamiento del embalse Potrerillos, de acuerdo con datos de la DGI⁶.**

6. https://aquabook.irrigacion.gov.ar/267_0

Adicionalmente, se estimaron **beneficios adicionales a los volúmenes de escorrentía superficial correspondientes a otros procesos del ciclo hidrológico, incluyendo cambios en el contenido de humedad del suelo y la infiltración hacia aguas subterráneas.**

Por ejemplo, en la figura 12, que presenta una comparación entre el contenido de humedad del suelo anual estimado para los escenarios BaU y SbN en la subcuenca RNV, se observa un aumento promedio del 8 % como resultado de la implementación del programa de SbN.

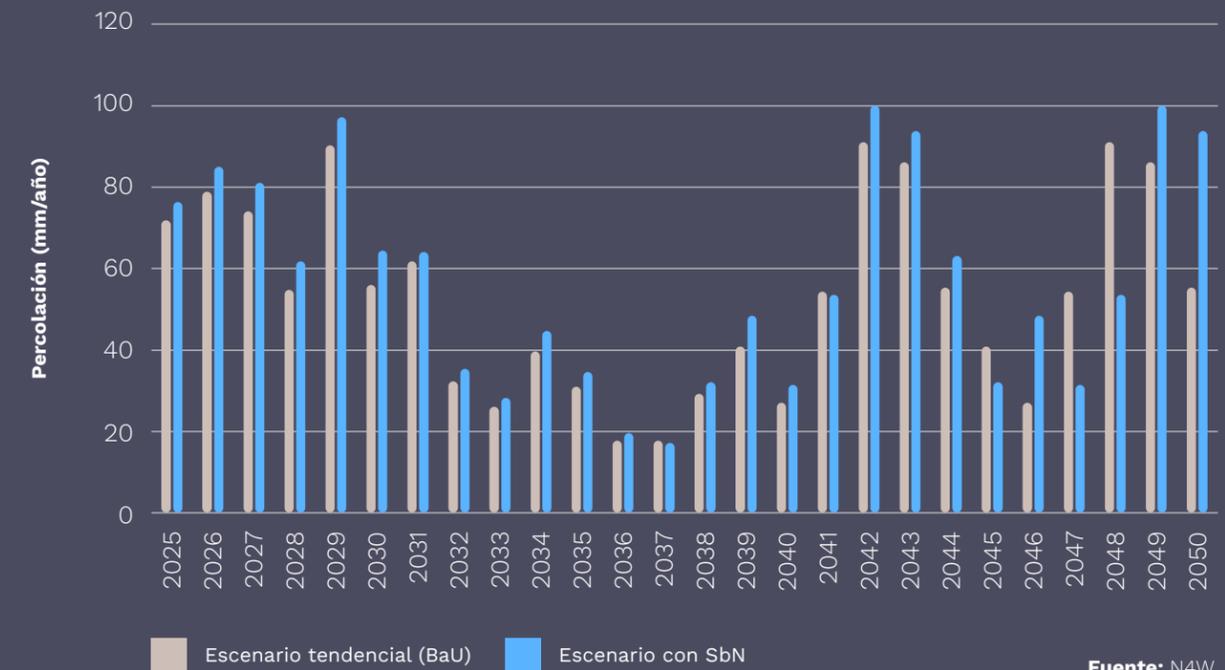
Este hallazgo sugiere un efecto positivo de gran importancia tanto para los ecosistemas como para las actividades económicas que se desarrollan en la cuenca, incluyendo aquellas prácticas agrícolas localizadas aguas abajo de las zonas por intervenir.

Figura 12. Beneficios adicionales estimados en la subcuenca de la RNV como consecuencia de la implementación del programa de SbN: cambios en el contenido de humedad del suelo



Fuente: N4W.

Figura 13. Beneficios adicionales estimados en la subcuenca de la RNV como consecuencia de la implementación del programa de SbN: cambios en la percolación



Fuente: N4W.

Por su parte, la figura 13 presenta una comparación entre la percolación media anual estimada para el escenario BaU y el de SbN, que indica un **aumento mayor al 9% como resultado de la implementación del programa de SbN en la cuenca**. La percolación constituye una aproximación a la recarga de aguas subterráneas, con lo cual es de esperarse un aumento en la recarga a los acuíferos de la zona como resultado de la restauración y protección de humedales. **Este beneficio tiene el potencial de generar mejoras en la disponibilidad de agua subterránea a largo plazo.**

Estimación de beneficios adicionales

Los humedales son claves para la prestación de servicios ecosistémicos. Por lo tanto, además de los beneficios en términos de cantidad de agua descritos en la sección anterior, el programa de restauración y protección de humedales propuesto generará efectos positivos adicionales.



Regulación hídrica:

Los humedales de altura brindan innumerables beneficios en términos de regulación hídrica y depuración de aguas, a la vez que soportan valores culturales, espirituales y de recreación (Prensa Gobierno de Mendoza, 2 de febrero de 2024). Además de los beneficios cuantificados en las secciones anteriores, estos ecosistemas permiten regular las magnitudes extremas de caudal, actuando como “esponjas” que almacenan agua durante temporadas húmedas y la liberan de forma controlada en épocas secas. De esta manera, mantener/recuperar la funcionalidad de estos humedales aportará en la disponibilidad de agua durante épocas de caudales bajos.



Turismo sostenible:

Las mejoras en la salud de la naturaleza y la biodiversidad aumentan la resiliencia de los ecosistemas, lo que a su vez protege y potencia los importantes beneficios turísticos que ofrece la cuenca, por ejemplo, en la RNV y el Parque Provincial Aconcagua.



Biodiversidad:

Los humedales presentan uno de los mayores indicadores de productividad a nivel ecosistémico ya que son “cunas de diversidad biológica”. Innumerables especies vegetales y animales dependen de sus fuentes de agua y productividad primaria (Convention on Wetlands Secretariat, 2025). Así, estos ecosistemas en Mendoza funcionan como refugios para la fauna local y migratoria.

En la RNV es posible encontrar diversas comunidades ecológicas, como las vegas (llanuras aluviales) y otros tipos de humedales. De hecho, la reserva es considerada como una zona de gran biodiversidad ecológica, asociada a las áreas de forraje que se comportan como abrevaderos de especies notables como el gato andino *Leopardus jacobit* (en peligro de extinción), el lagarto matuasto matutino *Pristidactylus scapulatus* (endémico), el Puma *concolor*, el zorro gris *Lycalopex griseus*, el hurón menor *Galictis cuja* y el guanaco (especie emblemática de la reserva). En la RNV se han identificado más de 37 especies de mamíferos, 192 de aves, 21 de reptiles, 3 de anfibios y aproximadamente 250 vertebrados (Sosa y Blanco, 2018).



Resiliencia al cambio climático:

Las proyecciones climáticas indican condiciones más difíciles y variables, lo que podría generar tanto dificultades generalizadas como periodos críticos en los que los ecosistemas y las actividades económicas podrían verse dañados sin posibilidad de recuperación. Se espera una mayor resiliencia frente al cambio climático gracias a las SbN.



Empleos verdes:

Se espera que las actividades del programa FARM generen directamente una cantidad significativa de empleos verdes en la cuenca: un promedio de alrededor de 80 durante la fase de implementación, y cerca de 30 a largo plazo. Estas cifras, sin embargo, solo consideran las contrataciones directas del programa y sus actividades, por lo que representan una subestimación del impacto total (por ejemplo, también habrá un impacto en la cadena de suministro de insumos necesarios: plantas, materiales, etc.).

Análisis económico

Objetivos del análisis económico de SbN

El análisis económico complementa los hallazgos biofísicos y persigue tres objetivos estratégicos clave para la toma de decisiones:

1. Dimensionar la inversión requerida: Cuantificar los recursos económicos y la logística necesarios para el programa a largo plazo, y entender prácticamente cómo esto puede variar en distintas partes de la cuenca.
2. Evaluar la competitividad de la inversión: Comparar el costo-beneficio del programa de SbN con el de alternativas de infraestructura hídrica tradicional (como obras en canales) y con el valor implícito que tiene el agua en otras actividades de la cuenca.
3. Construir el caso de negocio para la financiación: Generar los datos y argumentos necesarios para atraer a inversores y así asegurar la sostenibilidad financiera del programa, alineando los costos y los beneficios con las oportunidades de financiamiento existentes.

Este capítulo presenta una descripción general del análisis económico, incorporando también los proyectos piloto identificados y aspectos sobre la financiación futura. El detalle de los métodos y criterios aplicados, así como más información de salidas, se presentan en el anexo 2.

Resumen

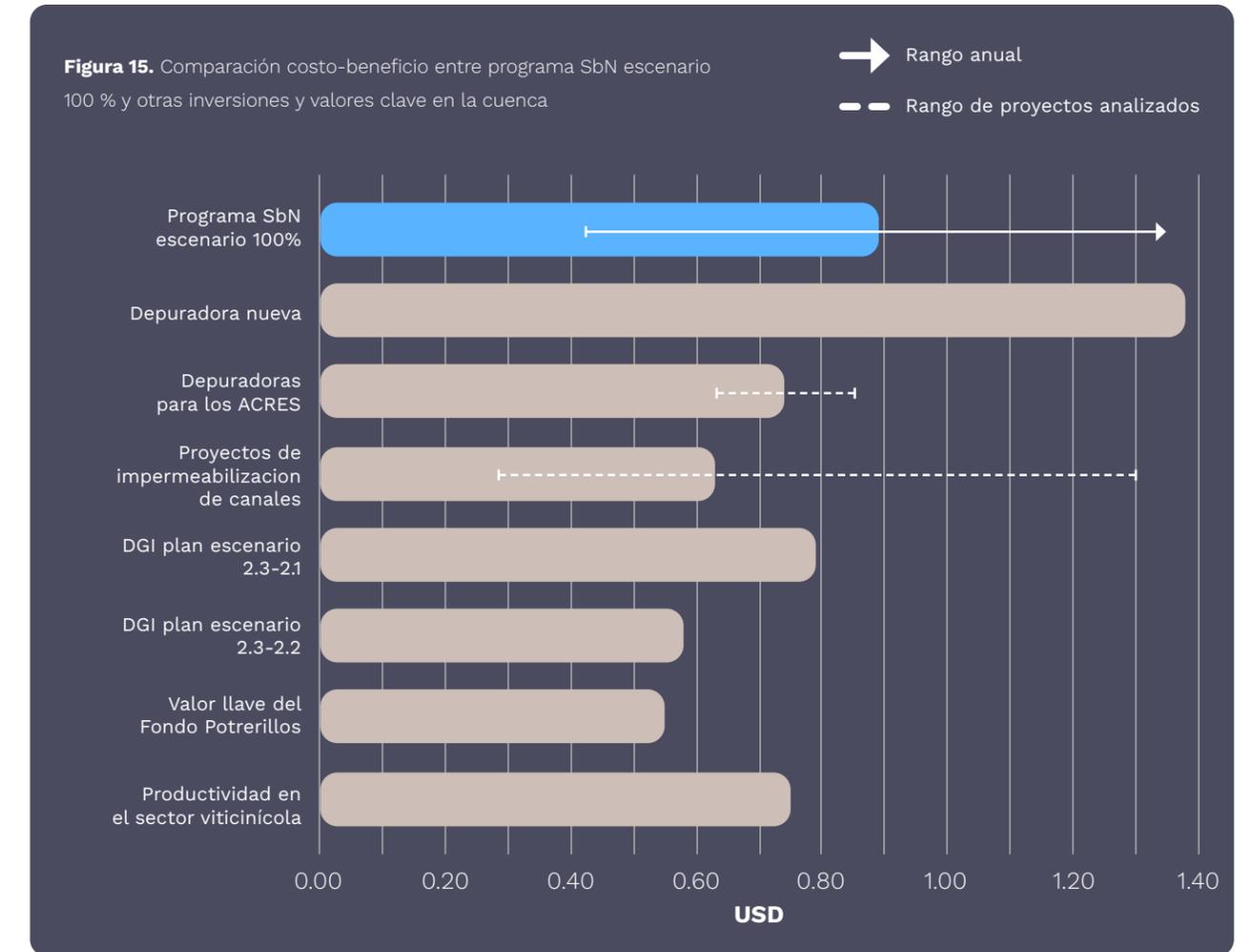
Contexto económico de Argentina

El análisis se enmarca en un contexto macroeconómico argentino complejo, marcado por una elevada volatilidad, recurrentes presiones inflacionarias y un proceso de consolidación fiscal. Estos factores imponen restricciones sobre las finanzas públicas y privadas, afectando la planificación y financiación de inversiones a largo plazo. No obstante, este escenario también genera una oportunidad estratégica para el FARM.

En un entorno de racionalización del gasto y búsqueda de eficiencia, los proyectos que demuestran una sólida fundamentación técnica, una atractiva relación costo-beneficio y un claro potencial de escalabilidad, como los presentados en este informe, adquieren un valor diferencial. Estos atributos se vuelven críticos para atraer y justificar la inversión, tanto pública como privada, y facilitan el apalancamiento de fondos de diversas fuentes.

Resultados

Figura 15. Comparación costo-beneficio entre programa SbN escenario 100 % y otras inversiones y valores clave en la cuenca



El costo estimado de la protección y restauración de los humedales en las tres subcuencas priorizadas es de aproximadamente USD 13 M en términos de valor presente neto (VPN) (USD 33 M en términos reales). La implementación de esta medida tendría como beneficio hídrico **el aumento anual de flujo superficial con un volumen anual de hasta el 8 % de la capacidad total del embalse Potrerillos, a un costo por metro cúbico similar a la de varias otras inversiones históricas y planificadas en la cuenca.**

Siempre que se respeten las necesidades de los humedales en términos de su protección y mantenimiento, los beneficios anuales se mantendrán en el futuro.

Ahora, es importante resaltar que, aunque cada proyecto de restauración y protección de humedales es único, una de las ventajas de un programa de SbN a escala cuenca es que pueden implementarse mejores prácticas que resultan en mejoras tanto en la costo-eficiencia como en el impacto total del programa.

Estructura del análisis económico

El análisis económico puede ser visto como una serie de pasos consecutivos. La figura 14 representa este flujo, que parte de la recopilación de insumos clave, continúa con el procesamiento y cálculo, y finaliza con la generación de salidas:

- A Datos estratégicos y biofísicos:** Se utilizaron los resultados del análisis científico (como los volúmenes de agua generados) y las decisiones estratégicas del FARM sobre el tamaño, el cronograma y la estructura de los programas de SbN.
- B Datos externos:** Se recopilaron datos de múltiples fuentes, incluyendo: costos de proyectos de

SbN ya ejecutados en la cuenca, información macroeconómica (inflación, tipo de cambio) y datos sobre la infraestructura hídrica y el valor del agua en la región. Con los insumos recolectados, el proceso de cálculo se centró en estandarizar y examinar la información para construir escenarios realistas y realizar un análisis comparativo.

- C Creación de una “plantilla de proyecto”:** Se maximizó la interoperabilidad de la información, partiendo del año 2025 como base del modelo. En particular, se desarrolló un modelo de proyecto estandarizado para homogeneizar los datos y poder analizar cómo varían los costos según factores geográficos clave, como la pendiente del terreno o la den-

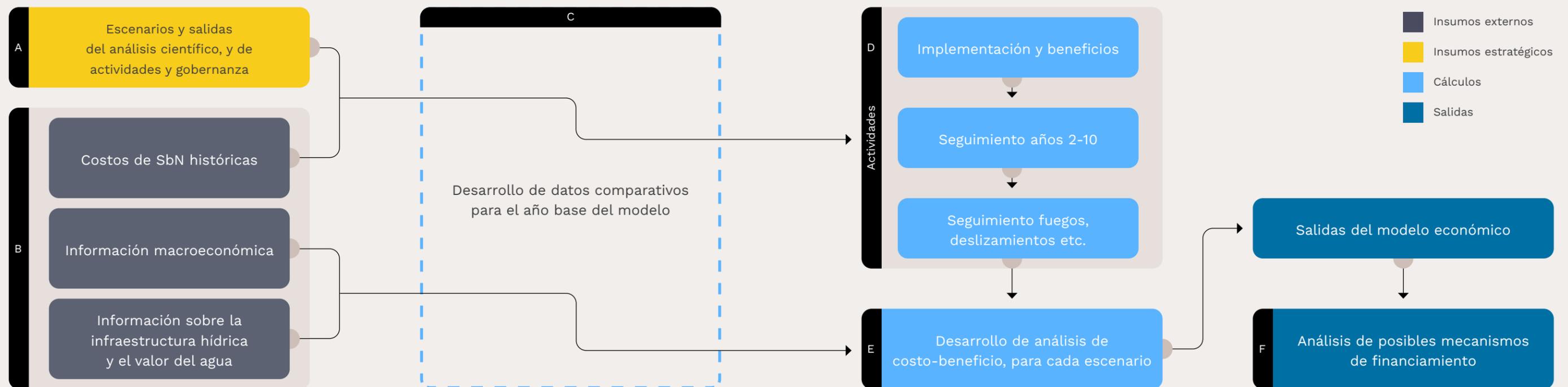
sidad de la invasión de especies exóticas (continuar este ejercicio de recopilación y estructuración de datos debe ser un enfoque clave para en FARM en los próximos años).

- D Análisis a escala de cuenca:** Cada uno de los más de 10.000 polígonos de humedales identificados fue analizado individualmente para estimar los costos de las actividades de restauración y protección. Esto permitió agregar los datos para crear escenarios de implementación y perfiles de costos a nivel de toda la cuenca.
- E Análisis de costo-beneficio comparativo:** Se evaluó el costo-beneficio del programa de SbN, medido en dólares por metro cúbico

de agua anual (USD/m³). Este indicador permite comparar la competitividad de la inversión en naturaleza frente a otras actividades y dinámicas en la cuenca también cuantificables en términos de USD/m³ de flujo anual.

- F Base para el plan de financiación:** Finalmente, los resultados detallados del modelo (desglose de costos, cronograma de actividades y beneficios cuantificados) constituyen el fundamento sobre el cual se construye el análisis de posibles fuentes y mecanismos de financiación para el FARM, que se detalla más adelante.

Figura 14. Estructura del análisis económico



Resumen de la metodología del análisis económico

Definir actividades

Cada proyecto particular de SbN debe ser diseñado y desarrollado en función de su contexto y ubicación particular en la cuenca, y el FARM deberá tener esto en cuenta en sus futuras actividades. Sin embargo, para poder desarrollar un análisis a escala cuenca, es clave partir de aproximaciones.

El análisis biofísico se basó en más de 10.000 “polígonos” de humedales identificados, aunque es preciso mencionar que en la realidad estos ecosistemas no son temporalmente fijos y fácilmente delimitables. En todo caso, se definieron los objetivos de los proyectos SbN en humedales como:

- 1. Remoción de especies invasoras, restauración y protección:** Zonas de plantas invasoras dentro de humedales identificados.
- 2. Únicamente remoción:** Zonas identificadas de plantas invasoras dentro de —y hasta— 10 m de distancia del borde de un humedal identificado. Expertos locales avisaron que se deben remover a las invasoras en un radio de 10 m para asegurar la futura salud del humedal y reducir el riesgo de una invasión futura. También se analizaron radios de 5 m, 15 m y 20 m.
- 3. Restauración y protección:** Todos los humedales con una invasión identificada fueron considerados re-

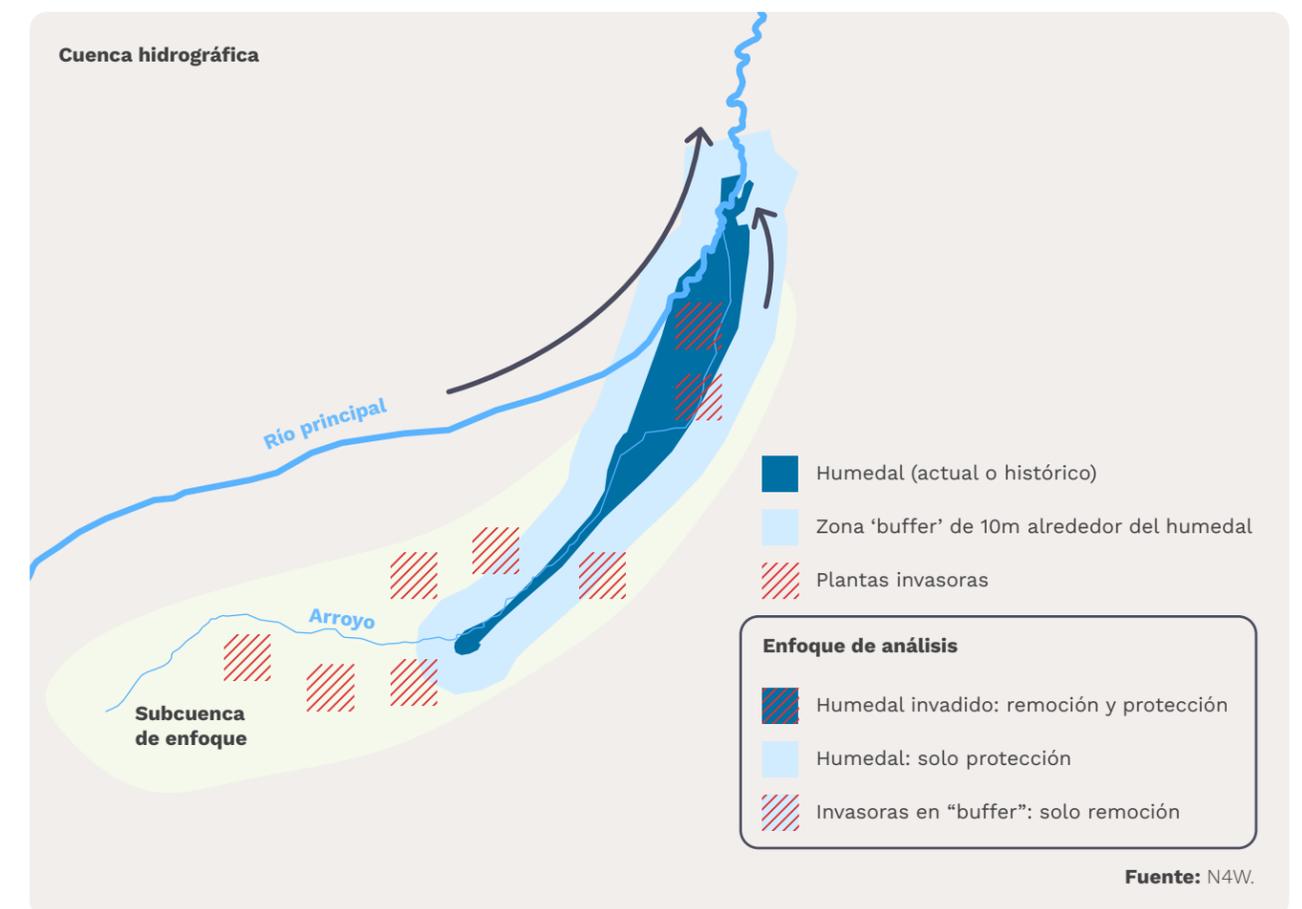
levantes para una restauración activa sobre su área total. Se consideró necesaria la restauración activa (no pasiva) para frenar la recolonización de EEI tras su remoción, de acuerdo con las experiencias de campo de expertos locales.

- 4. Protección:** Todos los humedales se consideraron relevantes para la protección, independientemente de si han sido invadidos o no. Dada la falta de un mapeo detallado de las EEI o de los otros riesgos para los humedales en la mayor parte de la cuenca, la mayoría de estos ecosistemas identificados quedaron en este grupo.

También se incluyeron los humedales ubicados dentro de las áreas actualmente protegidas dado que, históricamente, el FARM y sus socios han desarrollado proyectos en estas zonas⁷.

⁷ La combinación de estos ítems (1-4) significa que, por ejemplo, en el caso de un humedal de 1,0 ha con 0,4 ha de invasoras dentro y otra 0,1 ha cerca del humedal (menos de 10 m distancia) serían relevantes: (a) una actividad de control de especies invasoras de 0,5 ha, (b) una actividad de restauración de 1,0 ha (la totalidad del área del humedal en cuestión), y (c) una actividad de protección de 1,0 ha. Enseguida se incluye un infográfico para visualizar a esta definición de actividades

Figura 16. Actividades en humedales en la cuenca para análisis N4W



El control de las especies invasoras con maquinaria pesada (excavadoras) solo se contempló para terrenos con una pendiente de menos de 5°, una distancia a vías vehiculares menor a 1 km, y fuera de humedales actuales y áreas protegidas. Sin embargo, no se identificó ni un solo ejemplo de una zona con todas estas características, y por lo tanto todas las áreas del río Mendoza fueron consideradas para la remoción manual. Es probable que un futuro programa SbN enfocado en las especies invasoras pero no tanto en los humedales identifique más oportunidades para utilizar la maquinaria pesada.

Perfiles de costos por proyecto

Cada proyecto de restauración de humedales se inicia con una alta inversión en el primer año, incorporando tanto la remoción de las EEI como una restauración activa. Posteriormente, es necesario realizar actividades de mantenimiento durante al menos dos años; por ejemplo, del rebrote de las EEI y para reemplazar las plantas de la restauración activa que no hayan sobrevivido.

Aunado a lo anterior, se realiza un monitoreo más ligero durante varios años

para verificar la salud del humedal y hacer trabajos pequeños. Adicionalmente, existe la posibilidad de que eventos como deslizamientos, fuegos o pastoreo dentro de las áreas requieran intervenciones adicionales. Este perfil de costos se asemeja al de un proyecto de infraestructura tradicional.

La remoción manual de plantas invasoras se realiza con equipos de entre 4-12 personas que trabajan con podas y otras herramientas pequeñas⁸. Por lo general, se necesita una chipeadora pequeña para procesar el material cortado y vehículos para trasladar al personal. En otras partes de la región, también se han realizado pilotos utilizando tratamiento químico, cuerdas, capas plásticas, y otras opciones.

8. En algunos casos se han utilizado motosierras, pero en otros se ha inhabilitado esta opción dadas la densidad de la invasión y las espinas gruesas y fuertes de la rosa mosqueta.

► Imagen gentileza del Fondo de Agua del Río Mendoza



En este contexto la protección se define como una mezcla de posibles actividades en función de las necesidades del humedal en cuestión; por ejemplo, la instalación de barreras de madera para apoyar un mejor manejo del ganado y/o los caballos de carga. En ciertos casos también puede involucrar alguna restauración activa, como la siembra de plantas autóctonas en zonas degradadas.

La gran mayoría de estos costos se relacionan con el personal (salarios, transporte, etc.). También existen gastos importantes en plantas (para la restauración activa) y de material (chipeadoras, podones, equipo de protección personal, etc.). **Todos estos egresos podrían verse reducidos mediante el desarrollo y despliegue de un programa de SbN a escala cuenca debido a las mejoras que estas iniciativas representan en la eficiencia y el conocimiento operativo, la generación de una cadena de suministro estructurada, y las contribuciones de financiación en especie por parte de otros actores en la cuenca.**

Variabilidad de costos por proyecto

Se analizaron tres características físicas claves para asignar a cada posible actividad una variación frente al costo "típico" de ejercicios anteriores:

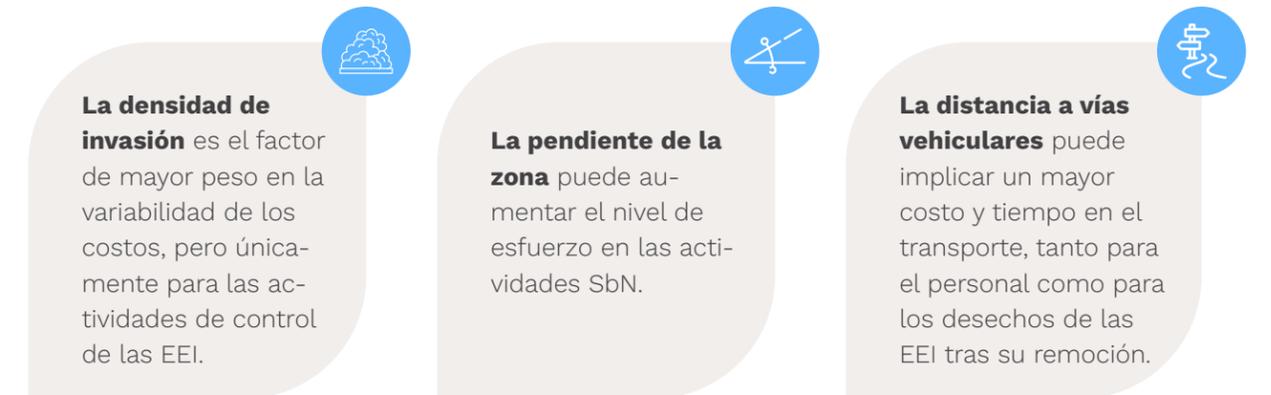


Figura 17. Aspectos clave en la variabilidad de costos entre humedales



Este análisis identificó que, para la gran mayoría de los humedales donde hubo suficiente información para realizar una comparación completa (principalmente, los del río Blanco) los costos son muy reducidos en contraste con las actividades históricamente realizadas por el FARM y sus socios. Este hallazgo se asocia al hecho de que estos ecosistemas en dicha zona aún no están tan invadidos como los de otras partes de la cuenca. De tal forma **se reconoce la importancia de iniciar el programa de SbN en el corto plazo, antes de que las especies invasoras se expandan aún más en estas áreas prioritarias.** Más información al respecto se encuentra en el anexo 2.

Perfil de proyectos en el tiempo (escenarios de implementación)

Si bien los análisis científico y económico se realizaron a nivel cuenca, su objetivo principal fue cuantificar algunos posibles programas de inversión por parte del FARM y sus socios. En este sentido, dado el enfoque en el largo plazo y a escala cuenca de este FdA, se realizó un análisis de costo-beneficio basado en el escenario 100 %, incorporando la restauración y protección de todos los humedales identificados en tres zonas de interés clave: la cuenca alta del río Mendoza, la subcuenca del río Blanco, y la subcuenca de la RNV.

De tal suerte, se modeló una curva de implementación basada en la trayectoria de casos exitosos de FdA en otras partes del mundo, en donde el programa de SbN inicia con una fase piloto de 3 años (125 ha restauradas/protegidas por año), seguida por un periodo de 7 años de implementación creciente

(300 ha hasta 1.200 ha por año), y que concluye con una fase de mantenimiento y monitoreo de los 6.300 ha de humedales protegidos en sus primeros 10 años. Esta estructura puede verse más adelante, en las proyecciones de los costos y beneficios.

Para facilitar la fase inicial y los pasos hacia la financiación, también se priorizaron algunas zonas para proyectos iniciales en las tres áreas mencionadas arriba. Estas fueron identificadas en línea con su potencial beneficio hidrológico y, en el caso del río Blanco, aguas arriba de los sitios ya identificados para la instalación de tecnología de monitoreo y medición por parte de socios del FARM. Para más información, puede consultar el anexo 7.

También se cuantificaron las necesidades económicas del FARM en términos de personal con el fin de evitar que la financiación sea insuficiente para los equipos de gestión, lo que resultaría en una mezcla no escalable de proyectos desconectados y aleatorios. Así pues, con base en las recomendaciones detalladas en el capítulo 6, se definió un equipo “base” del FARM para gestionar el programa, así como otros grupos especializados en la ejecución de proyectos y en su mantenimiento y monitoreo.

Análisis comparativo

Las SbN del FARM se analizaron frente al valor del agua implícito, en dólares por metro cúbico de agua, de la infraestructura hídrica de la cuenca y de otras dinámicas locales. La tabla 2 detalla los análisis realizados con una breve descripción.

Tabla 2. Resumen del análisis comparativo entre las SbN del FARM y otros ítems clave en la cuenca.

Ítem	Descripción	Consideración estratégica
Impermeabilización de canales	Un promedio del costo-beneficio de tres proyectos de impermeabilización de canales del DGI para 2024.	Agua perdida en los canales es recarga; en otras palabras, no se pierde a nivel cuenca.
Depuración de agua, plantas actuales	El costo de operar y mantener las actuales plantas depuradoras.	Las depuradoras tienen usos restringidos y una ubicación geográfica fija en la cuenca baja.
Depuración de agua, ciclo de vida completo	El costo de construir, operar y mantener una hipotética depuradora nueva.	
Valor llave del Fondo Potrerillos	El valor referencial del costo de ofrecer el recurso hídrico a través de mejoras en la red de irrigación.	Si las SbN generan agua a un costo menor, son una inversión eficiente.
Costo de mejorar eficiencia de riego a nivel cuenca	El costo de los dos escenarios principales de las mejoras en la red del DGI, en línea con su recientemente publicado Plan Hídrico 2050.	El sector vitivinícola es grande y heterogéneo, y sus mejoras de eficiencia pueden no reducir el consumo hídrico en términos netos a nivel cuenca.
Valor de la producción vitivinícola	El valor de la producción perdida con una reducción de la disponibilidad hídrica.	

Fuente: N4W

Asimismo, se incorporaron los diferentes perfiles temporales de los costos de cada opción, aplicando la misma tasa de descuento económico para todas. Cabe mencionar que el programa SbN tiene costos muy reducidos en el largo plazo, cuando el déficit hídrico probablemente será mayor. Es importante resaltar que se utilizaron algunas aproximaciones y supuestos (ver anexo 2), reconociendo que hay limitaciones en el ejercicio.

Resultados

El resultado central del análisis económico es que el programa de SbN propuesto para **el FARM no solo es una inversión viable, sino que es altamente competitiva frente a las alternativas de infraestructura hídrica tradicionales**. Como se observa en la figura 15 (en el resumen de este capítulo), el costo por metro cúbico de agua superficial adicional generado por la protección y restauración de humedales se encuentra en un rango similar —y en muchos casos inferior— al de proyectos de impermeabilización de canales, nuevas plantas depuradoras, o las mejoras proyectadas en la red de riego. Y, por supuesto, las actividades de protección y restauración de humedales ofrecen una amplia gama de beneficios más allá del aumento de flujo superficial.

Escenario 100 %: necesidad económica

El escenario 100 % se definió como la protección y restauración de todos los humedales identificados en tres zonas prioritarias:

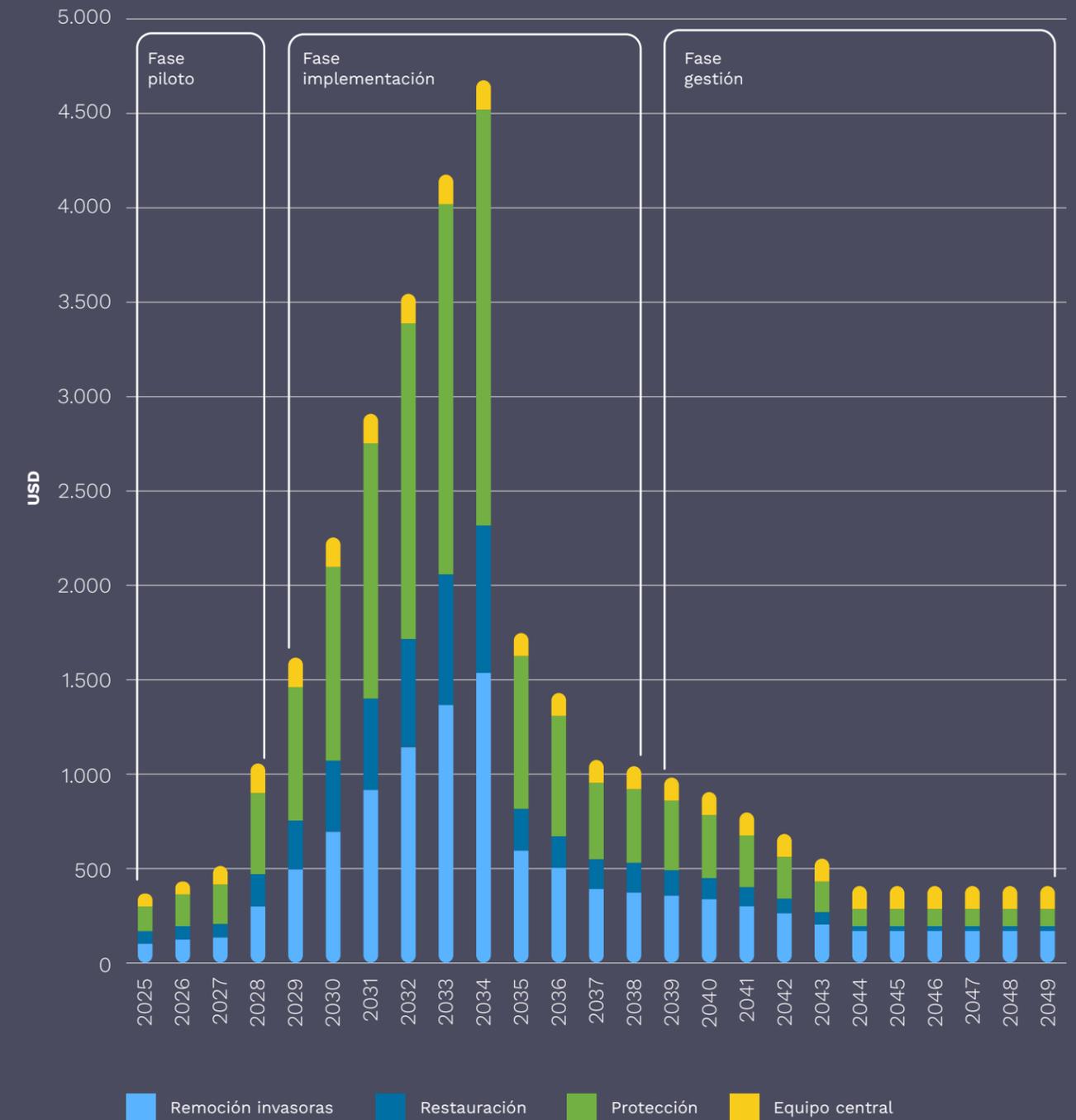
- 1. Cuenca alta del río Mendoza** (principalmente, municipios Las Heras y Luján de Cuyo), por donde fluye la mayoría del agua de la cuenca.
- 2. Subcuenca del río Blanco** (Luján de Cuyo), una de las zonas más estudiadas de la cuenca, con un mapeo detallado de las especies invasoras, y tecnologías de monitoreo.
- 3. Subcuenca RNV**, un socio clave del FARM con gran experiencia en remoción de invasoras y restauración de humedales.

En este orden de ideas, el costo del programa SbN en el escenario 100 % se estima en USD 13 M en VPN (USD 33 M en términos reales). De este monto, aproximadamente 44 % se destina a actividades de protección de humedales, y 48 % a labores de remoción de especies invasoras y la restauración activa posterior. Estos valores están en línea con los programas de SbN en cuencas realizados por otros FdA exitosos como CuencaVerde en Medellín, FONAG en Quito, Ciudad del Cabo, Rio Grande y Sebago Clean Waters en EE. UU., y otros.

En cuanto a los tipos de actividad, unos USD 10 M en términos de VPN se destinarían a la implementación —los años 1-3 de *cada proyecto* SbN—, principalmente entre los años 2028-2034 tras la fase “piloto”. La mayoría del monto restante sería para las actividades de mantenimiento en el largo plazo, tanto aquellas planificadas como las de mantenimiento adicional tras eventos inesperados como deslizamientos o fuegos, o debido al mal pastoreo dentro de las áreas protegidas.

Figura 18. Gasto por tipo de proyecto en el escenario 100 % (USD en términos reales)

	US\$ miles	US\$ miles VPN	% VPN
Remoción invasoras	11.123	4.179	32%
Restauración	4.778	2.022	16%
Protección	14.031	5.745	44%
Equipo central	2.919	1.002	8%



Escenario 100 %: costo-beneficio

Según el análisis hidrológico, la diferencia entre **el escenario 100 % y el BaU representa un beneficio anual esperado entre 4-29 hm³ por año, según la variación climática anual.** Estos aportes crecen en los primeros diez años según el perfil temporal de la implementación de las SbN.

En el año de mayor beneficio, este alcanza el 8 % de la capacidad total del embalse Potrerillos. Además, en aproximadamente la mitad de los años tras la fase de implementación, el beneficio alcanza o supera el 5 % de la capacidad total del embalse, una cantidad importante.

En términos de costo-eficiencia y a la luz de los valores del flujo adicional superficial (dólares invertidos por metro cúbico al año de flujo), se observa que el programa de restauración y protección de humedales es competitivo frente a otras inversiones históricas y planificadas en la cuenca para las depuradoras,

las mejoras en la red de irrigación y la impermeabilización de canales, entre otras. De hecho, los flujos adicionales equivalen a más de 25 % del beneficio volumétrico de los grandes proyectos de impermeabilización de canales.

Es importante notar que, aunque los costos del programa se concentran en los años 4-10, sus beneficios hidrológicos se aceleran en los principios de la

próxima década y, siempre que las necesidades de mantenimiento se respeten, continuarán fluyendo anualmente desde entonces. El beneficio en el largo plazo de estas actividades es clave, dadas las proyecciones climáticas para la cuenca, en las que los déficits hídricos continuarán agravándose.

público local como cuando se plantan nuevos cobros o tasas para financiar al FARM, u otros mecanismos financieros estructurados dentro de Argentina.

Es esperable que el FARM, como muchos otros programas de SbN exitosos, tenga que perseguir múltiples fuentes de financiación concurrentemente para maximizar las cantidades y minimizar los riesgos. A su vez, es importante priorizar las actividades de mayor rendimiento, probabilidad de éxito e interés por parte de los socios, para que el FARM pueda implementar SbN de manera sostenible y gradual, enfocándose en zonas prioritarias. Otro punto clave es que haya un carácter mixto público-privado en la financiación (incluso en especie) y gestión de los proyectos, representado tanto en la combinación de todos los socios del fondo como en sus acuerdos con otras entidades y comunidades, para que el foco principal siga siendo atender las necesidades de la cuenca en el largo plazo.

Financiamiento

La figura legal del FARM y su carácter mixto de participación pública y privada le otorgan varios beneficios. Por ejemplo, puede acceder a diversas vías de recaudación de fondos, lo que maximiza su probabilidad de obtenerlos para llevar a cabo su plan, y brinda a sus financiadores una importante oportunidad de apalancamiento. Además, su clara orientación hacia las SbN da confianza de que los recursos destinados al FARM acabarán utilizándose para estos fines, algo que puede ser clave tanto para inversores internacionales y del sector

Figura 19. Beneficios realizados en escenario 100 % (hm³ anuales)



Tabla 3. Opciones de financiamiento (ver anexo 2 para opciones exploradas de prioridad baja y opciones descartadas)

	Corto plazo	Medio y largo plazo
Prioridad alta	<ul style="list-style-type: none"> a. Financiación, incluyendo <i>replenishment</i>, de entidades privadas. b. Financiación por parte de los socios públicos a partir de sus actuales presupuestos de inversión en proyectos. c. Financiación en especie. 	<ul style="list-style-type: none"> d. La emisión de un bono verde o un bono por resultados por parte de socios actuales (quizás para autofinanciarse tras haber invertido en el FARM). e. Mecanismos tarifarios con flujos destinados al FARM.
Prioridad media	<ul style="list-style-type: none"> f. Financiación de los socios actuales para cubrir los costos operativos del FARM. g. Fondos de socios actuales y otros; por ejemplo, municipios, dedicados a proyectos específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> h. Financiación internacional. i. Mecanismos de uso o desarrollo territorial.

En la tabla 3 se presentan unas opciones para la futura financiación del FARM y sus actividades enfocadas en las EEI y los humedales⁹, en diferentes plazos de tiempo y niveles de prioridad.

Descripciones

A continuación, se presenta más detalle sobre las opciones de prioridades alta y media, según la tabla 3. Se encuentra más información en el anexo 2.

a. Financiación privada, incluyendo replenishment: Varias compañías privadas, en los sectores de bebidas, tecnología y otros, invierten en programas como el FARM, a veces motivadas por sus metas de *replenishment*¹⁰. El FARM, con su plan de inversión en proyectos identificados con beneficios cuantificados en cantidad hídrica, y con una red de empresas importantes con un interés en su cuenca, tiene un alto potencial con esta opción.

⁹ Es clave notar que este análisis se enfoca principalmente en las actividades de control de especies invasoras. Las mejores prácticas agrícolas también son importantes a nivel cuenca, pero existen diferentes vías para que los fondos puedan fluir hacia ellas, lo cual es una consideración clave para las estrategias de financiación. Para las actividades de control de especies, se sugiere que, en general, el FARM recaude recursos por su cuenta y directamente subcontrate la implementación. Las opciones disponibles para financiar a las prácticas agrícolas se han discutido en el capítulo relevante.

¹⁰ En estas metas de reposición hídrica, las empresas intentan reponer cierto porcentaje (a veces mayor al 100 %) del agua que usan a través de una gama de actividades, incluidas las SbN.

b. Socios actuales (presupuestos de proyectos): El DGI, el MEyA y la administración de parques ya cuentan con presupuestos para invertir en la cuenca (por ejemplo, el DGI en los canales y el control de la contaminación, y el Ministerio en la gestión de áreas protegidas). Las SbN del FARM pueden ofrecer a estos actores los beneficios que buscan, potencialmente a menor costo y con mayores cobeneficios. Aunque es posible que realizar grandes ajustes en los presupuestos públicos resulte difícil en el corto plazo, estos socios tienen el potencial de ser de gran importancia en el largo plazo para el monitoreo y mantenimiento de las áreas restauradas.

c. Financiación en especie: Numerosas entidades comparten objetivos similares con el FARM en la cuenca. Aunque algunas de ellas puedan no aportar fondos directamente al fondo, la colaboración y la coordinación de actividades son capaces de optimizar recursos y maximizar el impacto conjunto. Es posible formalizar estas sinergias mediante acuerdos bilaterales, o integrándolas en la gobernanza del fondo. Esta opción puede ser particularmente atractiva en el corto plazo, dadas las actuales dificultades en la financiación pública.

d. Bonos verdes¹¹: Tanto el Gobierno provincial como varios municipios

¹¹ Los bonos son instrumentos mediante los cuales las organizaciones se endeudan para adquirir una gran cantidad de fondos en el corto plazo, con el fin de invertir en proyectos. Los bonos verdes o sociales son simplemente bonos con fines verdes o sociales que han sido verificados por una tercera parte.

de Mendoza han colocado bonos verdes o sociales, y también es posible que entidades privadas hagan lo mismo. Según expertos locales, un bono verde con un valor suficiente para implementar el escenario 100 % del FARM articulado en este análisis podría estructurarse y lanzarse en el mercado de capitales nacional en cuestión de pocos meses, siempre que uno o más de los socios del FARM estén dispuestos a asumir la responsabilidad de la deuda.

Otra opción sería el desarrollo de un “bono por resultados”, similar al bono rinoceronte del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por su sigla en inglés) en Sudáfrica, en el que inversores privados asumen el riesgo de que las SbN no tengan éxito, facilitando así una mayor inversión por parte del sector público. Esto sería novedoso para el contexto mendocino, con un mayor cargo de trabajo y verificación, pero también un menor gasto fiscal para el sector público.

e. Tarifas: Varios FdA a nivel mundial buscan formalizar sus fuentes de financiamiento mediante tarifas hídricas o ambientales delimitadas, como por ejemplo un aumento del 1 % cuyo importe se transfiere al FdA. Sin embargo, el proceso de implementación de tal mecanismo puede ser largo y complejo, sobre todo en contextos económicos difíciles. En el caso del FARM, el DGI (tarifa hídrica) y el Ministerio de Energía y Ambiente (MEyA – tarifa parques) parecen ser las vías más favorables.

f. Socios actuales (costos operativos del FARM): Algunos de los socios actuales del FARM ya aportan fondos

para cubrir sus costos operativos. Esta opción refleja una continuación de esta valiosa actividad. Por ejemplo, Cervecería y Maltería Quilmes ha sido un financiador importante del FARM a través de TNC, y se espera poder continuar contando con su apoyo.

g. Socios actuales (proyectos o áreas específicos): Esta opción es similar al ítem b, pero con un mayor nivel de restricción geográfica y temporal sobre el uso de los fondos.

h. Financiación internacional: Financiadores internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ofrecen deuda y subvenciones para varios proyectos, incluidas las SbN. A menudo existen reglas sobre qué organizaciones pueden acceder a este tipo de financiación internacional, pero varios socios del FARM, como el DGI o el Gobierno provincial, ya han recibido fondos de organismos internacionales como el mismo BID, la FAO y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por su sigla en inglés).

i. Mecanismos de uso o desarrollo territorial: Las actividades del FARM contribuyen a los objetivos del plan ambiental de la provincia, así como a los de los planes de ordenamiento territorial y de cambio climático de los municipios. Existen diversos mecanismos económicos en la gestión ambiental y territorial, tanto a nivel municipal como por parte del MEyA y el Ministerio de Gobierno, Infraestructura y Desarrollo Territorial (MGlyDT), las cuales podrían ser relevantes fuentes de inversión para el Fondo; por ejemplo: multas ambientales, compensaciones ambientales e impuestos.

Programa de buenas prácticas agrícolas



Objetivo y metodología

El objetivo de esta sección es proveer al FARM información sobre los principales desafíos y oportunidades en el sector vitivinícola de Mendoza para reducir el consumo de agua en la producción de vid mediante la implementación de BPA. Además, se recomiendan las áreas en las que se puede agregar valor al sector para la seguridad hídrica de la cuenca (para más información, ver anexo 3).

Para identificar qué soluciones de gestión del suelo y del agua podrían ofrecer resultados mayores en cuanto a la reducción del uso del agua en los sistemas vitivinícolas de Mendoza, se recabó información de expertos locales y de la bibliografía disponible. La investigación constó de tres fases:

- 1. Revisión de estudios sobre sistemas vitivinícolas,** analizando las prácticas de gestión del agua y del suelo y los resultados hídricos, agronómicos y económicos. Se examinaron 145 documentos en inglés y español, y se extrajeron consideraciones hídricas, agronómicas y económicas, relacionadas con cada práctica. En el caso de investigaciones realizadas en Mendoza, se registraron las características de las explotaciones que podrían influir en los resultados de una práctica concreta, así como los parámetros de aplicación.
- 2. Entrevistas a actores locales,** que permitieron recabar información más localizada y relevante para el estudio, corroborando las conclusiones y recomendaciones planteadas sobre las áreas en las que el FARM puede agregar valor en el sector.



► Foto de Pablo Aharonian

- 3. Diseño de una encuesta implementada por el INTA,** la cual buscó actualizar la base de datos sobre los productores vitivinícolas de la cuenca del río Mendoza, recolectar datos y determinar vacíos directamente del campo con respecto a la adopción de tecnologías y prácticas sustentables.

atributo depende principalmente de la textura del suelo y su contenido de materia orgánica.

En Mendoza, los suelos suelen ser franco a franco arcillosos, con alta presencia de gravas, baja materia orgánica y buena permeabilidad, lo que limita su capacidad de almacenar agua. La región enfrenta además una grave degradación del suelo, causada por el cambio de uso del suelo, prácticas agrícolas convencionales, erosión eólica e hídrica, y salinización por riego excesivo y mal drenaje. Más del 25 % de las tierras desertificadas del país están en la región de Cuyo, y toda la cuenca del río Mendoza presenta algún grado de degradación (ver anexo 6). **Para mejorar la retención de agua, se recomienda adoptar prácticas regenerativas; entre ellas:**

Principales hallazgos y recomendaciones

Especialmente en climas secos como el mendocino, la capacidad de retención de agua del suelo es clave para reducir la necesidad de riego. Este

1

Regeneración del suelo y uso de *mulching* y cultivos de cobertura en viñedos

El *mulching* (acolchado), que consiste en cubrir el suelo con materiales orgánicos o inorgánicos, trae asociados los siguientes beneficios:

- Reduce la evaporación del agua del suelo.
- Mejora la estructura y la fertilidad del suelo.
- Favorece raíces más profundas y resistentes a la sequía.
- Disminuye la necesidad de herbicidas al controlar malezas.
- Aumenta la biodiversidad y la salud del ecosistema del viñedo.

2

El uso de cultivos de cobertura

(también llamados cultivos de servicio) en viñedos es una estrategia para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, sin fines de cosecha, y con múltiples beneficios ecosistémicos. **En el contexto vitícola, estos cultivos:**

- Aumentan la materia orgánica del suelo.
- Mejoran la calidad de las uvas y reducen el polvo en los racimos.
- Regulan la temperatura del suelo, actuando como aislantes térmicos.
- Reducen la evaporación y mejoran la infiltración del agua.
- Fomentan raíces más profundas, lo que mejora el acceso al agua.

En zonas áridas como Mendoza, se recomienda el uso de cultivos no perennes en invierno, que pueden sembrarse fuera de la temporada más calurosa para evitar competencia por el agua. También se estudia el uso de gramíneas y leguminosas perennes, que ayudan a reducir la temperatura del suelo y a conservar la humedad durante todo el año. Sin embargo, es importante tener en cuenta que también existen riesgos a la hora de implementar cultivos de cobertura, los cuales deben ser considerados adecuadamente.

3

Gestión del riego para mitigar el impacto en los recursos hídricos

La gestión del riego en viñedos implica tres etapas: **conducción, distribución, y aplicación del agua.** En cada una de estas fases pueden producirse pérdidas significativas debido a fallas en la infraestructura, evaporación o aplicación excesiva, lo que reduce la eficien-

cia del uso del agua y puede causar degradación y salinización del suelo.

En la cuenca del río Mendoza, la eficiencia de conducción es relativamente alta (80 %), pero la eficiencia de aplicación en finca es baja (alrededor del 51,2 %), lo que lleva a una eficiencia global del sistema de riego de solo 41 %. Esto se debe principalmente a un manejo inadecuado de los sistemas de riego, sobre todo en métodos tradicionales como el riego por inundación. Según el DGI (2021), las **eficiencias de aplicación** varían según el sistema:

- Riego por surcos: 40-70 %.
- Riego por melgas: 45-70 %.
- Aspersión con pivote: 65-85 %.
- Goteo: hasta 95 %.

En Mendoza, la adopción de **sistemas de riego de precisión** (como goteo y microaspersión) ha sido lenta, con solo un 14 % de incremento entre 2002 y 2018. Estos sistemas aplican el agua de forma directa en la base de la planta, reduciendo pérdidas por evaporación, y son especialmente útiles en climas áridos.

Estudios muestran que el **riego por goteo** puede reducir el uso de agua en un 55 % respecto al riego tradicional, bajando de 656 L/kg de uva cosechada a 329 L/kg. Sin embargo, existe la **paradoja de la eficiencia del riego:** al aumentar la eficiencia, puede incrementarse la superficie cultivada, y por ende el consumo total de agua, si no se aplican políticas de control.

Además, se destaca el uso del **riego deficitario**, que consiste en aplicar

menos agua de la necesaria para el crecimiento óptimo. Esta técnica puede mejorar la calidad de la uva y reducir el consumo hídrico, especialmente en variedades como Malbec. También se menciona el **riego por goteo subsuperficial**, que ofrece beneficios similares, pero con mayores costos.

4

Medición de la eficiencia en el uso del agua y el estado hídrico de la vid

La **programación del riego** es clave para optimizar el uso del agua en viñedos ya que permite ajustar el momento y volumen de riego a las necesidades reales del cultivo, evitando el estrés hídrico y mejorando el rendimiento. Estudios muestran que una programación informada puede reducir el consumo de agua hasta en un 20 %. Existen cuatro enfoques principales para programar el riego:

1. Basado en **evapotranspiración y balance hídrico del suelo.**
2. Medición directa del **contenido de humedad del suelo.**
3. Evaluación del **estado hídrico de las plantas.**
4. Uso de **modelos de simulación.**

Principales barreras para implementar BPA

La implementación de BPA en los viñedos de la cuenca enfrenta importantes obstáculos, a pesar de su potencial para mejorar la eficiencia en el uso del agua:

- La principal barrera es la **falta de capital y acceso al financiamiento**. Muchos productores, especialmente los pequeños (con menos de 10 ha), no pueden afrontar los costos iniciales de tecnologías como el riego por goteo. Aunque existen líneas de crédito, su acceso es limitado debido a requisitos exigentes, falta de garantías y desconocimiento.
- Otra dificultad significativa es el **escaso acceso a información técnica clara y confiable**. Si bien instituciones como INTA y la Universidad Nacional de Cuyo investigan activamente sobre BPA, los productores muchas veces no reciben esta información de forma accesible o comprensible. Además, persisten
- El **contexto del mercado vitivinícola argentino** atraviesa una situación compleja, marcado por una caída sostenida en la demanda de vino, lo que ha generado una disminución en los precios de la uva y una reducción en la superficie cultivada. Esta tendencia se refleja en una menor producción de uvas y vino en la última década, afectada también por factores climáticos, plagas y escasez de agua. Además, la prioridad del uso doméstico del agua en un contexto de déficit hídrico agrava aún más las limitaciones para el sector agrícola. También cabe señalar que la rentabilidad de las bodegas es altamente variable, lo que restringe su capacidad para invertir en las BPA.

conceptos erróneos, como el temor a que el riego por goteo reduzca la productividad. A esto se suma una brecha de conocimiento científico local en comparación con otras regiones vitivinícolas del mundo, lo que limita la evidencia disponible sobre los beneficios concretos de estas prácticas en el contexto argentino.

► Foto de Pablo Aharonian



Áreas de enfoque para el FARM

Entendiendo las principales barreras para adoptar BPA, el FARM tiene una oportunidad crítica para catalizar la transición a un sistema productivo que reduzca la cantidad de agua utilizada en la producción de vid (y otros cultivos). Con este fin, se recomiendan las siguientes áreas de trabajo:

Recomendación #1: Facilitar el acceso del productor a información agronómica (corto plazo)

Rol del FARM: coordinar con actores relevantes para asegurar a los productores el acceso a la información, incluyendo la participación en eventos y la distribución de materiales a lo largo del año.

El acceso a información clara y continua es fundamental para que los productores vitícolas adopten prácticas que reduzcan el consumo de agua. Aunque entidades como INTA y DGI organizan eventos informativos, estos son esporádicos y no alcanzan a toda la cuenca del río Mendoza. El FARM puede desempeñar un papel clave coordinando la difusión de información técnica a través de eventos, materiales educativos y alianzas estratégicas.

Recomendación #2: Catalizar el acceso del productor al crédito (corto plazo)

Rol del FARM: promover y apoyar esfuerzos orientados a mantener al productor informado sobre las líneas crediticias disponibles y programas o herramientas que faciliten su acceso a estas.

El acceso al crédito continúa siendo una de las principales barreras para que los productores vitícolas de Mendoza puedan implementar BPA, especialmente aquellas que requieren inversiones iniciales elevadas, como los sistemas de riego de precisión. Ante esta situación, se recomienda que el FARM adopte un rol activo en facilitar el financiamiento.

Entre las medidas sugeridas se encuentra la elaboración de un mapeo anual de líneas de crédito disponibles, con un análisis detallado de sus condiciones, requisitos y procesos. Esta información debe ser comunicada de forma clara y accesible a los productores y socios del FARM. Además, es fundamental fortalecer los canales de difusión existentes y desarrollar nuevas vías de acercamiento, aprovechando redes como las inspecciones de cauce, cooperativas y bodegas.

Asimismo, se recomienda que el FARM establezca alianzas estratégicas con actores financieros y organizaciones como Wines of Argentina (WoA), que ya han trabajado en la promoción de créditos. Estas colaboraciones pueden ser clave para diseñar nuevas líneas de financiamiento adaptadas a las necesidades del sector vitivinícola, con condiciones accesibles y enfocadas en la sostenibilidad.

Rol del FARM: apoyar financieramente proyectos de investigación orientados a comprender mejor el impacto de la adopción de BPA y la reducción del consumo del agua en los sistemas productivos y a nivel cuenca. Diseñar programas junto a bodegas y organizaciones liderando iniciativas de pagos por servicios ecosistémicos para incentivar a productores a reducir su impacto ambiental.

Recomendación #3:
Potenciar incentivos de mercado para medianos y grandes productores (corto y mediano plazo)

Muchos productores vitícolas de Mendoza no encuentran incentivos suficientes por parte de las bodegas u otros actores del mercado para justificar la inversión en prácticas regenerativas, como tecnologías de riego eficiente. Esta falta de estímulo se da a pesar del riesgo que representa la inseguridad hídrica para la sostenibilidad de la cadena vitivinícola y la economía vinculada. Aunque las bodegas y empresas vinculadas al agua tienen razones para apoyar estas transiciones, enfrentan barreras de conocimiento, recursos y contexto económico nacional inestable que dificultan la toma de decisiones sostenibles. Algunas funciones clave en esta área son:

- 1. Apoyar la generación de información económico-ambiental.**
- 2. Impulsar la utilización de guías y protocolos de autoevaluación sustentable.**

3. Analizar y probar oportunidades de pago de precio premium por compra de uvas con baja huella hídrica.

4. Desarrollar programas con un enfoque en pagos por servicios ecosistémicos.

Rol del FARM: apoyar u organizar programas de conservación con financiamiento de socios o empresas interesadas, con el objetivo de apoyar de manera más directa a pequeños productores en la implementación de BPA.

Recomendación #4:
Desarrollar programas de apoyo financiero para pequeños productores (mediano plazo)

El descenso en el precio de la uva está empujando al sector vitivinícola hacia modelos de producción a gran escala, lo que deja a los pequeños productores en una situación crítica. Estos minifundios, que representan cerca del 30 % de la superficie cultivada en la cuenca del río Mendoza, enfrentan serias dificultades para sostenerse, especialmente por la falta de rentabilidad, acceso al agua y capital para invertir en tecnologías que reduzcan el consumo hídrico. Para revertir esta tendencia, se propone que el FARM impulse programas de apoyo financiero específicos para pequeños productores. Estos programas podrían financiarse con recursos de empresas que buscan compensar su impacto hídrico, como ya ocurre en otras regiones del mundo.

Rol del FARM: liderar conversaciones con los Gobiernos municipal y provincial para evaluar oportunidades de apoyo económico a los productores y a las bodegas de la zona, proveyendo de información crítica para la toma de decisiones y la evaluación de desafíos y beneficios.

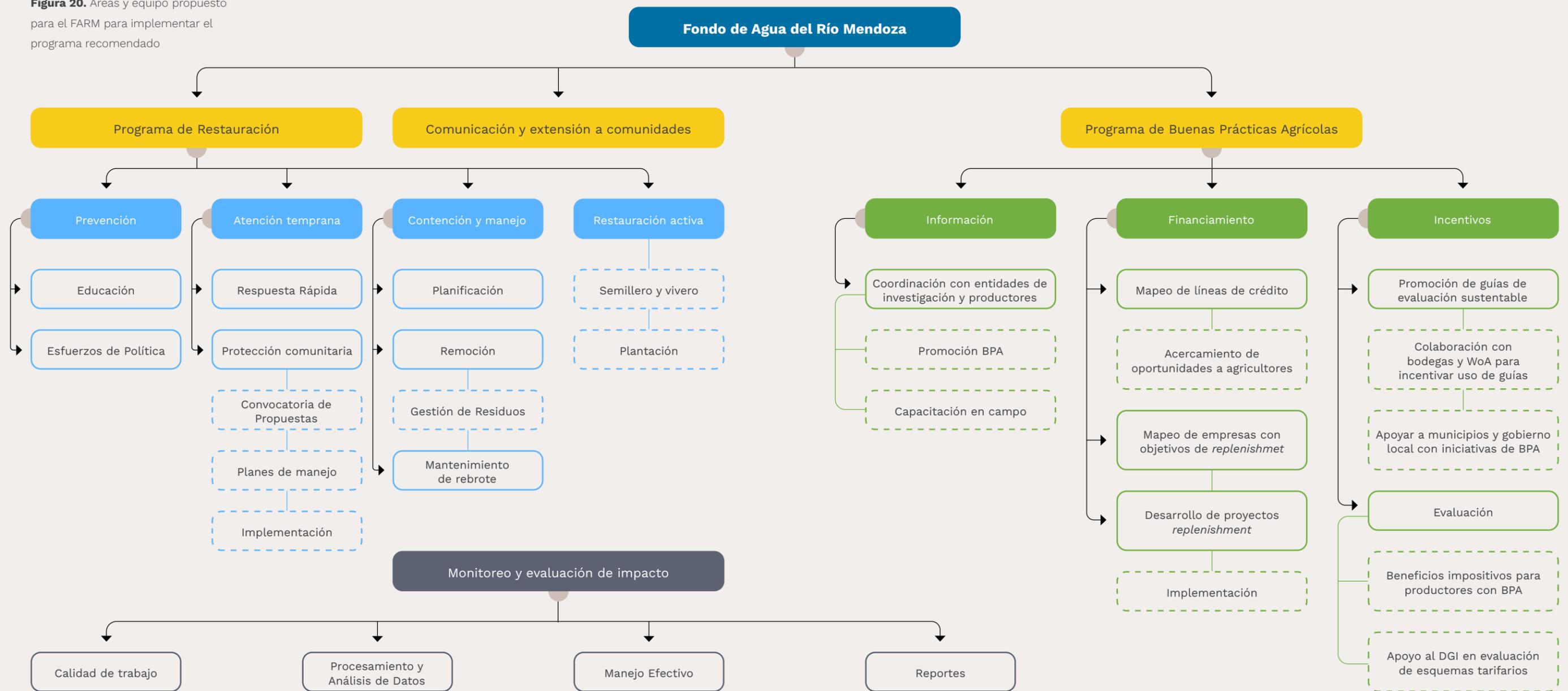
► Asunsinger/
Shutterstock.com



Estructura y funciones del FARM

Bajo el marco del proyecto, también se trabajó con el FARM y sus socios clave para desarrollar una propuesta de programa de implementación de SbN. A su vez, se consultó a líderes de varios FdA sobre su estructura de operación y las funciones clave en sus respectivas organizaciones. A continuación, se describen resumidamente el programa y sus respectivas áreas de trabajo, actores clave y el equipo requerido para lograr las actividades. Para mayor detalle, ver el anexo 4.

Figura 20. Áreas y equipo propuesto para el FARM para implementar el programa recomendado



Consejo directivo del FARM

El FARM está constituido por un consejo directivo (CD) que incluye a AySAM, el MEyA, el DGI, la Cervecería y Maltería Quilmes, y Aguas de Origen (una alianza estratégica entre CCU Argentina y Danone). El CD es responsable de:

- La toma de decisiones orientadas a cumplir con los objetivos del FARM.
- Acompañar el desarrollo y las actualizaciones del Plan Estratégico, identificar obstáculos y proponer soluciones.
- Aprobar el presupuesto anual y garantizar la disponibilidad de los recursos presupuestarios necesarios para la implementación del Plan Estratégico.

Comunicación y relacionamiento comunitario

Como eje central para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo de las SbN se encuentran la comunicación estratégica y la extensión a comunidades locales y agricultores. Las responsabilidades que debe cumplir este equipo son:

- Desarrollar estrategias de comunicación, campañas y materiales de apoyo necesarios para los programas del FARM.
- Apoyar y activar estrategias de acercamiento con las comunidades locales previamente identificadas cuando se pretenda trabajar con ellas. En el caso de nuevas comunidades, la unidad deberá caracterizarlas adecuadamente en los sitios de interés, diseñar un plan de acercamiento y llevarlo a la práctica.

- Mantener canales de comunicación abiertos y efectivos con las diferentes comunidades, asegurando una colaboración estrecha y continua.

Programa de restauración de humedales

Se propone cuatro áreas de trabajo. A continuación, su descripción y funciones clave:

- **Prevención:** Desarrollar actividades de educación y esfuerzos de política. Esta área se considera la base sobre la que se desarrolla el programa. La educación garantiza los cambios sistémicos que se crean desde la sociedad, mientras las políticas fortalecen su escala y visibilidad.
- **Atención temprana:** Desarrollar una línea de defensa ante la expansión de las EEI mediante la respuesta rápida y protección comunitaria.
- **Contención y manejo:** Implementar las actividades de campo, que conllevan mayor complejidad en cuanto a actividades y coordinación interinstitucional y relacionamiento comunitario. Esta área implica tres grandes tareas: planificación, remoción y mantenimiento de rebrote.
- **Restauración activa:** Diseñar y ejecutar un plan de restauración para los humedales que requieran esta actividad.

Programa de monitoreo y evaluación en campo

El monitoreo es fundamental en un programa de inversión de cuencas ya que permite, desde las etapas más

tempranas, trabajar bajo la modalidad de manejo adaptativo. Además, será clave para aportar resultados transparentes y claros a donantes, socios o entes garantes. Esta área está compuesta por cuatro funciones clave: a) adquisición, procesamiento y análisis de datos, b) calidad de trabajo, c) manejo ejecutivo, y d) desarrollo de reportes.

Programa de BPA

La función principal de este programa es la articulación entre actores públicos, privados y de la sociedad civil. El FARM tiene la capacidad de convocar a las organizaciones adecuadas para desarrollar e implementar una estrategia a largo plazo que genere los cambios sistémicos necesarios.

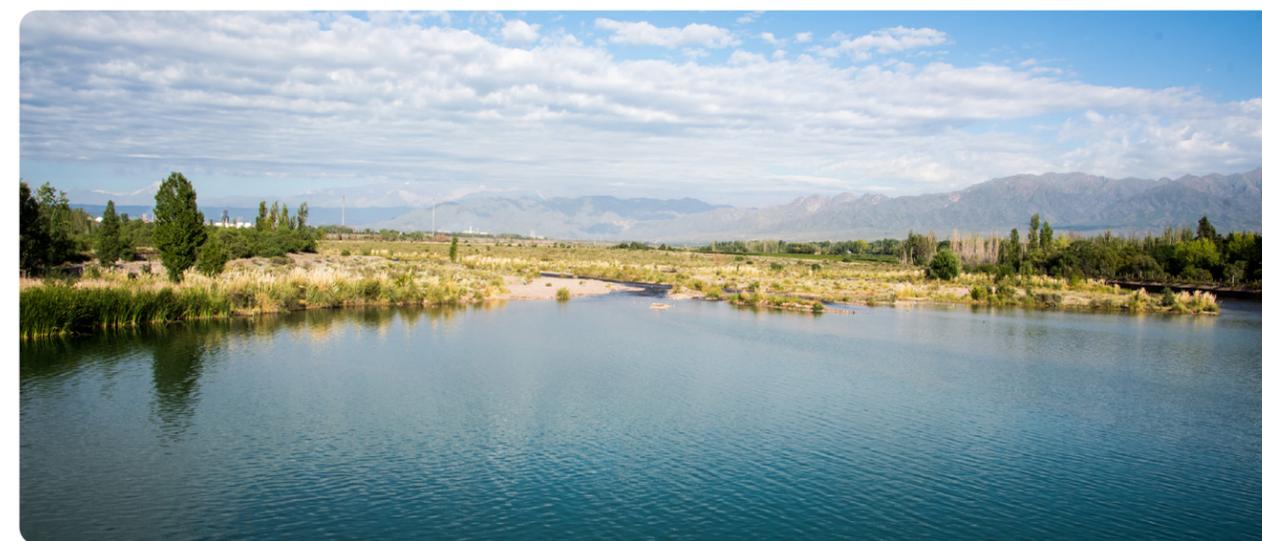
Equipo FARM

A la fecha, el FARM ha trabajado con personal limitado, logrando implementar pilotos y establecer nuevas alianzas con distintas organizaciones. No obstante, si el CD quiere aumentar el impacto en la cuenca, es necesario aumentar el per-

sonal base. Para estos efectos se recomienda la siguiente estructura:

- 1. Equipo operativo:** Personal enfocado en la gestión del programa, dirección estratégica, relacionamiento comunitario, comunicaciones, coordinación de socios y financiadores, y administración.
- 2. Equipo ejecutor:** Personal centrado en la ejecución de proyectos; por ejemplo, coordinadores de proyectos y oficiales de campo. La necesidad de estas funciones se define dinámicamente cada año en función del número de proyectos realizados en ese año (en hectáreas).
- 3. Equipo de mantenimiento y monitoreo:** Personal centrado en la gestión de proyectos; por ejemplo, expertos en mantenimiento de humedales, y coordinadores de monitoreo y evaluación. La necesidad de estas funciones se define dinámicamente en cada año en función de la suma total de proyectos realizados en los años anteriores a ese año (en hectáreas).

► Imagen gentileza del Fondo de Agua del Río Mendoza



Recomendaciones y siguientes pasos

Este capítulo presenta las principales recomendaciones derivadas de los análisis realizados, incluyendo consideraciones para cada una de las líneas de trabajo y pasos por seguir con miras a escalar a un programa de SbN a nivel de cuenca.

En términos generales, los resultados de los **análisis biofísicos y económicos realizados resaltan la importancia de implementar un programa de restauración y protección de humedales en la cuenca, incluyendo la remoción de especies invasoras y la restauración de vegetación nativa.** A partir de las estimaciones realizadas, se evidencia que este tipo de intervenciones tienen un alto potencial para generar beneficios, no solo desde el punto de vista de disponibilidad de agua,

sino también desde una visión general de seguridad hídrica y salud de los ecosistemas de la cuenca. También es importante continuar trabajando para impulsar las BPA en el sector agrícola.

La solución a los problemas de disponibilidad en la cuenca requiere de esfuerzos coordinados entre múltiples entidades y actores públicos y privados, incluyendo inversiones en infraestructura gris y verde que permitan gestionar la oferta y la demanda de agua ante escenarios de clima variable y disponibilidad limitada. En todo caso, dicha solución debe incorporar actividades de protección y restauración de los ecosistemas clave para la oferta de agua en la cuenca, las cuales tienen un alto potencial de generar beneficios adicionales

en términos de regulación de régimen hidrológico, recarga de acuíferos, biodiversidad, prestación de servicios ecosistémicos (incluyendo prácticas culturales y turismo), entre otros. Por tanto, el programa planteado en este estudio se considera un componente clave de la gestión futura de la cuenca.

Siguientes pasos

En el corto plazo, se recomienda iniciar con el desarrollo de proyectos piloto que permitan verificar las hipótesis del presente estudio, reducir los vacíos de información identificados, y probar mecanismos y metodologías que permitan escalar la implementación en el mediano plazo, reduciendo las incertidumbres asociadas a la escasez de información. Para esto, es necesario un acuerdo entre los socios del FARM donde se comprometan a financiar una fase piloto en la que:

- 1. Se restauren y/o protejan al menos 200 ha de humedales en áreas prioritarias antes del año 2028 y se apoye a vitivinicultores a tecnificar 700 ha.** Posteriormente, se iniciará una fase de inversión en la que restaurarán y/o protegerán por lo menos 2.000 ha antes del año 2035, con el objetivo de alcanzar un flujo superficial anual adicional de al menos 5 hm³/año para la cuenca del río Mendoza. Por supuesto, también podría alcanzarse un mayor nivel de ambición si se contara con la financiación necesaria. Además, las estructuras y las plantillas lanzadas por el FARM pueden ser copiadas y expandidas por sus socios hacia otros sectores, áreas y SbN. En el anexo 7 encontrará una recomenda-

ción de ubicación para estos pilotos y actividades.

Se recomienda una fase piloto de 2-3 años enfocada en tres zonas prioritarias:

- **Cuenca alta del río Mendoza,** a su norte-noroeste, donde según expertos locales unas ~875 ha de humedales existen bajo actual o potencial invasión. Aunque en esta zona falta un mapeo detallado de las especies invasoras, por factores climáticos se esperaría tener un mayor beneficio volumétrico en comparación con otras áreas.
 - **Subcuenca río Blanco,** donde los estudios históricos y la probabilidad de una futura instalación de tecnologías de medición y monitoreo por parte de los socios del FARM otorgarían la posibilidad de una medición muy detallada del impacto de las actividades piloto.
 - **Subcuenca RNV,** un área bajo el manejo de un socio y constituyente clave del FARM, con una gran experiencia histórica en la remoción de especies invasoras y la protección de humedales. La reserva sería un área controlada para realizar las SbN y mejorar el conocimiento sobre cómo ejecutarlos a escala.
- 2. Contribuir a tecnificar el riego en 700 ha de productores de vid en zonas priorizadas por el FARM previamente, como Primera Zona y Zona de Borbollón (FARM, 2022) antes del año 2028.**

Figura 21. Flujo de actividades futuras



Recomendaciones

Aspectos científicos

Modelo biofísico y económico: Todas las herramientas de modelación usadas para los análisis biofísicos y económicos descritos hacen parte de los anexos digitales de este informe y quedan como propiedad del FARM y sus socios. Se recomienda considerar estos entregables como estudios vivos, con personas dentro de las diferentes instituciones socias que se apropien de los resultados y de los modelos, para maximizar el recurso que ya está dispuesto como una herramienta a favor de la toma de decisiones del FARM. En el caso del modelo biofísico, este puede ser parametrizado y recalibrado con datos de mayor calidad o actualizado y usado para simular escenarios adicionales que sirvan para la toma de decisiones con respecto a futuras intervenciones en la cuenca. Además, se recomienda que el modelo financiero sea actualizado a medida que el FARM incremente su experiencia a través de proyectos piloto y disponga de información más precisa.

Inclusión de otras SbN: El modelo biofísico permite la evaluación de otras SbN. El personal capacitado en el uso de esta herramienta podrá incluir análisis adicionales para recalibrarla y expandirla, y de esta manera determinar los beneficios potenciales de estas soluciones, así como evaluar diferentes escenarios de riesgo en la cuenca considerando variables como, por ejemplo, el crecimiento poblacional o la diversificación del uso de suelo.

Control de EEI: El control o la erradicación temprana de las EEI puede evitar

la necesidad de un manejo más costoso y complejo a largo plazo. Cuanta más investigación haya sobre las EEI, más probable será predecir su distribución. El FARM puede contribuir con el conocimiento de dichas especies y, conforme avance su trabajo, a realizar una planificación más estratégica de sus intervenciones.

Más investigación: Se recomienda promover y fortalecer la investigación sobre las especies invasoras, con un enfoque en su distribución espacial, densidad, características, mecanismos de dispersión, y efectos sobre el ciclo hidrológico. Para ello, se sugiere un trabajo conjunto con los socios del fondo, pero también articulado con los otros actores de la cuenca que ya trabajan sobre el tema o que tienen herramientas de investigación para ser potenciadas. Esto permitirá proyectar el grado de invasión a futuro con mayor precisión, priorizar áreas de trabajo y valorar los efectos de la inacción.

Aspectos económicos y de sostenibilidad

Modelo público-privado: Los programas de inversión en cuencas, como el FARM, tienen el potencial de reunir a diversos sectores (público, privado, comunidades) en torno a un interés común: el recurso hídrico. Este es un bien necesario para consumo humano, usos agrícolas e industriales, y conservación ambiental. Por ello, si todos contribuyen a protegerlo, se obtiene un mayor impacto y, por ende, un beneficio compartido. El éxito en el largo plazo de los FdA está basado en una planificación eficaz y un compromiso claro y efectivo de los socios, tanto públicos como privados, para invertir en implementación

y mantenimiento, y tomar decisiones estratégicas. Se sugiere que el FARM, a través de su estructura de gobernanza, trabaje con sus socios para desarrollar planes anuales detallados de inversión e implementación de SbN, en los que los planes e inversiones de cada socio puedan visualizarse de forma conjunta.

Sostenibilidad y aportes públicos: Aunque no existe un único modelo de financiamiento para un programa de inversión en cuencas, los casos más exitosos combinan recursos de varias fuentes, tanto públicas como privadas. Considerando el contexto económico actual de Argentina, no se espera en el corto plazo una contribución significativa en mano de obra especializada desde el sector público. Sin embargo, en el mediano plazo será necesario establecer un presupuesto fijo para la implementación y el mantenimiento de las SbN. De no hacerlo, se corre el riesgo de perder las inversiones ya realizadas, así como generar un desincentivo ante los demás socios aportantes. Se sugiere que el FARM y sus socios trabajen en el despliegue de los mecanismos de financiación priorizados en este análisis.

Consistencia de información económica y de proyectos: Aunque se han realizado varias SbN históricamente en la cuenca, la información disponible sobre su definición específica (por ejemplo: equipo, herramientas, tiempos), costos, necesidades de mantenimiento y eficacia en el largo plazo fue inconsistente, de calidad mixta, y en muchos casos no disponible. Se recomienda que el FARM recopile y estructure información sobre estos y otros aspectos de sus proyectos para poder llegar al final de su fase de pilotos con

una base de información detallada y defendible desde la cual pueda levantar financiación y planificar para el largo plazo con mayor confianza. Además, el FARM debe trabajar tanto con sus socios actuales como con entidades aliadas (por ejemplo, la red de FdA de TNC) para recopilar información y conocimiento sobre proyectos más allá de las actividades en las que el fondo esté directamente involucrado.

Aspectos de operación

Personal: El FARM ha operado desde el 2022 con personal limitado, logrando aun así implementar proyectos piloto y sumar nuevos socios. No obstante, esta restricción impacta directamente en su capacidad de ejecución y, por ende, de generar un aporte significativo para la seguridad hídrica de la cuenca. Como siguiente paso, se recomienda a los socios presupuestar la creación de los roles sugeridos (capítulo 4 y anexo 4). Si se requiere priorizar, se sugiere comenzar por los coordinadores de los programas de protección y restauración y de BPA para así poder avanzar con la fase de actividades piloto y fortalecer progresivamente la estructura de la organización.

Referencias

Listas de referencias más detalladas se encuentran en los anexos

- Argentina.gob.ar.** (s. f.). *Tamarisco*. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/proyecto/tamarisco#:~:text=En%20Argentina%2C%20la%20presencia%20de,en%20regiones%20%C3%A1ridas%20y%20semi%C3%A1ridas>
- Arnold, J.** y Fohrer, N. (2005). SWAT2000: Current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling. *Hydrological Processes*, 19(3), 563-572.
- Arnold, J.,** Srinivasan, R., Ramanarayanan, T. y DiLuzio, M. (1999). Water resources of the Texas Gulf basin. *Water Science and Technology*, 39(3), 121-133. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00044-X](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00044-X)
- Benzaquén, L.,** Blanco, D., Bo, R., Kandus, P., Lingua, G., Minotti, P. y Quintana, R. (Eds.) (2018). *Regiones de Humedales de la Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Fundación Humedales/Wetlands International; Universidad Nacional de San Martín; Universidad de Buenos Aires.
- Blaustein, M. B.** (2022). *Influencia de la rosa mosqueta en el balance hídrico de los humedales altoandinos de la reserva natural y sitio RAMSAR Villavicencio*.
- Brink, P.,** Russi, D., Farmer, A., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. y Davidson, N. (2013). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad relativa a los humedales*. Secretaría de RAMSAR.
- CONICET.** (2018). *Análisis de Situación para Fondos de Agua Fase de factibilidad Versión final*. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua.
- CONICET.** (2020, 16 de enero). *Hidrología la nieve es el recurso hídrico esencial de Mendoza*. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/blog/hidrologia-la-nieve-es-el-recurso-hidrico-esencial-de-mendoza/>
- Convention on Wetlands Secretariat.** (2025). *La importancia de los humedales*. <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/nuestra-mision/la-importancia-de-los-humedales>
- Debandi, G.,** Zarco, A., Maldonado, B., Campos, C. y Fernández, F. (2020). *Biodiversidad presente en el Sistema de humedales de los arroyos Leyes y Tulumaya (Mendoza, Argentina)*. Asociación para la Conservación de la Diversidad Biológica Argentina (BIOTA). 10.13140/RG.2.2.33636.81286
- DGI.** (2016). *Aquabook*. https://aquabook.irrigacion.gov.ar/388_0
- DGI.** (2025a). *Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza. Informe 6.1 Evaluación de alternativas de inversión*. <https://www.irrigacion.gov.ar/web/wp-content/uploads/2025/03/6-PLAN-MAESTRO-PARA-EL-SECTOR-H%C3%8dDRICO-Informe-6-MENDOZA.pdf>
- DGI.** (2025b). *Plan Maestro para el Sector Hídrico de la Provincia de Mendoza. Informe 1. Estudio de la situación actual del sector hídrico*. <https://www.irrigacion.gov.ar/web/wp-content/uploads/2025/03/1-PLAN-MAESTRO-PARA-EL-SECTOR-H%C3%8dDRICO-Informe-1-MENDOZA.pdf>
- FAO,** Fondo Para el Medio Ambiente Mundial, Exóticas Invasoras, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Presidencia de la Nación. (2019). *Proyecto FAO GCP/ARG/023/GFF "Fortalecimiento de la gobernabilidad para la protección de la biodiversidad a través de la formulación e implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras (ENEEI)*.
- FARM.** (2022). *Plan Estratégico*.
- Gobierno de Mendoza.** (2008). *Plan Director Río Mendoza*. https://www.mendoza.gov.ar/economia/wp-content/uploads/sites/44/2016/08/PENSADOPlan_directorMza_octubre06.pdf
- IANIGLA** y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2018). *Informe de la subcuenca del río Tupungato Cuenca del Río Mendoza*.
- Instituto de Botánica Darwinion.** (2018). *Tamarix ramosissima*. <https://buscador.floraargentina.edu.ar/species/details/25087#:~:text=Tropicos.org,J>
- INTA.** (2013). *Control mecánico de rosa mosqueta en un establecimiento ganadero del paraje Mallín Ahogado, El Bolsón (Río Negro)*. Agencia de Extensión Rural. <https://es.scribd.com/document/406524833/Erradicacion-Rosa-Mosqueta>
- Jobbagy, E.,** Poca, M., Nossato, M., Castellanos, G., Otta, S., Córdova, M., Juaneda, E. y Salva, J. (2018). *Análisis de Factibilidad de Fondo de Agua en la Cuenca del Río Mendoza*. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. <https://www.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/15/2022/12/FONDO-de-Agua-de-la-Cuenca-del-Rio-Mendoza-FINAL-OK.pdf>
- Lauro, C.,** Vich, A., Moreiras, S., Otta, S., Vaccarino, E. y Bastidas, L. (2020). *Características morfológicas de la cuenca del río Mendoza y sus subcuencas*.
- Lobos, I.** e Icarte, F. (2021). *Agregación de valor de la Rosa Mosqueta silvestre que crece en el Territorio Patagonia Verde, región de Los Lagos*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68197>
- Mazzolari, A. C.** (2017). *Análisis de factores que contribuyen a la invasión de rosa mosqueta (Rosa canina y R. rubiginosa) en Mendoza*. <http://hdl.handle.net/11336/104974>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.** (2021). *Resolución 109/2021*. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/242964/20210414>
- Mitsch, W.** y Gosselink, J. (1986). *Wetlands*. Von Nostrand Reinhold Company.
- Montaña, E.** y Boninsenga, J. (2014). *Drought in the Oasis of Central Western Argentina. Vulnerability and adaptation The Canadian Prairies and South America*. https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/9781552388211-015/html?srsltid=AfmBOoo6OB_T0StuQ0-Py7vMDgcRklyTE0li9wpDprAgWO1i_uBFerX
- Morandi, M.,** Zalba, S., Belfer, L., García, C. y Cuevas, Y. (2017). *La gestión de las especies exóticas invasoras en contexto de interculturalidad*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro-ligustro.pdf>
- Natale, E.** (2019). *Piloto Control del tamarisco y restauración de biodiversidad y de servicios ecosistémicos en el área natural protegida sitios Ramsar Lagunas de Laguna de Llancanelo de alto valor de conservación en la región de Cuyo*.

Natale, E., Gaskin, J., Zalba, S., Ceballos, M. y Reinoso, H. (2008). Especies del género *Tamarix* (Tamaricaceae) invadiendo ambientes naturales y seminaturales en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 43(1-2), 137-145.

National Snow and Ice Data Center. (2025). *Cryosphere glossary*. <https://nsidc.org/learn/cryosphere-glossary/ablation>

Ontivero, M. D. (2015). *Caracterización biofísica de vegas de los altos andes centrales de Argentina*.

Prensa Gobierno de Mendoza. (2017, 20 de noviembre). *Campaña de recuperación del Humedal Llancanelo por invasión de flora exótica*. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/campana-de-recuperacion-del-humedal-llancanelo-por-invasion-de-flora-exotica/#:~:text=La%20proliferaci%C3%B3n%20descontrolada%20de%20tamarindos,de%20flora%20y%20fauna%20protegidas>

Prensa Gobierno de Mendoza. (2024, 2 de febrero de 2024). *Día Mundial de los Humedales cuántos tiene Mendoza y cómo podemos cuidarlos*. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/dia-mundial-de-los-humedales-cuantos-tiene-mendoza-y-como-podemos-cuidarlos/#:~:text=Mendoza%20cuenta%20con%203%20sitios,Direcci%C3%B3n%20de%20Recursos%20Naturales%20Renovables.&text=Adem%C3%A1s%20la%20provincia%20cuen>

Prensa Gobierno de Mendoza. (2024, 16 de febrero). *Luego de grandes caudales en los ríos, los aportes del deshielo están llegando a su fin*. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/luego-de-grandes-caudales-en-los-rios-los-aportes-del-deshielo-estan-llegando-a-su-fin/>

Rubio, M. C. (2024). *Consultoría técnica "Mapeo de humedales de la Cuenca del río Mendoza en Argentina"*.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). *Manual de la convención RAMSAR. Introducción a la convención sobre los humedales*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf

Serman & Asociados. (2020). *Creación de un portafolio de áreas priorizadas para el Fondo de Agua del Río Mendoza*.

Sosa, H. (2006). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar*. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/AR1012RIS.pdf>

Sosa, H. (2012). *Mendoza Wetlands International*. https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/3244837/documents/AR2330_ECD170612.pdf

Sosa, H. y Blanco, D. (2018). *Ficha Informativa RAMSAR*. https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/AR2330RIS_1804_es.pdf

Vega, A. J. (2011). *Análisis de la cuenca del río Mendoza (Mendoza, Argentina) cuantificación del régimen pluvio-nival y propuesta de modelo para mejorar la gestión integral de sus recursos*. Universitat Politècnica De Valencia. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15933/Tesina_Anahi_Miner_Doc_Completo.pdf?jsessionid=22741BD6F-0C321AEF00DC522134CA34E?sequence=1

Zak, D., McInnes, R. y Gelbrecht, J. (2011). Preface: restoration biogeochemistry and ecological services of wetlands. *Hydrobiologia*, 674, 1-4.

Anexos



Anexo 1. Análisis biofísico



Anexo 2. Análisis económico y de financiación FARM



Anexo 3. Buenas prácticas agrícolas FARM



Anexo 4. Estrategia de acercamiento a comunidades locales en áreas priorizadas para el FARM



Anexo 5. Ayuda de memoria taller rosa mosqueta



Nature for Water
Local solutions. Global impact.



**FONDO DE AGUA
DEL RÍO MENDOZA**