



Restauración de bañados mediante manejo hidrológico y revegetación con macrófitas en el Sitio Ramsar Laguna Llanccanelo, Mendoza (Argentina)

Restoration of marshes by hydrological management and revegetation with macrophytes at Laguna Llanccanelo Ramsar Site, Mendoza (Argentina)

HEBER SOSA^{1*}, NIDIA AMAYA¹, DANIEL BLANCO¹, SARA RODRÍGUEZ²,
BELÉN GUEVARA², JORGE GONNET¹, JERÓNIMO SOSA¹, JENNIFER DELGADO²,
LUCAS AROS³ Y FRANCISCO ESTIVE³

¹ Fundación Humedales /Wetlands International

² Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza Argentina

³ Dirección de Recursos Naturales Renovables, Gobierno de Mendoza
*<sosafabre@yahoo.com.ar>

RESUMEN

Se presentan los primeros resultados de restauración ecológica en un bañado en el Sitio Ramsar Laguna Llanccanelo, laguna ubicada al sur de la provincia de Mendoza, Argentina. Se trabajó con los pobladores locales con la idea de generar acciones de recuperación de caudales para la restauración de zonas de humedales degradados por erosión y pérdida de los niveles de base de los principales cursos de agua. Se realizaron obras para el manejo hidrológico con material degradable (bolsas de arpillera y estacas de madera) y se construyeron islas de revegetación para la recuperación de comunidades palustres asociadas a este tipo de ambientes. Estas primeras pruebas muestran que es posible recuperar sectores degradados de humedales con técnicas de manejo de caudales. Se pudo comprobar que la reimplantación de especies nativas resultó efectiva ya que responden con buen crecimiento a corto plazo si se clausuran convenientemente. Luego de dos años de proyecto (temporadas 2017 y 2018) quedaron en recuperación más de 150 hectáreas de bañado y 22 islas de revegetación de unos 2,25 m² en desarrollo.

ABSTRACT

We present the first results of ecological restoration in a wetland at the Laguna Llanccanelo Ramsar Site, a lagoon located south of the province of Mendoza, Argentina. We worked with local people with the idea of generating flow recovery actions for the restoration of wetland areas degraded by erosion and loss of the base levels of the main watercourses. Hydrological management works were carried out with degradable material (burlap bags and wooden stakes) and revegetation islands were built for the recovery of marsh communities associated with this type of environment. These first tests show that it is possible to recover degraded wetland sectors with flow management techniques. It was possible to demonstrate that the replanting of native species proved to be effective

since they respond with good growth in the short term if they are properly closed. After two years of the project (2017 and 2018 seasons), more than 150 hectares of wetland and 22 revegetation islands of about 2.25 m² were in recovery.

Palabras clave: bañado, restauración, revegetación, Sitio Ramsar, humedales

Keywords: marsh, restoration, revegetation, Ramsar site, wetlands

INTRODUCCIÓN

La Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, 2004) define “restauración ecológica” como el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido. Los atributos de la restauración para el caso de los humedales incluyen: 1) la utilización de especies nativas de los humedales en conjuntos característicos y grupos funcionales, 2) ecosistemas de humedales autosostenibles y con resiliencia integrados en el paisaje general, y 3) reducción o eliminación de las causas de degradación de humedales (SER, 2004).

Particularmente para los humedales, la Convención de Ramsar define la restauración en su sentido más amplio, lo que incluye tanto las actividades que promueven un regreso a las condiciones anteriores, como las que mejoran el funcionamiento del humedal sin necesariamente intentar devolverlo al estado anterior a la perturbación (Ramsar, 2002).

La mencionada Convención adoptó principios y lineamientos para la restauración de humedales con el fin de ayudar a los decisores (Resolución VIII.16). La misma resalta que programas de restauración de humedales ecológica, económica y socialmente sostenibles, coordinados con la conservación, reportan beneficios apreciables a la gente y a la vida silvestre, aun cuando la restauración no puede susti-

tuir los humedales naturales destruidos (Ramsar, 2002).

Puntualmente para la Reserva Provincial Laguna Llanquanelo, en Malargüe, Mendoza, gracias a una misión de asesoramiento de Ramsar en 2001, solicitada por la actividad petrolera que se iniciaba en esos años, generó un reporte en el que se reconoce la problemática de remoción de la vegetación y la degradación del suelo de los humedales del sitio, debido a la sobrecarga ganadera y la invasión de tamarindos (*Tamarix gallica*) (MRA, 2002).

En este trabajo se presentan los resultados del Proyecto Recuperación del caudal ecológico de los bañados de Carapacho, en Sitio Ramsar Laguna Llanquanelo, ejecutado por Fundación Humedales/Wetlands International, con la participación de la comunidad local e instituciones asociadas. El objetivo fue restaurar el caudal ecológico del bañado a través de obras de manejo hidrológico y revegetación para restablecer las características ecológicas del humedal.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna Llanquanelo se sitúa en el departamento de Malargüe, al sur de la ciudad de Mendoza, en el centro-oeste de Argentina (**Figura 1a**). Con una superficie promedio solo del espejo de agua de 171,6 km² (Bianchi et al., 2017), aunque si consideramos el humedal en

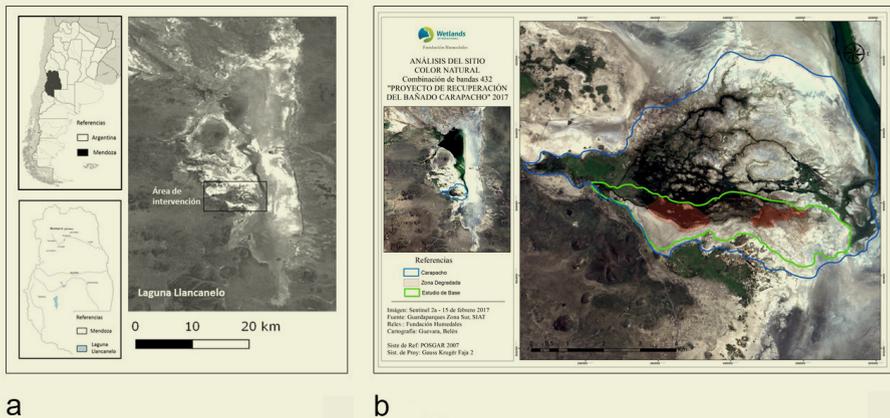


Figura 1. a) Área de estudio. b) Zonas de restauración. Zona 1 “Arroyo Viejo” y Zona 2 “Isla Avellana”
 Figure 1. a) Study área. b) Restoration zones. Zone 1 “Arroyo Viejo” and Zone 2 “Avellana Island”

su totalidad, con ambientes asociados, el sistema alcanza unos 1.554 km² (Sosa, 2007). La laguna está inserta en el extremo sur de la Depresión de los Huarpes, y pertenece a la Gran Región de la Planicie que se ubica en la Provincia Fitogeográfica de la Payunia (Martínez Carretero, 2004).

La laguna cuenta con zonas de bañados —partes bajas que se inundan regularmente en la estación cálida con freática superficial de variaciones débiles— (Benzaguén et al., 2013) en las cuales se desarrollan comunidades de vegetación palustre (*Schoenoplectus californicus*; *Typha domingensis* y *Phragmites australis*), a modo de parches en las desembocaduras de los cursos de agua dulce (Méndez, 2005). Estos ambientes representan refugios de vida silvestre y hábitats claves para la cría de especies como cisne de cuello negro (*Cygnus melanochoriphus*) (Sosa, 1995) o colonias de macá plateado (*Podiceps occipitalis*) (Darrieu et al., 1989).

El bañado de Carapacho, desde sus nacientes hasta su desembocadura en la laguna, desarrolla un sistema de unos 3 km de extensión de forma triangular que abarca unas 1.280 ha. Su composición vegetal incluye *Cortaderia* spp. y *Juncus* spp., con grandes extensiones de pastizales tipo pradera de pasto salado (*Distichlis* spp.) en las márgenes del humedal (Méndez, 2005).

La falta de manejo hidrológico, el impacto de jabalíes sobre las macrófitas emergentes, los incendios de pastizales y el sobrepastoreo, producto de la ganadería extensiva, han provocado cambios en las características ecológicas del sistema, al punto de modificar sus funciones hidrológicas y perder algunos de los servicios ambientales (Sosa, 2017)

Debido a esto, se ha detectado un proceso erosivo en los cursos de agua. En lo que antes eran canales someros que bañaban las trincheras de vegetación palustre, hoy el agua discurre hacia la laguna

en forma de arroyos profundos. Al perder capacidad de captación, las comunidades vegetales se degradan por falta de agua (Sosa, 2018).

MATERIAL Y MÉTODO

Para consensuar las acciones de restauración, se realizaron encuentros con vecinos como usuarios directos del bañado. Se recopilaron saberes tradicionales e identificación de problemáticas a través de entrevistas semiestructuradas a informantes claves (Ovando & Amaya, 2012). Para el mes de setiembre de 2017 se realizó un taller con pobladores, técnicos y guardaparques para la elección de zonas a intervenir y tipo de obras a realizar. Luego del taller se efectuaron recorridos de reconocimiento y prospección por el bañado y se seleccionaron dos zonas para restaurar: zona Arroyo Viejo y zona Isla Avellana (Figura 1b).

Caracterización hidrológica de la zona de intervención

Para la topografía se relevaron planialtimétricamente (utilizando estación total, nivel óptico y GPS) seis freatímetros, ubicados en la margen sur del arroyo Carapacho. Se midió un total de 1.200 m de cauces. El objetivo fue conocer cotas y pendientes en el terreno.

Para la hidrología superficial se midieron caudales en 2 puntos aguas arriba de la zona de intervención y 6 puntos aguas abajo de la misma. Se utilizó método agronómico (Rodríguez & Delgado, 2018a) expeditivo para estimar el caudal (velocidad superficial del curso de agua por la sección promedio del cauce en el tramo de longitud L conocida).

Los niveles subsuperficiales se midieron mediante 20 freatímetros (2, aguas

arriba, y 18, aguas abajo de las obras). Se utilizaron caños plásticos de 110 mm de diámetro de 1,30 m de largo enterrados a 1 m de profundidad. Se midió con cinta, desde el pelo del agua (dentro del caño) al nivel superior del mismo. Se realizaron 8 mediciones con frecuencia estacional (Rodríguez & Delgado, 2018b)

Diseños de obras de restauración para el manejo de caudales

Con el objeto de levantar el nivel de base de los cursos de agua erosionados, se realizaron empalizadas, obras livianas tipo azudes (Vich et al., 2010). Para las obras se utilizaron bolsas de arpillera (no plástica) rellenas de sedimento. Las mismas fueron dispuestas transversalmente en uno de los canales del bañado elegido para la intervención. Las bolsas se apilaron (hasta 3 bolsas de altura) en dos hileras atravesando el canal, y se sujetaron con estacas de madera clavadas al suelo para fijar la empalizada (Figura 2).

Revegetación

Para la revegetación se usaron macrófitas, especies de fácil establecimiento y alta tasa de crecimiento (Dalmasso et al., 2002). Los rizomas de *S. californicus* y *T. dominguensis* se extrajeron del bañado aledaño al intervenido (bañado de Carilauquen). Con técnica de biorrollos, se colocaron rizomas y sustrato en bolsas de arpillera abiertas lateralmente

Los biorrollos se disponen de a 10, en islas de 1,5 m x 1,5 m clausuradas individualmente con estructura de alambre tejido (tipo jaula) de 2,5 m de altura, enterrada unos 60 cm siguiendo a Quiroz et al. (2017). Para mantener la disposición de las trincheras palustres observadas a campo, se dispusieron islas de *T. domin-*



Figura 2: a) acopio de bolsas, b) armado de empalizadas, c) obra terminada, d) empalizada en funcionamiento

Figure 2: a) collecting bags, b) arming palisades, c) finished work, d) operating palisade

guensis en los centros, y al borde se colocaron las isletas de *S. californicus*

Para evaluar el crecimiento de islas artificiales se realizaron 35 mediciones (del pelo del agua a la altura máxima dentro de la clausura), desde setiembre a noviembre de 2018 y desde enero a marzo de 2019 (los resultados de cada medición se promediaron).

Monitoreo del funcionamiento de obras

Para la evaluación de la respuesta a las acciones de restauración, se realizaron monitoreos de flora y fauna (grupo aves) en sectores intervenidos y no interveni-

dos. Para aves, se midieron en puntos de observación y conteo, distanciados unos 300 m entre sí y acomodados en una grilla en los sectores con y sin intervención. Se calculó la abundancia y riqueza por hectárea promedio por cada punto de muestreo ($n = 12$ para cada sector) (Gonnet & Sosa, 2018)

La vegetación se muestreó en transectas de toques de 50 m de largo y parcelas de 100 m². Se obtuvo el promedio de la cobertura por especie y se estimó la riqueza media y acumulada de especies vegetales para cada sector.

Se realizaron análisis de teledetección con imágenes satelitales de la Agencia

Espacial Europea, Copernicus de la misión Sentinel 2A. con píxeles de 20 x 20 m²; considerando el cálculo de índices de vegetación diferencial normalizados (NDVI) y combinaciones de bandas espectrales, que reflejan la evolución de las comunidades vegetales.

Se obtuvo el NDVI en parcelas de sectores manejados y no manejados, durante las estaciones húmedas (Ej.: noviembre de 2017 y de 2018). Este índice de verdor presenta valores de -1 a +1, de situaciones sin vegetación a zonas más productivas, respectivamente (Díaz García-Cervigón, 2015)

Se tomaron 8 parcelas de 1 ha en sectores con manejo de caudales (4 en Arroyo Viejo y 4 en Isla Avellana) y como testigo o control se eligieron 8 parcelas en sitios sin manejos. Cada parcela de 1 ha contuvieron 25 píxeles, cuyos valores de NDVI fueron promediados.

RESULTADOS

Entre enero y setiembre de 2018, se construyeron 6 obras de restauración para el manejo de caudales (**Tabla 1**): 4 en el Arroyo Viejo y 2 en Isla Avellana

Las obras fueron dispuestas en sectores de canales más profundos con el objeto de levantar el nivel del agua y desviar caudales a los sectores a restaurar en el Arroyo Viejo en Isla Avellana. Para verificar el funcionamiento de las intervenciones se consideraron caudales aguas arriba de las obras (valores medios de 2,2 m³/s en la sección 1 y 1,6 m³/s en la sección 2). Las secciones aguas abajo de obras, si bien no fue posible medir velocidad (por el riego tipo manto) muestran claramente que se ha logrado derivar caudales hacia la zona del Arroyo Viejo y al sur de la Isla Avellana. Solo para el

Arroyo Viejo se logró medir caudal y se estimó que fue posible desviar al menos un 5% (0,091 m³/s.) de los caudales medios medidos aguas arriba de las obras (1,81 m³/s).

Los valores de los frentímetros ubicados aguas arriba de las obras no mostraron diferencia por efecto de las intervenciones. Los restantes en cambio, muestran una diferencia la que podría estar influenciada por el agua derivada hacia el sector de restauración, pero esto no pudo ser verificado.

Revegetación

Se instalaron 22 isletas lineales, distanciadas 5 m unas de otras, transversal al bañado a 5 m aguas arriba de las empalizadas.

En Arroyo Viejo, el 16 de setiembre de 2018 se colocaron las islas y para el 21 de octubre comienza la brotación de ambas especies: *T. dominguensis* y *S. californicus* con un crecimiento promedio de 0,54 m. y 0,36 m. respectivamente. Para marzo de 2019 las islas alcanzan su máximo desarrollo junco= 1,61 m y totora= 1.35 m. (**Figura 3a**)

En Isla Avellana el 21 de octubre de 2018 se colocan islas y para el 3 de noviembre comienza la brotación de ambas especies: *T. dominguensis* y *S. californicus* con un crecimiento promedio de 0,38 m. y 0,65 m. respectivamente (**Figura 3b**). Para marzo de 2019 las islas alcanzan su máximo desarrollo junco= 1,2 m y totora= 1.24 m.

Resultados del monitoreo de la comunidad de aves

Se contabilizaron un total de 325 ejemplares correspondientes a 11 especies de las cuales 5 especies fueron acuáticas. La más frecuentemente fue gallareta (*Fulica*

Tabla 1: Datos técnicos de obras de restauración
Table 1: Technical data for restoration works

Sector	Fecha	Nombre obra	Coordenadas	Long (m)	nº bolsas	nº estacas
Arroyo Viejo	ene-18	Obra 1	35°44'4.98"S - 69°10'45.99"O	26,5	50	100
		Obra 1a	35°44'5.25"S - 69°10'46.11"O	10	20	40
		Obra 2	35°44'4.50"S - 69°10'45.00"O	22,7	50	100
		Obra 3	35°44'4.82"S - 69°10'46.90"O	9	30	60
Isla Avellana	sep-18	Avellana 1	35°43'54.51"S - 69° 8'51.43"O	40,6	80	160
		Avellana 2	35°43'55.59"S - 69° 8'46.30"O	63.3	80	160



Figura 3: a) Evolución del crecimiento de islas de vegetación en Arroyo Viejo. b) Evolución del crecimiento de islas de vegetación en Isla Avellana.

Figure 3: a) Evolution of vegetation islands growth in Arroyo Viejo. b) Evolution of vegetation islands growth in Avellana Island.

leucoptera) (77,5 %), golondrina (*Notiochelidon cyanoleuca*) (6,8 %), monjita (*Neoxolmis rubetra*) (4,9 %), playerito unicolor (*Calidris bairdii*) (3,1 %) y tero (*Vanellus chilensis*) (2,2 %). El resto de las especies tuvieron una representación menor al 1,5 %.

Los monitoreos estivales de 2018 mostraron dominancia de *F. leucoptera*, con menor frecuencia que en primavera (48 vs 77,5 %; respectivamente). Durante el otoño de 2018, la frecuencia de *F. leucoptera* fue menor (18,7 %) y la dominancia la lideró *Anas cyanoptera* (33,3 %). En todos los casos la riqueza y abundancia tendieron a ser mayores en los ambientes de bañado que en las praderas de césped.

La abundancia total de aves resultó mayor en primavera. Asimismo, se observan algunas diferencias entre dicha variación en sectores manejados. El ambiente de bañado con manejo registró incremento en abundancia desde invierno a primavera en comparación con la zona sin manejo en Arroyo Viejo (Figura 4a).

Las praderas manejadas en Isla Avellana, mostraron un incremento de abundancia mayor que la pradera control. Los incrementos de la riqueza también tendieron a ser mayores en los ambientes bajo manejo (Figura 4b).

Monitoreo de flora y vegetación

La flora en zonas de manejo llegó a un total de 16 especies. La especie dominante resultó *Distichlis scoparia* con una representación de un 82,8 %. Sólo 4 especies tuvieron frecuencias porcentuales por encima de 1 %: *Schoenoplectus pungens*, *Baccharis spartioides*, *Juncus arcticus*, y *Frankenia juniperoides* (Tabla 2)

Monitoreo de índices verdes

Conforme a la distribución de los valores de NDVI, se observa que el rango estadístico disminuyó entre 2017 y 2020, derivado de un aumento de 0,02 de los valores mínimos del índice y una disminución del 0,44 de los valores máximos del NDVI.

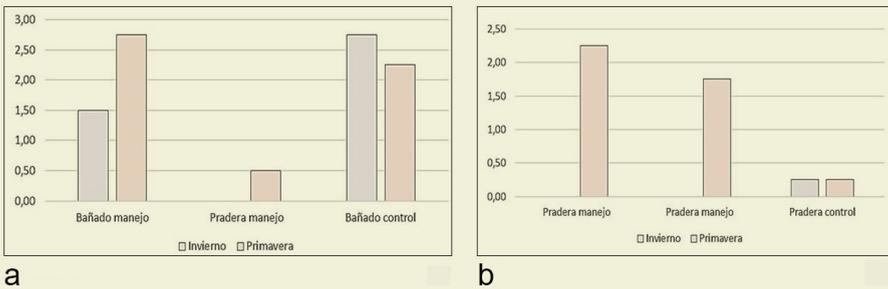


Figura 4: a) Riqueza media de aves (nº/1,5 ha) en diferentes situaciones de manejo y control en Arroyo Viejo. b) Riqueza media de aves (nº/1,5 ha) en diferentes situaciones de manejo y control en Isla Avellana

Figure 4: a) Average bird richness (no/1.5ha) in different management and control situations in Arroyo Viejo. b) Average bird richness (no/1.5ha) in different management and control situations in Avellana Island

Tabla 2: Cobertura media ($n = 3$) por especie en diferentes situaciones de manejo (MAV: Arroyo Viejo; y MIA: Isla Avellana) y controles sin manejo (CAV y CIA). Proporción porcentual de suelo desnudo y la riqueza media de especies

Table 2: Mean cover ($n = 3$) by species in different management situations (MAV: Arroyo Viejo; and MIA: Avellana Island) and unmanaged controls (CAV and CIA). Percentage proportion of bare soil and mean species richness

Parcelas	MAV1	MAV2	CAV	MIA1	MIA2	CIA
Especies						
<i>Baccharis spartioides</i>	4,00	0,80	8,67		0,07	0,67
<i>Cortaderia rudiuscula</i>			0,13			
<i>Distichlis scoparia</i>	29,33	51,33	53,33	78,00	75,33	40,67
<i>Distichlis spicata</i>		0,13	1,40	1,40	0,20	0,67
<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i>		0,20	2,00			
<i>Frankenia juniperoides</i>	6,73			0,73		0,13
<i>Halophytum ameghinoi</i>				2,07		1,47
<i>Juncus arcticus</i>		0,07	0,13	0,80	4,07	2,00
<i>Lilaeopsis macloviana</i>		0,07				
<i>Polypogon cfr. montpeliensis</i>		0,07	0,13			
<i>Puccinellia sp</i>		0,07				
<i>Ranunculus cymbalaria</i>			0,73	0,07		
<i>Sarcocornia perennis</i>	0,13					0,13
<i>Schoenoplectus pungens</i>	3,33	16,67	7,33		0,67	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>						0,13
Hierba indeterminada			0,07			
Proporción de suelo desnudo (%)	58,67	37,33	30,67	20,00	22,67	56,67
Riqueza media (n° especies / 100 m²)	3,33	6,00	7,00	5,00	3,33	5,00

El estado evolutivo del índice en los bañados, nos permite contextualizar la evolución de las intervenciones, sin despreciar el comportamiento de la totalidad del sistema y las distintas variables que determinan su estado. En relación al comportamiento del índice NDVI dentro de los bañados, el valor medio creció levemente (0,020) mientras que el área de estudio tuvo un aumento mayor, con un índice de 0,024. (Figuras 5 a y b).

Complementando los análisis del índice con la determinación de parcelas de control y parcelas intervenidas, se considera la variabilidad del NDVI dentro

de las mismas para el año 2017 y 2020. (Figuras 5 c y d).

En las parcelas de control se identificó un aumento de valores máximos (0,009) y mínimos (0,047), mientras que en parcelas intervenidas se presentó un mayor incremento en valores mínimos (0,064) y un descenso de valores máximos (0,147) del índice.

Participación social

Más de 100 personas y 6 instituciones participaron en las distintas etapas del proyecto. Ganaderos habitantes de la zona. Guardaparques de las Reservas

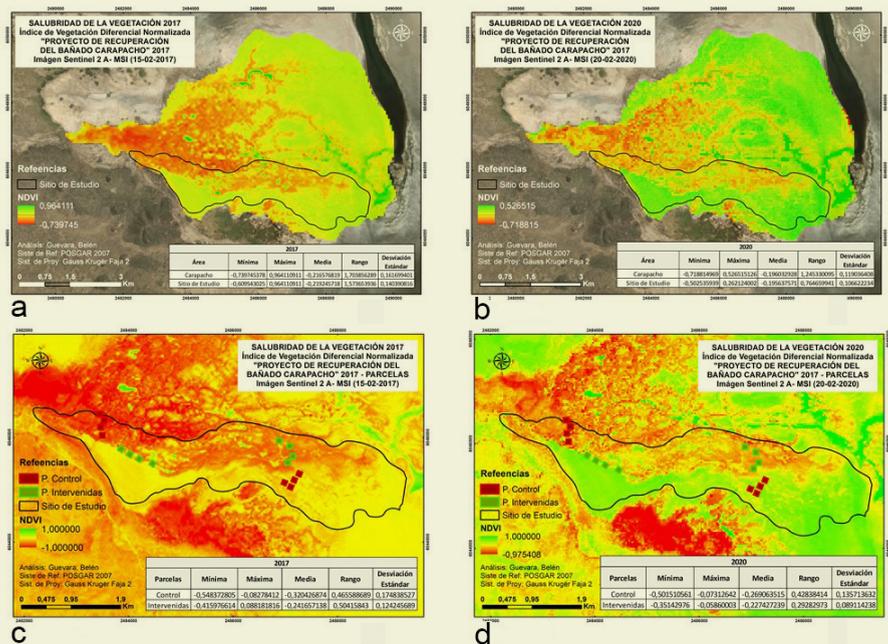


Figura 5: a) Cartografía desarrollada para los bañados en 2017. b) Cartografía desarrollada para los bañados en 2020. c) Cartografía desarrollada para las parcelas de control e intervenidas en el año 2017. d) Cartografía desarrollada para las parcelas de control e intervenidas en el año 2020

Figure 5: a) Cartography developed for wetlands in 2017. b) Cartography developed for wetlands in 2020. c) Cartography developed for control and intervened plots in 2017. d) Cartography developed for control and intervened plots in 2020

Provinciales Llananelo y Payunia. Técnico de la Dirección de Ambiente de la Municipalidad de Malargüe. Directivos docentes y alumnos de la escuela N° 8-705 de Carapacho. Alumnos y docentes de la Tecnicatura Superior en Conservación de la Naturaleza, Sede Godoy Cruz y Malargüe. Técnicos de la Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza y Delegación en Malargüe. Departamento General de Irrigación (Zona de Riego Malargüe). Técnicos y consultores de Fundación Humedales.

Dentro de los objetivos propuestos para la participación fue la realización de un encuentro entre pobladores que trabajaron en los proyectos de restauración de ambos Sitios Ramsar de Mendoza.

En noviembre de 2018 se realizó en Llananelo, el Primer Encuentro de Ganaderos de Sitios Ramsar Laguna Llananelo y Lagunas de Guanacache, con la idea de lograr vinculación de pobladores de ambos sitios, para intercambiar experiencias respecto a los proyectos de restauración que llevan adelante junto a la Fundación Humedales

Reflexiones finales

Esta experiencia pone en escena que, en zonas áridas bajo protección y manejo, en un marco ecológico cada vez más condicionado por el cambio climático es necesario realizar acciones y evaluaciones de restauración. Ante la elevada tasa de alteración ambiental urge poder balancear la reconstrucción de sistemas degradados con el intento de crear sistemas resistentes y resilientes de cara a un futuro climáticamente cambiante (Huang et al., 2016).

El futuro de la restauración ecológica debería apoyarse cada vez más en la noción de restaurar las relaciones sociedad-naturaleza y la provisión de bienes y servicios aportados por el ecosistema en cuestión, y no tanto en las métricas basadas en los números y la disposición de los organismos y especies que componen o han compuesto históricamente dicho ecosistema (Pérez & Ceccon, 2017; Mola et al., 2018).

A continuación resumimos las principales conclusiones técnicas del trabajo:

- Con la instalación y funcionamiento de obras de restauración en el canal principal del bañado, fue posible levantar el nivel de base del curso de agua y desviar un caudal mínimo para comenzar con el proceso de restauración de la zona sur del bañado. Es importante sostener un mantenimiento mínimo de obras (recambio de estacas en empalizadas y bolsas con sedimento).
- Las obras del Arroyo Viejo lograron recuperar caudales a un sector de unas 59 ha, y las obras de la Isla Avellana, de una zona de unas 103 ha.
- Estos caudales han contribuido al riego y humectación de un sector que an-

tes de las intervenciones se encontraban deprimidos. El funcionamiento de obras durante dos temporadas (2018 y 2019) ha provocado cambios cualitativos visibles en los sectores de manejo.

- No se ha podido mostrar acumulación de sedimento en el sector de obras. Solo se observa acumulación de materia vegetal que queda atrapada en las empalizadas. Se ha observado que esta situación provoca disminución en la velocidad del curso y aumento en el pelo de agua contribuyendo al desvío de caudal al sector de restauración.
- Las pruebas de revegetación resultaron exitosas y mostraron un crecimiento sostenido en el tiempo de ambas especies (islas de junco y totora). Se ha observado que las islas contribuyen al funcionamiento de las empalizadas ya que en forma conjunta actúan en la disminución de la velocidad del curso del agua favoreciendo el desvío a las zonas de restauración.
- Se considera clave para el éxito de la revegetación que se amplíen las clausuras, a medida que la isla crece en tamaño, y se aumente la cantidad de islas hasta completar una trinchera que abarque la longitud del curso de agua, manteniendo canales intermedios.
- Respecto a las aves, si bien los incrementos de la riqueza tendieron a ser mayores en las zonas de restauración, se considera apresurado atribuir cambios a estas intervenciones.
- Se espera que los sectores bajo manejo mejoren cobertura vegetal respecto a los sitios control. La recuperación de caudales en los sectores manejados supone ganancia de especies palustres, las que pueden ganar mayor representación en los sectores manejados; como *Schoenoplectus pungens*, *Juncus*

arcticus, *Ranunculus cimbalaria* y *Lilaeopsis macloviana*.

- De acuerdo al comportamiento del NDVI, se puede confirmar que, desde el año 2017 al 2020, el valor medio creció; sin embargo, el aumento fue mayor en el área de estudio que en la totalidad de los bañados. Dada las particularidades del NDVI, la dinámica del mismo presenta un crecimiento de valores mínimos en parcelas sin intervención, sustancialmente mayor en parcelas intervenidas. El análisis del NDVI obtenido para el periodo 2017-2020 y la comparación con el comportamiento del bañado, el área de estudio y las parcelas de control, permiten identificar una efectividad favorable en las tareas de restauración.
- Como producto de la participación, se consolidó una mesa de acuerdos para el trabajo sostenido en el tiempo integrado por comunidad local, guardaparques, instituciones municipales y provinciales. Se captaron intereses de cada uno de los actores, y se potenció la posibilidad de participación y compromiso en beneficio de la restauración de los bañados de Carapacho.
- El encuentro de ganaderos despertó especial interés en los participantes de ambos proyectos, dado que son problemáticas comunes en los dos sitios con la misma demanda de la recuperación de los humedales.

AGRADECIMIENTOS

A pobladores de Carapacho, por permitirnos trabajar en sus pastoreos. Al jefe de guardaparques Zona Sur, Martín Palma, por tareas organizativas, a los guardaparques de Reserva Provincial Humedal Llanquanelo por trabajos de campo. A Andrea Iturbe, Municipalidad de Ma-

largüe y a su equipo. A Damián Araya y Enrique Márquez por su trabajo en campo y diseño de clausuras. A la escuela de Carapacho por la realización del taller. A Rafael Lama, por permitirnos entrar a su campo. A los alumnos, egresados y voluntarios de Te.Co.Na., sedes Godoy Cruz. Al Prof. Nito Ovando y alumnos de la sede Malargüe. A Aníbal Manzur por su aporte técnico y metodológico. A Fundación AVINA Argentina y Fundación Coca-Cola por el aporte del financiamiento

BIBLIOGRAFÍA

- BIANCHI, L, J. RIVERA, F ROJAS, M. NAVARRO & R. VILLALBA, 2017. A regional water balance indicator inferred from satellite images of an Andean endorheic basin in central-western Argentina. *Hydrological Sciences Journal* 62: 533–545.
- DALMASSO, A., E. MARTÍNEZ CARRETERO & O. CONSOLE, 2002. Revegetación de áreas degradadas. *Boletín de Extensión Científica IADIZA*.
- DARRIEU, C., M. MARTÍNEZ & G. SOAVE, 1989. Estudio de la avifauna de la Reserva Provincial Llanquanelo, Mendoza. III. Nuevos registros de nidificación de aves acuáticas (Podicipedidae; Threskiornithidae, Anatidae, Rallidae, Laridae). *Revista de la Asociación Científica del Natural Litoral* 20: 81-90
- DÍAZ GARCÍA-CERVIGÓN, J.J., 2015. Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Trabajo fin de máster, Curso 2014-2015, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia.
- GONNET, J & J. SOSA, 2018. Monitoreo de aves en zonas de manejo del Bañado de Carapacho. Proyecto de restauración Bañados de Carapacho, Sitio Ramsar Lagu-

- na Llanquanelo, Mendoza, Argentina. Informe avance, julio 2018 (inédito).
- HUANG, J., H. YU, X. GUAN, G. WANG & R. GUO, 2016. Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change* 6:166-171
- OVANDO, N & N. AMAYA, 2012. Participación socio-comunitaria en acciones de restauración ambiental del humedal Lagunas de Guanacache: Aportes de la Historia Oral. En: Sosa, H. Restauración y conservación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. Fundación Humedales / Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. 6: 31-36.
- QUIROZ, S., D. ANTÓN, V. MUÑOZ, D. GUTIÉRREZ, M. TORTELLO, J. CONCHA, E. FARÍAS, J. FERNÁNDEZ, J. ORELLANA, F. YEVENES, K. PEÑA. & R. GONZALEZ, 2017. La cobertura vegetal como evaluador del éxito de un proceso de restauración riverense a través de biorrollos vegetados. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Chile*. 108-112.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., 2004. La Provincia Fitogeográfica de La Payunia. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39(3-4): 195- 226.
- BENZAQUÉN, L., D. BLANCO, R. BÓ, P. KANDUS, G. LINGUA, P. MINOTTI, R. QUINTANA, S. SVERLIJ & L. VIDAL (Eds.), 2013. Inventario de humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Proyecto GEF 4206-PNUD/ARG/10/003 Ordenamiento Pesquero y Conservación de la Biodiversidad de los humedales fluviales de los ríos Paraná y Paraguay. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación.
- MOLA, I., A. SOPEÑA & R. DE TORRE, (Eds.), 2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. Anexo 5. España
- MRA (MISIÓN RAMSAR DE ASESORAMIENTO), 2002. Informe de la Misión Ramsar de Asesoramiento. Sitio Ramsar Laguna de Llanquanelo Malargüe, Mendoza República Argentina. Gland, Suiza, mayo de 2002 Informe técnico.
- PÉREZ, D.R. & E. CECCON, 2017. Social participation in ecological restoration: An expanding research field in Latin America and the Caribbean. En: Ceccon E. & D.R. Pérez (Coords.). *Beyond Restoration Ecology: Social Perspectives in Latin America and the Caribbean*, pp. 369-374. Buenos Aires, Argentina: Vázquez Mazzini Eds.
- RAMSAR, 2002. Principios y lineamientos para la restauración de humedales. Resolución VIII.16. "Humedales: agua, vida y cultura" 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes (Ramsar, Irán, 1971) Valencia, España.
- RODRIGUEZ, S. & J. DELGADO, 2018a. Estudios hidrológicos. Proyecto de restauración Bañados de Carapacho, Sitio Ramsar Laguna Llanquanelo, Mendoza, Argentina. Informe avance, febrero 2018 (inédito)
- RODRIGUEZ, S. & J. DELGADO, 2018b. Estudios hidrológicos. Proyecto de restauración Bañados de Carapacho, Sitio Ramsar Laguna Llanquanelo, Mendoza, Argentina. Informe final, diciembre 2018 (inédito)
- SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR (SCR), 2010. Cómo abordar la modificación de las características ecológicas de los Sitios Ramsar y otros humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 19. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER), 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration.
- SOSA, H., (Ed.), 2007. Plan de Manejo Participativo del Sitio Ramsar Laguna Llanquanelo, Mendoza (Dirección de Recursos

Naturales Renovables, Gobierno de Mendoza) Documento técnico inédito.

SOSA, H., 2018. Proyecto. Recuperación del caudal ecológico de bañados de agua dulce en sitio Ramsar Laguna Llanca-nelo, Mendoza. Fundación Humedales/ Wetlands International. Informe técnico inédito.

VICH, A. & M. LÓPEZ RODRÍGUEZ, 2010. Estrategias de mitigación y control de amenazas naturales en áreas de piedemonte. En: Vich, A. & M. Gudiño (Eds.). Amenazas naturales de origen hídrico en el centro-oeste árido de Argentina. Diagnóstico y estrategia para su mitigación y control en el Gran San Juan y Gran Mendoza. Fundación Universidad de San Juan, ZETA Editores 19: 393-424.

Recibido: 11/2020

Aceptado: 04/2021