



INFORME FINAL

IMPLEMENTACIÓN PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN JUNTO A LAS RIBERAS NORTE Y SUR DEL ESTERO MANTAGUA

Proyecto GEFSEC ID: 9766 *“Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportante, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad”*

ENERO 2025



Ministerio del Medio Ambiente

Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”.

Autor:

María Loreto Badilla Igualt, Ingeniera Agrónoma.

Cita de este documento:

MMA – ONU Medio Ambiente, 2025. Informe Final “Implementación Proyecto Piloto de Restauración Junto a las Riberas Norte y Sur del Estero Mantagua”. Elaborado Equipo Consultora Altoverde. Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Viña del Mar, Chile. 40 pp.



Índice

1 INTRODUCCIÓN	4
2 OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL:	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
3 PLAN DE TRABAJO	6
3.1 DESCRIPCIÓN DE ÁREA A INTERVENIR	6
3.1.1 Identificación de barreras para la restauración	8
3.2 ECOSISTEMA DE REFERENCIA	9
3.2.1 Causa de degradación de los bosques de <i>Beilschmiedia miersii</i>	12
3.3 DISEÑO DE PLANTACIÓN	12
3.3.1 Ubicación de núcleos de plantación en terreno	12
3.3.2 Distribución espacial	13
3.3.3 Selección de especies vegetales para la restauración	14
3.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	17
3.4.1 Actividades previas	17
3.4.2 Plantación	18
3.4.3 Sistema de riego	21
3.5 REGISTRO FOTOGRÁFICO PLANTACIÓN	28
3.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE RIEGO	33
4 CONSIDERACIONES Y APRENDIZAJES	37
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

Índice de Figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE NÚCLEOS DE RESTAURACIÓN NORTE Y SUR...	7
FIGURA 2. ECOSISTEMA DE REFERENCIA	11
FIGURA 3. ESQUEMA UBICACIÓN NÚCLEOS DE RESTAURACIÓN NORTE Y SUR.	12
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PLANTACIÓN, NÚCLEO NORTE 240M2, NÚCLEO SUR 421M2.	13
FIGURA 5. ESQUEMA TRAZADO PROYECTO DE RIEGO TECNIFICADO: ARRIBA NÚCLEO NORTE, ABAJO NÚCLEO SUR.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 6. BOMBA PENTAX CM75/60.	23
FIGURA 7. CURVA BOMBA PENTAX CM75/60.	24
FIGURA 8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BOMBA PENTAX CM75/60.	25
FIGURA 9. FILTRO AZUD 1,1/4”	25
FIGURA 10. GOTERO AUTOCOMPENSADO MICROFLAPER 4L/H.	26



Índice de cuadros

CUADRO 1. ESPECIES ABUNDANTES EN ECOSISTEMA DE REFERENCIA. FUENTE DRA. LORENA FLORES TORO.....	11
CUADRO 2. ESPECIES SELECCIONADAS PARA LA RESTAURACIÓN.....	14
CUADRO 3. ESPECIES VEGETALES SELECCIONADAS PARA PLANTACIÓN NÚCLEO NORTE	15
CUADRO 4. ESPECIES VEGETALES SELECCIONADAS PARA PLANTACIÓN NÚCLEO SUR .	16
CUADRO 5. BASE DE DISEÑO PROYECTO RIEGO	21
CUADRO 6. MEMORIA DE CÁLCULO	22
CUADRO 7. CANTIDAD DE GOTEROS Y CAUDAL POR CIRCUITO.....	22
CUADRO 8. PROGRAMA DE RIEGO SEMANAL.....	23



1 Introducción

El humedal de Mantagua ubicado en la región de Valparaíso, al norte de la desembocadura del Río Aconcagua, cerca de los centros urbano e industrial de Concón y Quintero, es un ecosistema costero con una importancia ecológica significativa. El año 2005 es caracterizado como Sitio de Alto Valor para la Biodiversidad (CONAMA-PNUD, 2005).

Este humedal forma parte del hotspot de biodiversidad conocido como la Ecorregión Mediterránea Chilena. (Flores L. *et al.*, 2022). Su ubicación estratégica lo convierte en un área crucial para la transición entre el medio marino y terrestre.

La importancia ecológica del humedal radica en su capacidad para servir como hábitat para una variedad amplia de especies, incluyendo aves migratorias, peces, anfibios, reptiles y mamíferos (Flores L. *et al.*, 2022). La diversidad de vegetación y las estructuras acuáticas proporcionan nichos ecológicos diversos que apoyan una rica biodiversidad. (Asimeone F. & Figueroa-Sandoval C., 2008).

El humedal ofrece varios servicios ecosistémicos esenciales: regulación del ciclo del agua, filtración de aguas residuales o contaminadas por actividades humanas cercanas a Concón y Quintero (Ministerio del Medio Ambiente Chile, 2020), además actúa como sumidero importante almacenando carbono en vegetación y suelos, amortiguador contra los efectos adversos del cambio climático mitigando impactos negativos asociados con inundaciones extremas o sequías prolongadas debido a su capacidad reguladora sobre los flujos hídricos locales (Flores L. *et al.*, 2022) y como corredor biológico conectando diferentes ecosistemas terrestres con el marino; esto permite el flujo genético entre áreas aisladas (Ministerio del Medio Ambiente Chile, 2020)

La Región de Valparaíso se encuentra localizada en el contexto climático de Chile central, bajo la influencia de un clima tipo mediterráneo, que se caracteriza por un régimen estacional de precipitaciones y temperaturas, con una estación invernal fría y húmeda y con un período de déficit hídrico coincidente con los meses de mayor temperatura. Estas condiciones permiten el desarrollo de vegetación arbolada climática que se corresponde con un bosque esclerófilo, cuya extensión superficial ha estado muy condicionada por la deforestación y el fuego de origen antrópico, motivos



por los cuales es hoy día uno de los tipos de bosque nativo más amenazados de todo Chile (Amigo J. & Flores-Toro L., 2012).

Según la Sociedad de Restauración Ecológica, el papel de la restauración ecológica, definida como el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido es fundamental para revertir la condición de los ecosistemas afectados. (SER, 2019). La aplicación de este proceso debe ser de manera eficaz y sostenible, así contribuye a proteger la biodiversidad; mejorar la salud y el bienestar humanos; aumentar la seguridad alimentaria e hídrica; proporcionar bienes, servicios y prosperidad económica y favorecer la mitigación, resiliencia y adaptación al cambio climático (SER, 2019).

En el marco del Proyecto GEFSEC ID 9766: “Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportantes, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad”, se realizó un estudio a cargo de Dinámica Costera (Contreras M. *et al.*, 2021) donde se determinaron los límites del Humedal costero de Mantagua y se identificaron las áreas prioritarias a restaurar al interior del Humedal y en las subcuencas aportantes.

Los resultados obtenidos del estudio de la condición en que se encuentra el Humedal, constataron que todo el entorno y subcuenca de este se encuentra ampliamente fragmentada (parcelaciones y caminos) en una matriz agrícola y turística con fragmentos de vegetación nativa remanente (Contreras M. *et al.*, 2021), por tal motivo la propuesta técnica buscó propiciar la restauración ecológica de áreas prioritarias asociadas al humedal, que compartieran procesos, amenazas, coexistieran en el espacio a nivel de cuenca, que fueran relevantes en biodiversidad y que también compartieran características con otras áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en cuanto a conservación y restauración.

El reconocimiento del Humedal de Mantagua como Humedal Urbano, refuerza su estatus de protección bajo la legislación chilena (Ley N°21.202).

Es así como se convoca a Altoverde, como consultora para la implementación de un proyecto piloto de restauración ecológica junto a las riberas norte y sur del Estero Mantagua, en un área

determinada como prioritaria a restaurar al interior de la cuenca hidrográfica asociada al Humedal de Mantagua. (Contreras M. *et al.*, 2021).

2 Objetivos

2.1 Objetivo general:

Implementar un piloto de Restauración Ecológica sobre una base técnica científica y experiencia de terreno, que permita revertir la degradación de las comunidades vegetales nativas, comprendidas en un área predefinida como sitio prioritario de restauración ecológica como resultado del informe de Contreras M. *et al.* (2021), la cual forma parte de la subcuenca del humedal de Mantagua.

2.2 Objetivos específicos:

- Elaborar un plan de trabajo para la implementación de dos (2) núcleos pilotos de restauración ecológica junto a las riberas norte y sur del estero Mantagua
- Implementar dos núcleos de restauración ecológica, con superficies a intervenir de cuatrocientos veintiún metros cuadrados (421m²) y doscientos cuarenta metros cuadrados (240m²) paralelo a las riberas norte y sur del estero Mantagua respectivamente.

3 Plan de trabajo

El plan de trabajo que se presenta a continuación detalla las actividades que se realizaron para llevar a cabo los objetivos planteados.

3.1 Descripción de área a intervenir

El área seleccionada para realizar los trabajos de restauración se ubica al interior del Condominio Doña Blanca I, Parcela N°3, en la localidad de Mantagua, Comuna de Quintero, región de Valparaíso.

Para seleccionar el área, se realizó un reconocimiento en terreno desde la Coordinación Local del Proyecto GEF y profesionales de la SEREMI del Medio Ambiente de Valparaíso, en búsqueda de un

actor clave de la localidad de Mantagua, que estuviera interesado en llevar a cabo este piloto de restauración con el compromiso que conlleva ser parte de esta gran iniciativa.

La figura 1, muestra una fotografía satelital donde se visualiza la parcela que alberga los núcleos de plantación en una situación previa a la intervención. Se puede observar que los núcleos son separados por el cauce del Estero Mantagua.



Figura 1. Ubicación esquemática de núcleos de restauración norte y sur

El núcleo norte muestra mucha vegetación boscosa, producto de la presencia de especies exóticas de gran envergadura, entre ellas destaca el aramo (*Acacia dealbata*).

El núcleo sur se presenta invadido en su longitud por un cerco vivo compuesto por miosporo (*Myoporum laetum*). Se conservaron dos molles (*Schinus latifolius*) antiguos de condición regular.

Importante es la presencia de chéptica (*Cynodon dactylon*), especie invasora, de difícil control, presencia en un 100% núcleo norte y en un 20% núcleo sur.

Cabe destacar que el estero de Mantagua es fundamental para el funcionamiento y la conservación del humedal de Mantagua, proporcionando agua, regulando el microclima, sosteniendo la biodiversidad, protegiendo el suelo y ofreciendo diversos servicios ecosistémicos. La conservación y el manejo sostenible de este estero y su cuenca son críticos para mantener la integridad del ecosistema del humedal.

3.1.1 Identificación de barreras para la restauración

Entendiendo que las barreras de restauración impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos, se identificaron las que se detallan a continuación:

Presencia de lagomorfos

Se observó la presencia de lagomorfos en el área y se identifica como una de las mayores amenazas para la plantación. Roen las plantas hasta generar su muerte o disminuyen abruptamente el crecimiento, ya que son capaces de cortar por completo la planta a nivel de suelo.

Especies exóticas invasoras

Existe una presencia importante de aramo (*Acacia dealbata*), puede llegar a ser una barrera muy fuerte si se descuida el crecimiento de los propágulos, sobre todos los que pueden desarrollarse al interior y lugares cercanos a los núcleos de plantación. Existe una carga importante de semillas en el suelo esperando germinar, su desarrollo desmedido sombrea el espacio, favorece la propagación de incendios y compite por agua y nutrientes.

Otra especie importante de destacar, ya que tiene una presencia fuerte en el área es la chépica (*Cynodon dactylon*), que además de competir por agua, nutrientes y espacio, puede inhibir la regeneración natural de las especies nativas. La chépica forma una capa densa que dificulta o supera la germinación y el crecimiento de las plántulas, lo que es crítico para la sustitución y la continuidad de las poblaciones de belloto del norte (*Beilschmiedia. Miersii*) y otras especies clave del ecosistema.

Déficit hídrico

La tendencia del cambio climático en relación con el abastecimiento hídrico en la región costera de Chile central es de alta preocupación, con un aumento en la disminución de las precipitaciones, alteración de los patrones de precipitación y un impacto negativo en los microclimas húmedos esenciales para los bosques de belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), se presenta como una



amenaza que podría tener un alto impacto negativo en el crecimiento y desarrollo del ecosistema en vías de restauración.

3.2 Ecosistema de Referencia

Para determinar el ecosistema de referencia para la restauración en la zona aledaña al estero Mantagua, fue fundamental considerar las características de los bosques de belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), las cuales son relevantes en la región de Valparaíso.

El belloto del norte es una especie arbórea endémica de Chile central, clasificado el año 2008 como monumento natural, actualmente vulnerable a la extinción. Se distribuye desde La Ligua, región de Valparaíso, hasta Doñihue, que se encuentra en la región del Libertador Bernardo O'Higgins, desde algunos sectores costeros hasta aproximadamente los 1.200 m.s.n.m. en la Cordillera de la Costa, hacia el océano Pacífico.

Los bosques de belloto del norte se caracterizan por compartir hábitat con especies arbóreas de hoja perenne, adaptadas a las condiciones climáticas de la región central de Chile. La región de Valparaíso alberga diversos tipos de bosques nativos, incluyendo los bosques de belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), cuya estructura y dinámica han sido estudiadas en la Cordillera El Melón siendo este el árbol dominante, acompañado por otras especies como el peumo (*Cryptocarya alba*) y el molle (*Schinus latifolius*) (Brito-Rozas E. & Flores-Toro L., 2014).

La dinámica está influenciada por factores como la disponibilidad de agua, la competencia entre especies y la intervención humana. La regeneración natural es un proceso clave, donde las condiciones del suelo y microclima son determinantes para el establecimiento de nuevas plántulas (Brito-Rozas E. & Flores-Toro L., 2014).

Los bosques de *Beilschmiedia miersii*, aportan importantes beneficios ambientales a su entorno, entre los que se destacan calidad de vida, calidad del agua, biodiversidad, conservación de suelo, regulación del clima y valor cultural.

Para definir el ecosistema de referencia, se siguieron varios pasos metodológicos con la consideración de que el área a tratar posee bosques fragmentados de belloto del norte en estado visible de degradación.



Investigación de terreno y selección de áreas. Se realizaron salidas de reconocimiento y se revisó la literatura existente. Como resultado se obtuvo que las áreas que algún día fueron bosques de belloto del norte están muy intervenidas principalmente por la acción humana, manifestándose un grado de degradación de envergadura. Sumado la fragmentación territorial, desecación de las quebradas y la escasa regeneración natural, en conjunto, dan cuenta que está en riesgo la permanencia y la salud de los bosques de *Beilschmiedia miersii* en las áreas de las subcuencas aportantes del humedal de Mantagua.

Consulta con expertos. Se consultó vía comunicación personal a la Dra. Lorena Flores Toro, quien ha estudiado los bosques de belloto del norte de la Comuna de Quintero, permitiendo con el aporte de sus conocimientos seleccionar el ecosistema de referencia, asegurando su representatividad. Cabe destacar que el ecosistema de referencia fue observado el 11 de enero de 2021.

El bosque de referencia se ubica en la localidad de Mantagua, comuna de Quintero, Región de Valparaíso Costa, Lat/Lon: -32.860508552, -71.467577871. Es un área cercana, a menos de 3 km de distancia del área a restaurar. (<https://inaturalist.mma.gob.cl/observations/69994442>), (Figura 2).



Figura 2. Ecosistema de referencia.

El Cuadro 1 muestra el listado de especies identificadas como abundantes en el rodal de belloto del norte definido como ecosistema de referencia, éstas serán la base de las especies seleccionadas para la plantación del área a restaurar.

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Belloto del norte
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo
<i>Schinus latifolius</i>	Molle
<i>Senna stipulacea</i>	Quebracho
<i>Dioscorea bryoniifolia</i>	Dioscorea
<i>Proustia pyrifolia</i>	Parrilla blanca
<i>Cissus striata</i>	Voqui colorado
<i>Lardizabala biternata</i>	Coguilera
<i>Oxalis rosea</i>	Oxalis
<i>Chiropetalum tricuspdatum</i>	Chiropetalum
<i>Adiantum chilense</i>	Palito negro

Cuadro 1. Especies abundantes en ecosistema de referencia. Fuente Dra. Lorena Flores Toro.

3.2.1 Causa de degradación de los bosques de *Beilschmiedia miersii*

Las causas de degradación de los bosques de belloto del norte en la región de Valparaíso, se pueden resumir de la siguiente manera:

Actividades antrópicas. La expansión de las actividades agrícolas y urbanas, son significativas amenazas para estos bosques ya que alteran el hábitat natural y reducen la cobertura vegetal.

Alteración de las quebradas. El hecho de intervenir las quebradas por acción del hombre, ha llevado a la desecación de las mismas, afectando negativamente al microclima húmedo que los bosques de belloto del norte necesitan para el buen establecimiento y desarrollo. Cabe destacar que este cambio ha favorecido a otras especies como *Cryptocarya alba* sobre *Beilschmiedia miersii*

Fragmentación territorial. La distribución fragmentada de los bosques ha reducido la conectividad entre las poblaciones de belloto del norte, aumentando la vulnerabilidad a la extinción.

3.3 Diseño de Plantación

3.3.1 Ubicación de núcleos de plantación en terreno

La superficie total intervenida es de 661 m², dividido en dos núcleos de restauración, paralelos a la ribera del estero Mantagua, denominados Norte y Sur. En la Figura 3, se observa un esquema con los núcleos norte y sur cuyas superficies son 421 m² y 240 m² respectivamente.



Figura 3. Esquema ubicación núcleos de restauración Norte y Sur.

3.3.2 Distribución espacial

La planificación para determinar la distribución espacial de las plantas en terreno, se realizó tomando en consideración las ventajas de la nucleación como herramienta efectiva para la restauración de ecosistemas degradados. Al crear núcleos de vegetación, se puede facilitar la regeneración natural, aumentar la biodiversidad y proteger el suelo, lo que es esencial para la conservación y el manejo sostenible de estos bosques.

Los núcleos norte y sur, en promedio tienen una densidad de plantación de 1 pl/m², sin embargo, sobre cada núcleo se agruparon las plantas en núcleos más pequeños conteniendo agrupaciones de 35 y 44 unidades por circunferencia. La densidad de plantas al interior de cada circunferencia es del orden de 2 pl/m²

La Figura 4, muestra el diseño de plantación de las agrupaciones de plantas al interior de cada núcleo de acuerdo a la superficie disponible.

Los núcleos se conformaron de la siguiente forma:

Núcleo norte, polígono de 30 m de largo x un ancho de 13 m en promedio, compuesto por 3 agrupaciones de 35 plantas más 5 agrupaciones de 44 plantas más 13 plantas aisladas. Total 338 plantas.

Núcleo sur, rectángulo de 30 m de largo x 8 m de ancho, compuesto por 5 agrupaciones de 44 plantas más 20 plantas aisladas. Total 240 plantas.

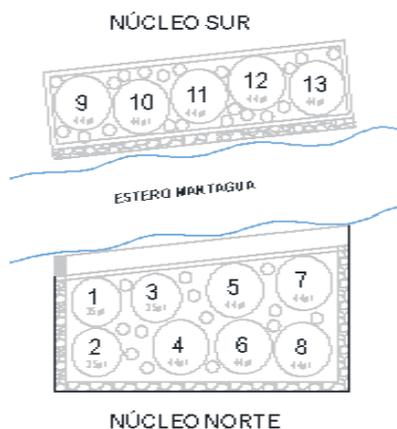


Figura 4. Distribución espacial de plantación, núcleo norte 240 m² y núcleo sur 421 m².

3.3.3 Selección de especies vegetales para la restauración

La selección de especies vegetales para la plantación se sustenta en el estudio del ecosistema de referencia, la información recabada en terreno, la literatura existente y la opinión de expertos. Con esto podemos asegurar que la plantación refleje la diversidad y la estructura natural, aumentando las probabilidades de éxito en la conservación del bosque. Se observa en Cuadro 2, las especies seleccionadas para la restauración.

	Nombre Científico	Nombre Común
	Árboles	
1	<i>Beilschmiedia miersii</i>	Belloto del norte
2	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo
3	<i>Drimys winteri</i>	Canelo
4	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui
5	<i>Peumus boldus</i>	Boldo
6	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay
7	<i>Schinus latifolius</i>	Molle
8	<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo
	Arbustos	
9	<i>Podanthus mitiqui</i>	Mitique
10	<i>Azara celastrina</i>	Lilen
11	<i>Escallonia illita</i>	Ñipa
12	<i>Escallonia revoluta</i>	Lun
13	<i>Myrceugenia obtusa</i>	Rarán
14	<i>Senna stipulacea</i>	Quebracho
15	<i>Tessaria absinthioides siembra</i>	Brea
	Herbáceas	
16	<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	Barba de viejo
17	<i>Eupatium salvia</i>	Salvia macho
	Lianas - Enredaderas	
18	<i>Proustia pyrifolia</i>	Parrilla blanca
19	<i>Dioscorea bryoniifolia</i>	Dioscorea
20	<i>Cissus striata</i>	Voqui colorado
21	<i>Ercilla spicata</i>	Voqui auca
	Helecho	
22	<i>Adiantum chilense</i>	Palito negro

Cuadro 2. Especies seleccionadas para la restauración.

Los Cuadros 3 y 4 que se presentan a continuación muestran las especies seleccionadas para núcleos norte y sur respectivamente.

	Detalle de plantas por circunferencia	NUCLEO NORTE								libres	TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8		
	ARBOLES										
1	<i>Beilschmiedia miersii</i> (belloto del norte)	3	3	3	5	5	5	5	5	4	38
2	<i>Cryptocarya alba</i> (peumo)	5	5	5	5	5	5	5	5	2	42
3	<i>Drimys winteri</i> (canelo)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10
4	<i>Aristotelia chilensis</i> (maqui)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
5	<i>Peumus boldus</i> (boldo)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	16
6	<i>Quillaja saponaria</i> (quillay)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	16
7	<i>Schinus latifolius</i> (molle)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	16
8	<i>Citronella mucronata</i> (naranjillo)	1	1	1	2	2	2	2	2	0	13
	ARBUSTOS										
9	<i>Podanthus mitiqui</i> (mitique)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
10	<i>Azara celastrina</i> (lilen)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
11	<i>Escallonia illita</i> (ñipa)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
12	<i>Escallonia revoluta</i> (lun)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
13	<i>Myrceugenia obtusa</i> (rarán)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	16
14	<i>Senna stipulacea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
15	<i>Tessaria absinthioides</i> (brea) siembra	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HERBÁCEAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>Eupatorium glechonophyllum</i> (barba de viejo)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
17	<i>Eupatrium salvia</i> (salvia macho)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ENREDADERA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Proustia pyrifolia</i> (parrilla blanca)	2	2	2	2	2	2	2	2	0	16
19	<i>Dioscorea bryoniifolia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
20	<i>Cissus striata</i> (voqui colorado)	1	1	1	2	2	2	2	2	0	13
21	<i>Ercilla espicata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HELECHO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Adiantum chilense</i> (palito negro)	1	1	1	3	3	3	3	3	0	18
	TOTAL DE PLANTAS unidades	38	38	38	44	44	44	44	44	13	347

Cuadro 3. Especies vegetales seleccionadas para plantación núcleo norte.

	Detalle de plantas por circunferencia	NUCLEO SUR						libres	TOTAL
		9	10	11	12	13			
	ARBOLES								
1	<i>Beilschmiedia miersii</i> (belloto del norte)	5	5	5	5	5	4	29	
2	<i>Cryptocarya alba</i> (peumo)	5	5	5	5	5	3	28	
3	<i>Drimys winteri</i> (canelo)	2	2	2	2	2	2	12	
4	<i>Aristolelia chilensis</i> (maqui)	2	2	2	2	2	1	11	
5	<i>Peumus boldus</i> (boldo)	2	2	2	2	2	0	10	
6	<i>Quillaja saponaria</i> (quillay)	2	2	2	2	2	0	10	
7	<i>Schinus latifolius</i> (molle)	2	2	2	2	2	1	11	
8	<i>Citronella mucronata</i> (naranjillo)	1	1	1	1	1	0	5	
	ARBUSTOS								
9	<i>Podanthus mitiqui</i> (mitique)	2	2	2	2	2	1	11	
10	<i>Azara celastrina</i> (lilen)	2	2	2	2	2	1	11	
11	<i>Escallonia illita</i> (ñipa)	1	1	1	1	1	1	6	
12	<i>Escallonia revoluta</i> (lun)	1	1	1	1	1	1	6	
13	<i>Myrceugenia obtusa</i> (rarán)	2	2	2	2	2	2	12	
14	<i>Senna stipulacea</i>	1	1	1	1	1	0	5	
15	<i>Tessaria absinthioides</i> (brea) siembra	1	1	1	1	1	0	5	
		0	0	0	0	0	0	0	
	HERBÁCEAS	0	0	0	0	0	0	0	
16	<i>Eupatorium glechonophyllum</i> (barba de viejo)	2	2	2	2	2	1	11	
17	<i>Eupatrium salvia</i> (salvia macho)	2	2	2	2	2	2	12	
		0	0	0	0	0	0	0	
	ENREDADERA	0	0	0	0	0	0	0	
18	<i>Proustia pyrifolia</i> (parrilla blanca)	2	2	2	2	2	0	10	
19	<i>Dioscorea bryoniifolia</i>	2	2	2	2	2	0	10	
20	<i>Cissus striata</i> (voqui colorado)	2	2	2	2	2	0	10	
21	<i>Ercilla espicata</i>	1	1	1	1	1	0	5	
		0	0	0	0	0	0	0	
	HELECHO	0	0	0	0	0	0	0	
22	<i>Adiantum chilense</i> (palito negro)	2	2	2	2	2	0	10	
	TOTAL DE PLANTAS unidades	44	44	44	44	44	20	240	

Cuadro 4. Especies vegetales seleccionadas para plantación núcleo sur.

3.4 Implementación del Proyecto

3.4.1 Actividades previas

Corta y manejo de especies exóticas

La primera actividad del proyecto de restauración consistió en la extracción de aromos (*Acacia dealbata*), especie invasora de gran envergadura presentes en núcleo norte, corte a ras de suelo, sin proceder a la remoción de los tocones. Este proceso se llevó a cabo mediante una empresa especializada. Cabe destacar que *Acacia dealbata* no requiere plan de manejo forestal autorizado por CONAF.

La extracción de zarzamora (*Rubus ulmifolius*) se realizó a continuación, ya que es una actividad crucial en la restauración de ecosistemas, especialmente en áreas donde esta especie se ha convertido en una amenaza significativa. La zarzamora es una planta invasora que compete agresivamente con la flora nativa, lo que puede llevar a la disminución de la biodiversidad y a la alteración de los ecosistemas locales. Su capacidad para invadir y cubrir grandes áreas pone en riesgo las especies endémicas y los hábitats naturales.

Por otro lado, en el núcleo sur se llevó a cabo una poda de limpieza de los dos molles (*Schinus latifolius*) presentes, lo que ayuda a mantener su salud y forma. Se podó el miosporo (*Myoporum laetum*) que había invadido gran parte del área, y se extrajo de raíz la zarzamora presente en la zona, buscando así restaurar la biodiversidad y el equilibrio ecológico del ecosistema, oportunidad de recuperarse y regenerarse de manera natural.

La presencia de chépica (*Cynodon dactylon*), requirió tomar medidas drásticas para eliminar al máximo los estolones

Manejo y extracción de chépica (*Cynodon dactylon*)

En los programas de restauración ecológica, las malezas presentan un problema de gran importancia ya que desde el punto de vista ecológico pasan a ser una barrera para la restauración, ocupando un espacio en el ecosistema que se quiere restaurar.

Específicamente en este caso la presencia de chéptica (*Cynodon dactylon*) es un peligro latente para el éxito de la restauración ya que además de reproducirse por semilla, también lo hace por medio de estructuras vegetativas que le permiten aumentar su población con mucha facilidad.

Se realizó un manejo integrado donde las acciones aplicadas para bajar la población de chéptica con un horizonte de cero presencia, permitan el buen desarrollo y establecimiento de las especies nativas que se plantaron.

Se realizó un Manejo Integrado donde se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Levantar por medio de una máquina con dientes la primera capa de suelo.
2. Retirar manualmente los estolones evitando hacer cortes innecesarios del material vegetal.
3. Volteo mecánico del suelo a 60 a 70 cm de profundidad de suelo para eliminar restos en profundidad y airear el suelo.
4. Rastrillar manualmente para eliminar el máximo de estolones.
5. Estar al pendiente de apariciones de nuevos rebrotes para tomar acción inmediata de su eliminación.
6. Establecer una franja seca perimetral, de 1 m de ancho, con una lámina de gravilla de 10 cm de espesor, contenida en su base por una cubierta de malla antimaleza, dispuesta en forma de corchete enterrado a cada costado de la franja.

3.4.2 Plantación

La plantación de núcleos de restauración en el Estero Mantagua es un proceso fundamental para recuperar y restaurar el ecosistema degradado. A continuación, se desarrollan los pasos clave para llevar a cabo esta plantación de manera efectiva.

Limpieza del terreno. Se eliminó del área desechos de construcción enterrados, árboles exóticos de gran tamaño, malezas varias y chéptica en una cobertura de 100% en núcleo norte y 20% en núcleo sur, acumulación de al menos 5 m³ de vainas de aramo (*Acacia dealbata*), y piedras mayores en el área donde se realizó la plantación.



Descompactación del suelo. Se utilizó una miniexcavadora para descompactar el suelo a una profundidad de 60 cm en promedio. Esto permitirá mejorar la condición de oxigenación del suelo, por tanto, una mejor penetración de agua y nutrientes entre otros beneficios.

Trazado plantación. El trazado de la plantación es el primer paso para establecer la disposición de las plantas. Este proceso implica definir la ubicación exacta donde se plantarán las especies seleccionadas, considerando factores como el tipo de suelo y las necesidades específicas de cada especie. Se utilizaron estacas para asegurar las distancias.

Instalación malla control lagomorfos. La instalación de mallas para el control de lagomorfos, como conejos y liebres, es una estrategia efectiva para proteger las plantas y cultivos de daños. A continuación, se describen los pasos y consideraciones clave para llevar a cabo esta instalación de manera efectiva.

Se instaló manualmente una malla de protección a una altura de 60 cm. Malla gallinero recubierta para aumentar la durabilidad.

1. Confección de zanja.
2. Instalación de fierro estriado 8 mm de grosor x 1,2 m de largo, enterrado cada 3 m con refuerzo en cambio de dirección.
3. Instalación malla y alambres tensores fijados en la parte alta y base de la malla. Alambre galvanizado N° 18.

Instalación cerco para control de ganado. La instalación del cerco para el control de ganado ovino y equino se instaló en núcleo sur una vez terminada la plantación, ya que durante el proceso se evidenció la presencia y daño de los animales que transitan por la ribera del estero Mantagua. Largo total 50 m.

1. Confección de hoyos para instalación de polín de pino impregnado de 4" a 5" de grosor y 2,4 m de largo.
2. Instalación de postes cada 3 m de distancia, enterrados a 60 cm, dejando libre 1,8 m de altura en tres costados, el costado cuarto es el cerco existente paralelo a la calle principal. Se instalaron refuerzos en las esquinas y en cada hoyo se agregó hormigón preparado para darle mayor firmeza al cerco.



3. Se construyó una puerta de acceso.
4. Se instalaron 4 cuatro hebras de alambre de púas galvanizado Moto 500, de 16 mm.

Ahoyadura. La ahoyadura es un proceso esencial en la preparación del suelo para la plantación, especialmente cuando se busca mejorar la calidad del suelo que recibirá la planta mediante la incorporación de materia orgánica y fertilización basal, considerando un hoyo de 40 x 40 x 40 cm, la incorporación de 9 litros de compost por planta y el uso de fertilizantes de entrega lenta.

Aplicación de materia orgánica y fertilización basal. Se incorporó fertilizante en la mezcla de tierra en dosis baja 50 gr/planta, y materia orgánica a razón 9 litros/planta. Se mezcla bien para que los nutrientes estén distribuidos uniformemente.

Confeción franja protección avance chéptica. Se realizó un manejo integrado donde las acciones aplicadas se describen en el punto manejo y extracción de chéptica (*Cynodon dactylon*).

Riego pre plantación y distribución de plantas. Antes de disponer las plantas en el hoyo, se aplicó agua en el hoyo llenándolo, para humedecer adecuadamente. Esto ayudará a activar los nutrientes y facilitará el establecimiento radicular.

Plantación y riego post plantación. Se puso la planta en el centro del hoyo, asegurándose de que el cepellón esté a nivel con la superficie del suelo circundante. Se rellenó cuidadosamente con la mezcla preparada, asegurando que no queden bolsas de aire alrededor del cepellón.

Riego Post Plantación. Después de rellenar el hoyo, aplicar nuevamente agua (si es necesario) para asentar el suelo alrededor de las raíces. Asegurarse de que el sustrato esté bien húmedo, pero no saturado. Confeccionar una taza conteniendo los bordes para mejor aprovechamiento del agua.

Aplicación de mulch. Se aplicó alrededor de la taza una capa de *mulch* orgánico (corteza de pino) alrededor de la base de la planta para conservar humedad, reducir malezas y mejorar la temperatura del suelo.

3.4.3 Sistema de riego

Antes de desarrollar este apartado, es importante tener en cuenta que, en una primera etapa, se debe considerar el riego. Durante la tercera etapa (3 a 5 años), se evaluará su continuidad, la cual dependerá de las condiciones climáticas y del análisis de los monitoreos realizados previamente registrados durante el monitoreo.

Se diseñó un sistema de riego por goteo de acuerdo a la necesidad de las plantas, fuente de agua y condición de terreno.

Fuente de agua: La fuente de agua es un pozo ubicado al interior de la propiedad, el agua en forma manual mediante manguera es acumulada en un estanque de 3.400 litros que se ubicó enterrado en el suelo al costado norte del núcleo norte. El agua y estanque son de uso exclusivo para el riego de la restauración.

Bases de diseño:

Superficie total a regar	578 m ²
Litros/planta/semana	4 a 6 litros
Volumen bruto/semana	2.430 – 3.035 litros
Presión de trabajo emisor Gotero autocompensado	15 a 38 mca

Cuadro 5. Base de diseño proyecto riego

Cálculo hidráulico:

El criterio empleado para el cálculo hidráulico toma en consideración la situación más crítica en cuanto a los requerimientos de presión, diferencias de cota del terreno y el tipo de emisor.

La red hidráulica que se visualiza en Figura 5, se compone por una matriz de polietileno de 40 mm de diámetro, a una distancia de 13 m entrega agua en válvula 1, siguiendo hacia el sur entre los 5 m y 6 m a las válvulas 2 y 3. A partir de ese punto la sub matriz de la válvula 3, recorre lo suficiente para cruzar el estero de Mantagua y abastecer de agua el núcleo sur.

Memoria de Cálculo:

Caudal de trabajo	32	l/m
Presión de Trabajo Emisor	15	mca
Pérdida en red de emisores	0,2	mca
Pérdida en Válvula	1,0	mca
Pérdidas en Matriz	0,1	mca
Pérdidas en Fitting	0,1	mca
Sub Total	16,3	mca
Nivel de Succión	1	mca
Total Pérdida de carga	17.3	mca

Cuadro 6. Memoria de cálculo

Los requerimientos del sistema son caudal 32 l/min y presión 17,3 mca.

El cuadro 7, indica la cantidad de goteros y caudal por circuito.

CIRCUITO	GOTERO	microflaper 4l/h
	caudal Q l/min	0.066
Circuito 1	Nº Goteros	338
	litros / min	23
Circuito 2	Nº Goteros	338
	litros / min	23
Circuito 3	Nº Goteros	480
	litros / min	32
TOTAL	Nº Goteros	1.156

Cuadro 7. Cantidad de goteros y caudal por circuito

Programa de riego

El programa de riego se realiza con una frecuencia de 1 vez por semana por 35 minutos de tiempo como se detalla en el Cuadro 8. El aporte de agua es aproximadamente de 4,6 litros/ semana/ planta.

PROGRAMA DE RIEGO SEMANAL			
Día	Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3
Lunes			
Martes			
Miércoles			
Jueves	35min	35min	35min
Viernes			

Cuadro 8. Programa de riego semanal

Equipos:

Los equipos elegidos para la distribución de la lámina de riego se detallan a continuación.

La Figura 6 presenta la bomba centrífuga Pentax CM75/60.



Figura 6. Bomba Pentax CM75/60.

Tipo de bomba: Es una bomba centrífuga con un rodete, diseñada para ser extremadamente silenciosa.

Aplicaciones: Es adecuada para aplicaciones domésticas, civiles e industriales.

Curva de rendimiento: Tiene una curva extremadamente plana, lo que garantiza presiones casi constantes incluso cuando varía el caudal.

Materiales: El cuerpo de la bomba está hecho de hierro fundido, y el rodete puede ser de noryl o latón, dependiendo del modelo específico.

Motor: Cuenta con un motor de inducción de 2 polos, disponible en versiones trifásicas y monofásicas.

Protección: Tiene un grado de protección IPX4, adecuado para diversas condiciones ambientales.

Temperatura de operación: Puede operar en un rango de temperatura ambiente de 0 a 90 °C.

La Figura 7 presenta la curva característica de la bomba y la Figura 8 las especificaciones técnicas de la Bomba Pentax CM75/60.

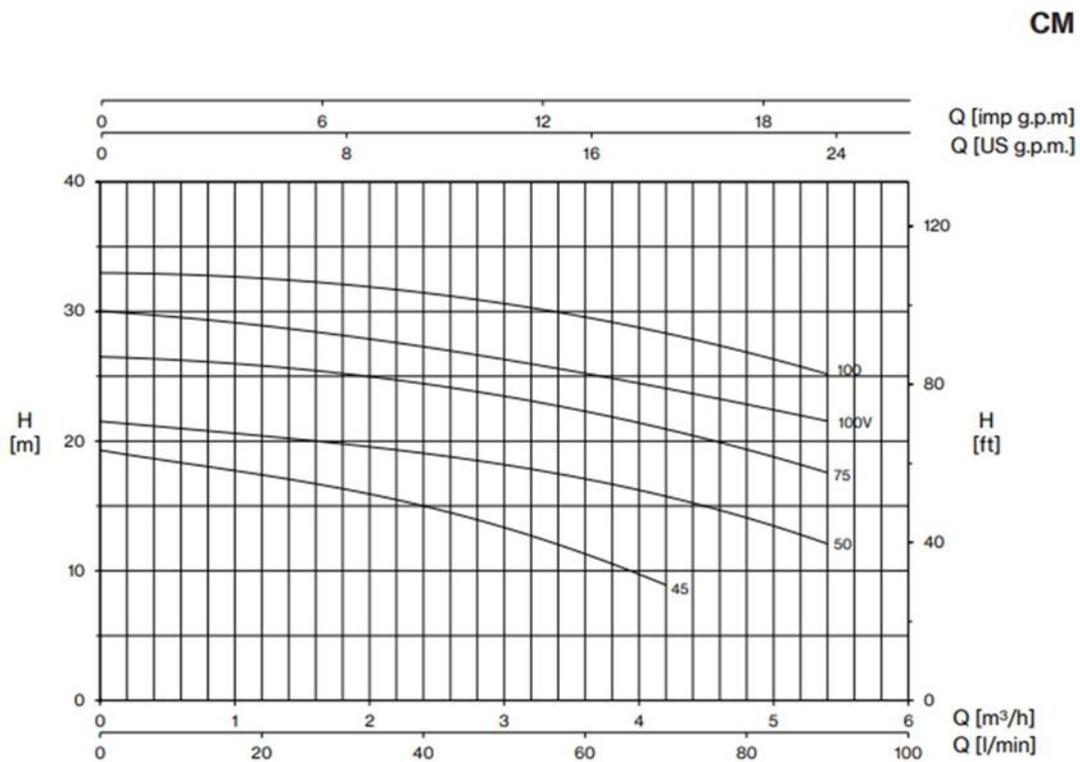


Figura 7. Curva Bomba Pentax CM75/60.

TYPE		P2		P1 (kW)		AMPERE		Q (m ³ /h - l/min)						
1-	3-	HP	kW	1-	3-	1x230 V 50 Hz	3x400 V 50 Hz	0	1,2	2,4	3,6	4,2	4,8	5,4
								0	20	40	60	70	80	90
								H (m)						
CM 45	CMT 45	0,4	0,3	0,51	0,56	2,3	1,0	19,3	17,4	15,0	11,3	8,9		
CM 50	CMT 50	0,5	0,37	0,59	0,65	2,8	1,1	21,5	20,5	19,0	17,0	15,8	14,2	12,0
CM 75	CMT 75	0,8	0,59	0,9	0,94	4,5	1,7	26,5	25,8	24,5	22,2	20,9	19,5	17,5
CM 100 V	-	1	0,74	1,05	-	4,6	-	30,0	29,0	27,2	25,2	24,1	22,9	21,5
CM 100	CMT 100	1	0,74	1,16	1,17	5,7	2,0	33,0	32,5	31,5	29,6	28,3	26,8	25,2

Figura 8. Especificaciones Técnicas Bomba Pentax CM75/60.

La Figura 9 muestra el Filtro de Malla AZUD 1 1/4".



Figura 9. Filtro Azud 1,1/4".

El filtro de malla AZUD 1 1/4" es un componente esencial para sistemas de riego, diseñado para garantizar una filtración eficiente y mantener la calidad del agua utilizada en el riego.

Material de Construcción: Fabricado en polipropileno, lo que asegura alta resistencia y durabilidad frente a condiciones ambientales adversas.

Facilidad de Mantenimiento: Los elementos filtrantes son extraíbles y lavables, lo que reduce la frecuencia e intensidad de las labores de mantenimiento.

Juntas de Estanqueidad: Incluye juntas especiales que evitan el extravío o deterioro durante las operaciones de mantenimiento, asegurando un sellado efectivo.

Beneficios

Eficiencia en Filtración: Proporciona una filtración efectiva que protege los goteros y otros componentes del sistema de riego, evitando obstrucciones.

Ahorro en Mantenimiento: Su diseño facilita el mantenimiento regular, lo que ahorra tiempo y costos operativos.

El filtro de malla AZUD 1 1/4" es una solución confiable para asegurar la calidad del agua en sistemas de riego, contribuyendo a un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico.

Período de garantía: 1 año

Gotero Microflaper. Caudal 4l/h.

Gotero con sistema auto-compensado y autolimpiante. Presión de trabajo 0.6 a 4 bar (Figura 10).

Se instalaron 2 goteros por planta, con el objetivo de proporcionar un bulbo de mojado equilibrado a nivel de raíces.



Figura 10. Gotero autocompensado Microflaper 4 l/h.

Resguardos del sistema

Para resguardar el buen funcionamiento del sistema de riego, se instalaron los siguientes elementos:

- a. 1 llave de paso, instalada en cada válvula de riego.
- b. 3 cajas guarda válvulas de 10" para proteger la llave de paso de cada circuito.



- c. 3 cajas guarda válvulas de 7" para proteger las válvulas de cada circuito.
- d. Estacas de anclaje al interior de los núcleos para sostener la planza de riego.

Etapas instalación red de riego

Etapas instalación red de riego

1. Trazado red de riego.
2. Instalación estanque.
3. Confección zanjas e instalación matrickería.
4. Instalación válvulas y submatrices de riego.
5. Conexión a la fuente de agua.
6. Pruebas de presión.
7. Instalación bomba.
8. Instalación de un controlador de riego.
9. Instalación de planza 16mm.
10. Instalación de goteros posterior a la plantación.
11. Pruebas de funcionamiento.
12. Anclaje red de riego
13. Puesta en marcha

3.5 Registro fotográfico plantación



Foto 1. Zarzamora y miosporo (*Myoporum Laetum*) núcleo sur, situación antes del control de invasoras.



Foto 2. Corta de aromos (*Acacia dealbata*), especie invasora en el núcleo norte.



Foto 3. Retiro aromos en el núcleo norte.



Foto 4. Vista previa al corte del miosporo (*Myoporum Laetum*).



Foto 5. Postura de cerco malla después del corte de miosporo (*Myoporum Laetum*).



Foto 6. Presencia de chéptica en el núcleo sur.



Foto 7. Extracción mecánica de chéptica.

Implementación Proyecto Piloto de Restauración
Junto a las Riberas Norte y Sur del Estero Mantagua



Foto 10. Condición suelo sin chéptica.



Foto 11. Extracción vaina de *Acacia dealbata* acumulada con los años.



Foto 12. Corte raíces gruesas superficiales.
árboles cortados



Foto 13. Descompactación suelo con máquina.



Foto 14. Descompactación del suelo con máquina.



Foto 15. Instalación corchete malla antimaleza perimetral en el núcleo norte.



Foto 16. Suelo preparado trazado circunferencia para
plantación en núcleo norte.



Foto 17. Extracción raíces y estolones de
chépica.



Foto 18. Plantación.



Foto 19. Plantación.



Foto 20. Aplicación de corteza en tazas de plantación.



Foto 21. Instalación malla para control lagomorfos.

3.6 Registro fotográfico de riego



Foto 1 Caseta y estanque de riego.

Implementación Proyecto Piloto de Restauración
Junto a las Riberas Norte y Sur del Estero Mantagua



Foto 2 Estanque de riego enterrado.



Foto 3 Caseta bomba y control de sistema de riego.



Foto 4 Caseta de bomba.



Foto 5 Placa de bomba.



Foto 6 Manómetro e instalación cebado bomba



Foto 7 Programador sistema de riego



Foto 8 Filtro 1 1/4".



Foto 9 Instalación matriz de riego.



Foto 10 Instalación válvula 2 y válvula 3



Foto 11 Caja guarda válvula



Foto 12 Submatriz de riego circuito 3 Cruce Estero Mantagua.



4 Consideraciones y Aprendizajes

El humedal de Mantagua es un ecosistema crítico que proporciona una variedad de servicios ecosistémicos y soporta una rica biodiversidad. Su conservación y restauración son esenciales para mantener la salud del ecosistema y los beneficios que proporciona a las comunidades locales y al medio ambiente en general.

La importancia de valorar la gestión sustentable como uno de los pilares fundamentales de la restauración permite asegurar el uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades presentes sin comprometer un desarrollo sostenible.

La restauración ecológica no es un evento único, es un proceso continuo que requiere monitoreo, mantenimiento y ajustes periódicos basados en resultados observados.

Los proyectos que contribuyen a la valoración del patrimonio natural por parte de la comunidad promueven una conexión emocional con el ecosistema, lo que es fundamental para su conservación a largo plazo.

Existe un conjunto de etapas del proceso de restauración que son particularmente vulnerables y requieren atención especial y estrategias consolidadas para asegurar que los esfuerzos de restauración sean exitosos.

Cada proyecto puede tener desafíos específicos, pero existen temas comunes y críticos en muchos contextos de restauración ecológica. El establecimiento de especies nativas a menudo es difícil por la competencia con especies invasoras, condiciones de suelo, calidad de las especies vegetales y disponibilidad de las especies nativas en los viveros comerciales y otros. En el control de las especies invasoras, requiere monitoreo y manejos continuos y la erradicación completa es a veces imposible. La participación de la comunidad local es esencial en la sostenibilidad a largo plazo pero es a menudo difícil de mantener sin educación y compromisos adecuados. Para recuperar las funciones ecológicas, se deben restaurar los procesos ecológicos que puede ser muy complejo y lento. Por último, el financiamiento y los recursos son escasos, lo que hace que la continuidad y el seguimiento sean difíciles.



Todos los aprendizajes obtenidos de las acciones de restauración ecológica son fundamentales para guiar futuras iniciativas exitosas en humedales costeros, la importancia del acceso a la información tanto de éxitos como de fracasos podría contribuir a la creación de estrategias más efectivas y adaptadas a las realidades locales, fomentando la colaboración entre comunidades, expertos y autoridades. Esto no solo facilitaría el intercambio de buenas prácticas, sino que también permitiría identificar y mitigar riesgos potenciales en proyectos futuros. Además, el aprendizaje compartido puede impulsar la educación ambiental, sensibilizando a las comunidades sobre la importancia de estos ecosistemas y motivándolas a participar activamente en su conservación.



5 Referencias Bibliográficas

- Amigo, J., & Flores Toro, L. (2012). Revisión sintaxonómica de los bosques esclerófilos de Chile Central: la alianza *Cryptocaryon albae*. *Lazaroa*, 33, 171-196.
- Asimeone F., & Figueroa-Sandoval C. (2008). Las aves del Humedal Mantagua: riqueza específica. *Boletín Chileno Ornitológico*, 14(1), 26-35.
- Brito Rozas E., E., & Flores-Toro L. (2014). Estructura y dinámica de los bosques de belloto el norte (*Beilschmiedia miersii*) de la Cordillera El Melón, comuna de Nogales, región de Valparaíso, Chile. *Bosque*, 35(1), 13-21.
- CONAMA-PNUD. (2005). *Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica. Región de Valparaíso*.
- Contreras M., C. Zuleta, J. Fariña, C. Larraguibel, & J. Salcedo. (2021). *Informe Final Propuesta Técnica delimitación del humedal de Mantagua e identificación de áreas prioritarias a restaurar en la cuenca asociada (Piloto Región de Valparaíso)*. Consultora Dinámica Costera. Recuperado el 13 de February de 2025, de Proyecto GEF Humedales Costeros, ONU Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente.:
https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/2021-05-06-Informe-03-GEF-Mantagua_revCLG_MCL-1.pdf
- Flores L., Contreras M., Figueroa R., & Arenas A. (2022). *Humedal costero de Mantagua*. Ediciones Universidad de Valparaíso.
- Ministerio del Medio Ambiente Chile. (2020). *Humedal De Mantagua*. PROYECTO GEF:
<https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Humedal-de-Mantagua.pdf>
- Sociedad de Restauración Ecológica. (2019). *Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica (2a ed.)*.