

PLAN PILOTO DE ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL ENFOCADO EN FAUNA SILVESTRE

Restauración ecológica subcuenca del estero Mantagua

Región de Valparaíso
Enero 2025

Elaborado por:

NGEN
Ambiental®

Para:



Ministerio del Medio Ambiente

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

Autor:

Gonzalo Ibáñez Villaseca - Biólogo, Lic. en Biología / Diplomado en "Manejo y gestión sustentable de la biodiversidad".

Cita de este documento:

MMA - ONU Medio Ambiente. 2025. Informe Final “Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre: Restauración ecológica subcuenca del estero Mantagua”. Elaborado por equipo Consultora Ngen Ambiental. Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Viña del Mar, Chile. 32 pp.

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	5
2	Objetivos.....	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos	5
3	Metodología	6
3.1	Área de ejecución	6
3.2	Marco conceptual.....	6
3.3	Etapas de desarrollo	8
3.3.1	Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)	9
3.3.2	Etapa 2: Definir tipos de estructuras y los lugares de instalación.....	9
3.3.3	Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos	18
3.3.4	Etapa 4: Construcción de las estructuras	19
3.3.5	Etapa 5: Instalación de las estructuras	19
3.3.6	Etapa 6: Capacitación y monitoreos.....	19
4	Ejecución del Plan en terreno.....	20
5	Taller de Capacitación	23
6	Monitoreos	24
7	Objetivos a largo plazo	25
8	Referencias bibliográficas.....	26
9	Anexos	27
9.1	Fotografías	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Área de ejecución del Plan Piloto.....	6
Figura 3-2. Flujograma de las etapas de trabajo.....	8
Figura 3-3. Tocones para aves herbívoras.....	10
Figura 3-4. Perchas para rapaces.....	11
Figura 3-5. Modelo de casa anidera.....	12
Figura 3-6. Casa refugio de quirópteros.....	14
Figura 3-7. Modelo de casa anidera paseriformes.....	15
Figura 3-8. Pircas.....	16
Figura 3-9. Estructuras de fauna instaladas para el proyecto.....	16
Figura 4-1. Estructuras de fauna instaladas en el sector núcleos de restauración.....	21
Figura 4-2. Estructuras de fauna instaladas en la zona fragmentada.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Tipo y número de estructuras para fauna según el sector de trabajo.....	20
--	----

1 Introducción

El presente documento entrega la metodología y las actividades realizadas en el Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre, como parte integral de la iniciativa de Restauración Ecológica del estero Mantagua a cargo del Proyecto GEF Humedales Costeros. Este Plan Piloto fue ejecutado dentro de la propiedad perteneciente al Condominio Doña Blanca I de Mantagua, situado en la localidad de Mantagua, comuna de Quintero, Región de Valparaíso.

En el área de trabajo se reconocen cuatro formaciones vegetacionales de referencia: bosque y matorral esclerofilo costero, plantaciones asilvestradas de eucaliptus, plantaciones ornamentales ubicadas en los jardines de las residencias y formaciones de pradera compuestas principalmente por herbáceas. En estos ambientes se identifica la fauna (nativa e introducida) que será parte de los análisis para definir estructuras de enriquecimiento ambiental.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar un plan piloto para el enriquecimiento de fauna silvestre en el marco de las acciones de Restauración Ecológica, implementadas por el Proyecto GEF Humedales Costeros, abarcando un área designada como sitio prioritario dentro del estero Mantagua¹.

2.2 Objetivos específicos

- i. Elaborar un plan de trabajo para el diseño, construcción e implementación de estructuras para el enriquecimiento de fauna silvestre en dos núcleos de restauración ecológica activa (con flora nativa).
- ii. Elaborar un plan de trabajo para el diseño, construcción e implementación de estructuras para el enriquecimiento de fauna silvestre en un sector asociado a matorral y bosque esclerofilo en proceso de fragmentación, cuyo enfoque es la restauración de vegetación pasiva.
- iii. Realizar una capacitación teórica-práctica en terreno para la instalación y monitoreo de las estructuras de fauna.

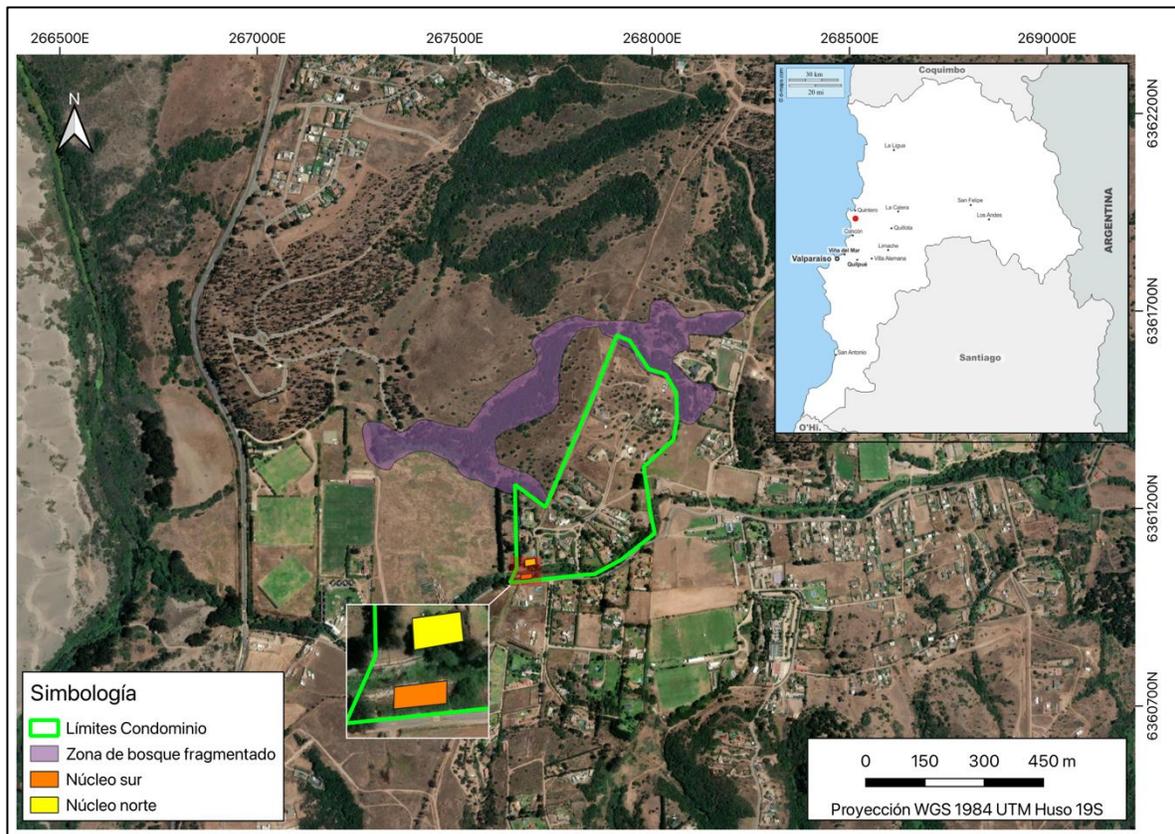
¹ Contreras M., C. Zuleta, J. Fariña, C. Larraguibel y J. Salcedo (2021). Informe Final Propuesta Técnica delimitación del humedal de Mantagua e identificación de áreas prioritarias a restaurar en la cuenca asociada (Piloto Región de Valparaíso). Consultora Dinámica Costera. Proyecto GEF Humedales Costeros, ONU Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. URL: https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/2021-05-06-Informe-03-GEF-Mantagua_revCLG_MCL-1.pdf

3 Metodología

3.1 Área de ejecución

El área de ejecución del Plan se localiza en el condominio Doña Blanca I de Mantagua y sus alrededores, ubicado hacia el este de la ruta F-30-E, en la zona rural de la comuna de Quintero, región de Valparaíso. Este sector abarca una superficie aproximada de 13,9 hectáreas. En esta área se encuentran ubicados los dos frentes de trabajo en base a los objetivos de este Plan, i) núcleos de restauración (norte y sur) y ii) zona de matorral y bosque esclerófilo fragmentado (Figura 3-1).

Figura 3-1. Área de ejecución del Plan Piloto.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Marco conceptual

Las relaciones que existen entre la fauna y la vegetación son muy importantes. Los animales se comportan como verdaderos promotores de la vegetación, y esta les entrega refugio y/o alimento.

La fauna desempeña un rol fundamental en la restauración ecológica de hábitats degradados, facilitando el retorno de los ecosistemas a su estado original o a una condición funcionalmente similar. Sus contribuciones abarcan múltiples procesos clave, entre ellos:

- Polinización: Muchas especies animales son esenciales para el transporte de polen, asegurando la reproducción de diversas plantas.
- Dispersión de semillas: A través de su alimentación y desplazamiento, los animales distribuyen semillas, favoreciendo la regeneración de la vegetación.
- Herbivoría controlada: Al consumir ciertas plantas, los herbívoros regulan la vegetación y contribuyen a reducir la biomasa inflamable, disminuyendo el riesgo de incendios.
- Descomposición: La actividad de la fauna acelera la descomposición de materia orgánica, enriqueciendo el suelo con nutrientes esenciales.
- Indicador de éxito: La presencia y actividad de la fauna sirven como un indicador de progreso en los procesos de restauración, reflejando la recuperación del ecosistema.

Existen varias técnicas para promover la riqueza de fauna en un sitio, como favorecer el desarrollo de un sotobosque denso, minimizar la tala de vegetación circundante, controlar las especies exóticas, y la creación de refugios artificiales, ya sea a través del enriquecimiento con troncos y rocas, estructuras de madera, arenales, etc. Los refugios artificiales son una medida de tipo estructural, descrita como mecanismo de mejoramiento y enriquecimiento de hábitats, cuyo objetivo es recrear las madrigueras, nidos o refugios de las especies (Lobos *et al.*, 2021).

Las construcciones animales naturales, como nidos, represas, colonias, galerías subterráneas, etc., cumplen una multitud de funciones (Pallasmaa, 2022):

- Protección frente al entorno físico: control de la temperatura, gestión del agua, impermeabilización y control de la humedad, ventilación y renovación del aire, gestión de los residuos.
- Protección frente a los depredadores: evitar ser detectados o reconocidos, protección mecánica (viviendas fuertes o equipadas con elementos protectores), protección de los nidos por asociación con nidos de otras especies.
- Obtención de alimentos: agricultura, ganadería, enrollado de hojas (realizado por insectos para colocar sus huevos), captura de presas, almacenamiento.
- Comunicación: estructuras que ayudan a la transmisión de mensajes, selección de pareja y reproducción.

El enriquecimiento ambiental enfocado en fauna aumenta el bienestar de los animales colonizadores, debido a que existe una disminución del gasto energético en la búsqueda de lugares adecuados para su refugio, alimentación y/o de reproducción. Al tener un menor gasto, los animales se encuentran más saludables, aumentando las probabilidades de apareamiento y adaptación social, promoviendo el establecimiento de nuevas poblaciones en el área de compensación.

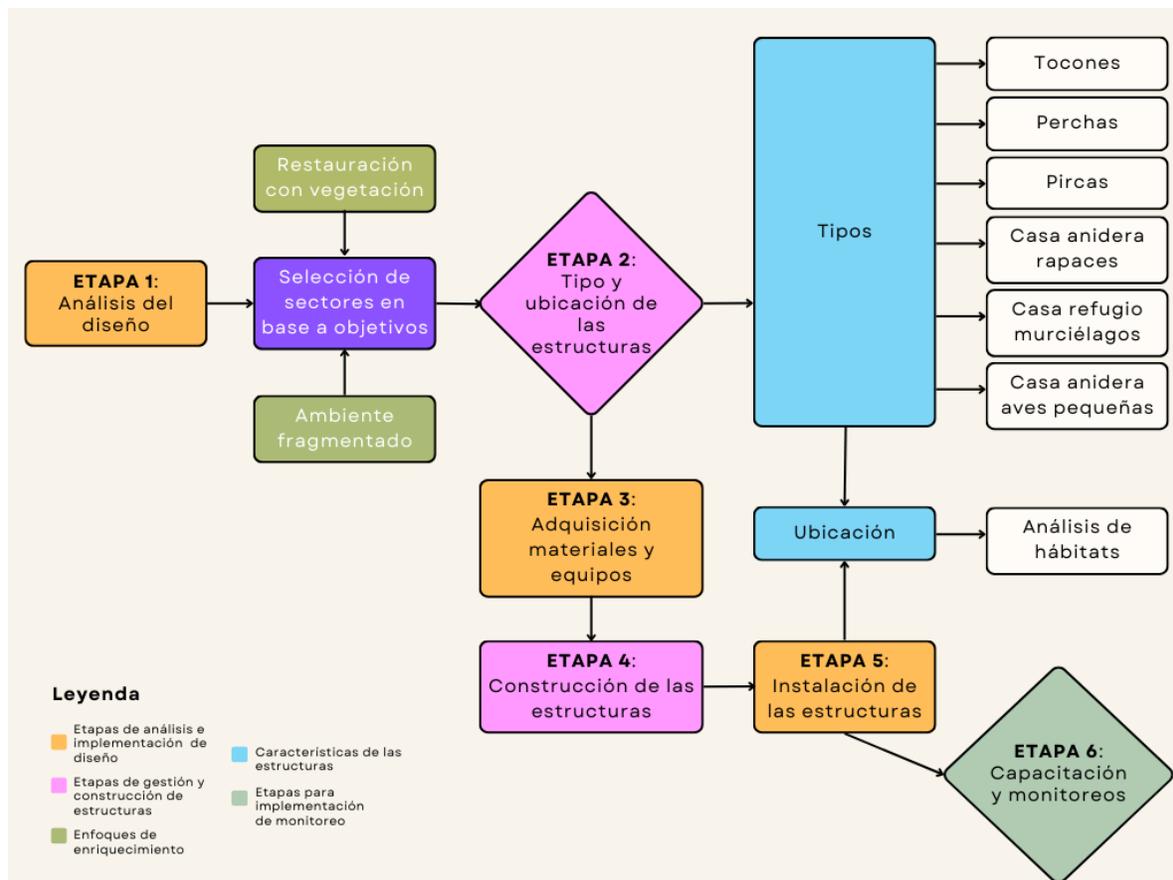
No considerar a los animales en la restauración ambiental, sería como construir una casa que nadie va a habitar.

3.3 Etapas de desarrollo

Para lograr los objetivos planteados, las actividades enmarcadas en el enriquecimiento ambiental para fauna se organizaron en seis etapas (Figura 3-2).

- Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)
- Etapa 2: Definir qué tipo de estructuras y los lugares de instalación
- Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos de trabajo
- Etapa 4: Construcción de las estructuras
- Etapa 5: Instalación de las estructuras
- Etapa 6: Capacitación y monitoreos

Figura 3-2. Flujoograma de las etapas de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Etapa 1: Análisis del diseño (Soluciones basadas en la Naturaleza)

Durante esta etapa se evalúa y analiza la necesidad o problemática a resolver, basándose en el sistema de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). En este caso en particular, se determinaron dos situaciones: i) núcleos de restauración asociada a vegetación nativa (restauración activa) y ii) matorral y bosque esclerófilo fragmentado (restauración pasiva). El enfoque en el primer sector es proteger y potenciar el desarrollo de las especies nativas plantadas, y, en el segundo sector es la restauración pasiva de la vegetación, para así evitar los efectos negativos que trae la fragmentación de hábitats. Para ambos sectores también es importante el control de plagas herbívoras (lagomorfos principalmente).

3.3.2 Etapa 2: Definir tipos de estructuras y los lugares de instalación

En relación a los dos enfoques de trabajo, para el sector de núcleos de restauración activa se determinaron estructuras que promovieran la presencia de fauna que controle herbívoros (control biológico), por ejemplo, la presencia de murciélagos controla las poblaciones de insectos los cuales son atraídos por las plantas nuevas, y, por otro lado, incentivar la presencia de aves rapaces disminuye la presencia de conejos, quienes también pueden dañar las plantaciones. También se consideraron tocones, que permiten expandir la superficie de flora nativa desde el núcleo hacia sus bordes.

Por otro lado, en el sector fragmentado, se priorizan estructuras que favorezcan la presencia de especies de fauna importantes para el equilibrio de los ecosistemas, como murciélagos, rapaces nocturnas y aves paseriformes, cumpliendo un rol en el control de plagas y dispersión de semillas (más especies, más redes ecológicas, más resiliente el ecosistema).

A continuación, se describen los tipos de estructuras a considerar para el enriquecimiento (Figura 3-9).

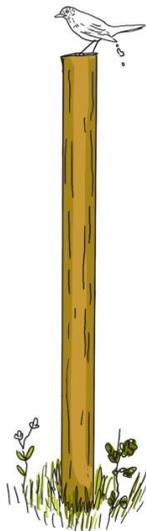
a) Tocones para aves paseriformes

Se basa en la zoocoria o dispersión de semillas por animales. Este proceso tiene lugar cuando un ave se alimenta de semillas del bosque o matorral esclerófilo, y posteriormente la excreta. La semilla pasa por el tracto digestivo mientras se “limpia” por acción de los ácidos gástricos, y luego sale con el mejor fertilizante, las heces. Los tocones permiten al ave reposar (y defecar) en la punta, para luego caer la semilla por gravedad con su fertilizante al suelo, así, esta semilla se convertirá en un futuro arbusto o árbol. El objetivo es permitir la regeneración de la vegetación nativa en los sectores aledaños al núcleo de reforestación.

La estructura consta de un poste de madera enterrado de 80 a 100 mm de diámetro, considerando una altura de 1,5 metros fuera del nivel del suelo (pero puede ser menos dependiendo de la altura de la vegetación circundante). Se recomienda enterrar a una

profundidad de 30 a 40 cm, según la dureza del suelo. Tras la instalación, se debe rellenar el suelo circundante al poste con vegetación seca, proporcionando así protección para las semillas que caigan (Figura 3-3).

Figura 3-3. Tocones para aves herbívoras.



Fuente: GEF Humedales Costeros

b) Perchas para aves rapaces

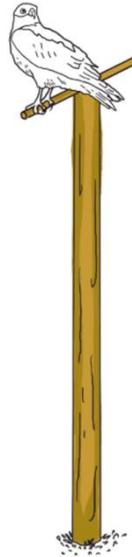
Las perchas son eficaces para especies que suelen cazar roedores y lagomorfos desde posaderos elevados, cerca de campos abiertos o en el límite de los bosques (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Uno de los principales herbívoros plaga que existe en el sector y que puede depredar las pequeñas plantas de la reforestación, es el conejo, por lo que con esta estructura se fomenta la presencia de aves rapaces diurnas y también nocturnas (como peucos, aguiluchos, lechuzas, etc.) que la utilizan para posarse y observar el terreno desde altura, mejorando la visibilidad y su eficiencia para cazar. Complementariamente, con el tiempo las plantas de la reforestación sustituirán a las perchas de forma natural.

La estructura consta de un poste de madera enterrado de 4 a 6 pulgadas de diámetro, considerando una altura mínima de 4 metros fuera del nivel del suelo (en base a la altura de la vegetación nativa circundante, pero puede ser más). En su extremo superior tiene un travesaño de madera (formando una "T") de las siguientes dimensiones: 60 a 100 cm de largo, de 40 a 60 mm de diámetro. Se recomienda enterrar esta estructura a una profundidad de 60 a 80 cm, según la dureza del suelo (Figura 3-4).

Las perchas son altamente recomendables, tanto para rapaces diurnas como para nocturnas y es conveniente instalarlas en invierno, ya que en verano el suelo en ciertas regiones está particularmente compactado y sería necesario usar una máquina para cavar hoyos (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Figura 3-4. Perchas para rapaces.



Fuente: GEF Humedales Costeros

c) Casa anidera para aves rapaces nocturnas

Estructura diseñada para que las aves nocturnas (por ejemplo, la lechuza) puedan poner sus huevos y criar a sus polluelos, aumentando así, la riqueza de depredadores controladores de plagas que tienen actividad crepuscular-nocturna. Esta estructura busca atraer y dar refugio a las aves objetivo para que puedan reproducirse en forma efectiva, se integren y formen parte del ensamble de especies del ecosistema en restauración.

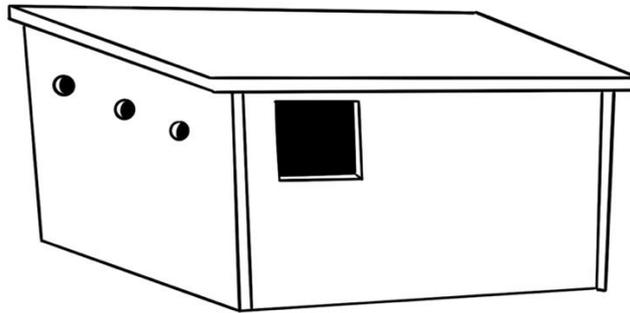
Es importante señalar que las aves rapaces (diurnas y nocturnas) también pueden ser indirectamente dispersoras de semillas, a través del desplazamiento de sus presas, que son las dispersoras directas (dispersión a una mayor distancia por ejemplo al trasladar a un ratón que tenga semillas en sus pelos). Así, pueden actuar como dispersores de semillas interactuando directa o indirectamente a una escala geográfica más amplia, promoviendo la dispersión. Inclusive en las egagrópilas se encuentran elevados números de semillas (Costán, 2018).

Su diseño, construcción e instalación deben ser adecuados a los requerimientos del ave. Por ejemplo, es conveniente hacer tres o cuatro orificios en la base de la casa para proporcionar ventilación y drenar agua, en caso que la casa sufra anegamiento en temporales de lluvia.

Esta estructura debe ser armada como una caja de madera, tal como se observa en la Figura 3-5, teniendo cuidado con objetos que puedan dañar a las aves como astillas y clavos sobresalientes, y considerando los siguientes tamaños de tablas (terciado estructural de 18 mm de grosor para asegurar una adecuada aislación térmica):

- Paredes laterales (x2) 39 x 30 cm
- Pared frontal y trasera (x2) 44 x 30 cm
- Techo 52 x 41 cm
- Base 39 x 48 cm
- Tamaño de la entrada 14 cm de alto x 14 cm de ancho, en una esquina superior.

Figura 3-5. Modelo de casa anidera.



Fuente: Modificado de Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019

Pueden existir diferencias entre autores en relación a las dimensiones de la estructura, por ejemplo, algunos señalan que la entrada debe ser de 15 x 12 cm, y otros de 16 x 16 cm (Figuroa *et al.*, 2005; Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). Por tanto, es crucial obtener resultados de los monitoreos y comparar su efectividad. No obstante, también es fundamental tener en cuenta que en la naturaleza, estos tamaños ya son irregulares, ya que se corresponden con las oquedades de los árboles.

Para una instalación adecuada de la casa nido, es fundamental tener en cuenta varios factores. En primer lugar, es crucial considerar la época del año, ya que se recomienda instalar la casa no más tarde de un mes antes del inicio de la temporada reproductiva, que para las aves rapaces suele ser en primavera (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). Para este proyecto se considera la temporada reproductiva, considerando todas sus etapas, desde agosto a marzo, donde puede ocurrir la ocupación de las casas.

Además, se deben tomar en consideración la exposición, orientación y tipo de hábitat. Las aves tienen preferencias en cuanto a la ubicación de sus nidos, buscando lugares y orientaciones que les proporcionen un ambiente óptimo para la cría. Por ejemplo, orientar la abertura de la casa hacia la salida del sol puede ayudar a que los polluelos reciban más calor durante las mañanas, pero es crucial asegurarse de que estén protegidos de los rayos

directos del sol, generalmente mediante la cobertura proporcionada por el follaje del árbol donde se instala la casa nido. Asimismo, es importante evitar que la abertura esté expuesta a los vientos predominantes (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

En cuanto a la densidad de casas anidaderas, para las lechuzas blancas, y pese a que son territoriales, se pueden instalar las casas relativamente juntas, ya que tendrán éxito en la medida que haya alimento disponible para los nuevos residentes. Si la densidad de roedores es alta se pueden instalar cinco casas anidaderas por hectárea y si la densidad de roedores es baja no más de dos y separadas equidistantemente por 70-100 m (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Cabe resaltar que la madera debe estar tratada para retardar la pudrición y también es útil considerar la cercanía de algún árbol, especialmente para que sirva de refugio a las aves jóvenes cuando comiencen a abandonar el nido, o bien proveer de una percha artificial (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). La percha artificial no fue considerada en este proyecto, ya que, en base a nuestra experiencia, los polluelos quedan muy expuestos y visibles sin la protección de un follaje u otras ramas, sobre todo al momento de sus primeros “saltos” y “vuelos”.

d) Casa refugio para murciélagos

Esta estructura permite el establecimiento de las especies de murciélagos que habitan el sector, los cuales son todos insectívoros, de este modo se mantienen controladas las plagas que pudieran afectar a las pequeñas plantas de la restauración activa.

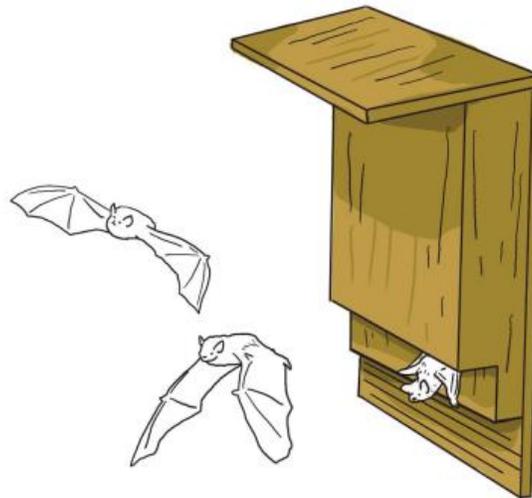
El modelo utilizado es el “Kent Bat Box”². La estructura debe ser armada, considerando los siguientes tamaños de tablas (terciado estructural de 18 mm de grosor) (Figura 3-6):

- Cámaras: 25 x 16 cm / 45 x 20 cm / 33 x 20 cm / 21 x 20 cm
- Laterales (x2): 33 x 2 cm / 21 x 1,5 cm

² La construcción puede basarse en el siguiente manual:

<https://www.tetrixecology.com/single-post/how-to-make-a-kent-bat-box-step-by-step-instructions>

Figura 3-6. Casa refugio de quirópteros.



Fuente: GEF Humedales Costeros

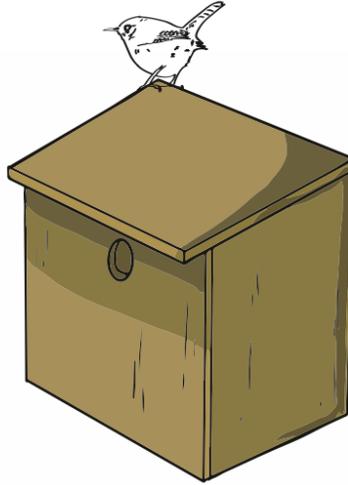
e) Casas anideras para aves paseriformes

Esta estructura ofrece un espacio adicional para que nidifiquen aves paseriformes pequeñas, de este modo, se fomenta la zoocoria y el aumento de la diversidad de aves de un sector degradado. Estas aves también contribuyen al ecosistema controlando plagas al alimentarse de insectos y la zoocoria.

La estructura debe ser armada, considerando los siguientes tamaños de tablas (terciado estructural de 18 mm de grosor) (Figura 3-7):

- 19,5 x 28 cm (techo)
- 19,5 x 22 cm (frente)
- 19,5 x 19,5 cm (base)
- 19,5 x 28 cm (x2 laterales) - luego se cortan diagonal
- 19,5 x 30 cm (trasera)
- Orificio de entrada variable según especie, pero para chercanes, golondrinas, rayaditos y tijerales, se recomienda un diámetro 35 mm.

Figura 3-7. Modelo de casa anidera para aves paseriformes.



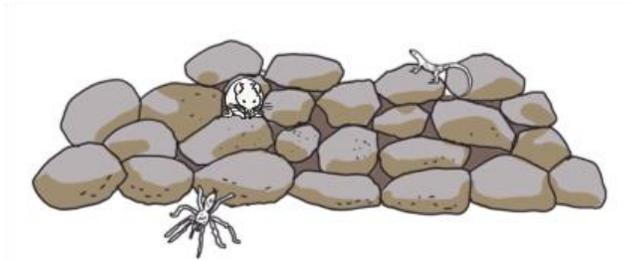
Fuente: GEF Humedales Costeros

f) Pircas para artrópodos, reptiles y micromamíferos

Las pircas (o acumulaciones de piedras) permiten el establecimiento de otras especies de fauna. En primera instancia son ocupadas por insectos y arácnidos, los cuales atraen a sus depredadores (las lagartijas), y estas, además de alimento, encuentran entre las piedras sectores para refugio y sobre ellas un espacio especial para tomar sol. Además estas estructuras pueden ser utilizadas por micromamíferos (como roedores o marsupiales) y también atraen aves paseriformes que defecan sobre las piedras, potenciando nuevamente el fenómeno de la zoocoria.

Para la construcción se recomiendan bolones de 20 cm mínimo, formando un rectángulo de 2 a 4 metros de largo, 50 a 100 cm de ancho y 40 a 60 cm de alto. Se debe facilitar la presentación de espacios entre las piedras para fomentar el uso de la estructura como refugio, se pueden colocar restos de madera o pequeños troncos entre medio. Esta estructura se construye por capas, desde la base, cubriendo toda la extensión. El ancho y el alto serán alcanzados a medida que se van abordando las diferentes capas, lo anterior es para promover la estabilidad de la estructura (Figura 3-8). Para más información sobre su construcción se puede revisar el trabajo de Lobos *et al.*, 2021.

Figura 3-8. Pircas.



Fuente: GEF Humedales Costeros

A diferencia de las estructuras instaladas en Amereida³, en este sector no se consideró la instalación de comederos para aves rapaces debido a varios factores adversos: la constante presencia de personas y mascotas de libre circulación (como perros y gatos), así como la actividad de cazadores en las inmediaciones del condominio. La instalación de un comedero habría sido contraproducente, ya que las rapaces que llegaran con presas podrían ser ahuyentadas por las personas o las mascotas, además de convertirse en un objetivo vulnerable para los cazadores, quienes en muchos casos carecen de conciencia sobre la importancia de estas especies.

Figura 3-9. Estructuras de fauna instaladas para el proyecto.



Tocones para aves passeriformes



Perchas para aves rapaces

³ informe disponible en:
https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/07/Informe-Estructuras-Fauna_Ngen-Ambiental.pdf



Casa anidera para aves rapaces nocturnas



Casa refugio para murciélagos



Casas anideras para passeriformes



Pircas para artrópodos, reptiles y micromamíferos

Fuente: Registro en terreno.

Para definir los lugares de instalación de las estructuras, la metodología se define en base a cada objetivo, a) núcleos de restauración y b) bosque nativo fragmentado. En ambos es necesario realizar recorridos para observar las características de paisaje (suelo, vegetación, fauna, estructuras humanas, etc.) y una línea de base de la fauna objetivo presente. Para esto último, 2 profesionales especialistas en fauna realizaron recorridos de prospección por el condominio y sus alrededores.

Una vez definido “que hay” y “como está ordenado”, se evalúa la ubicación y tipo de cada estructura.

Caso A: Núcleos de restauración.

Se enfocó en base a la ubicación de cada núcleo (2 en total), y la vegetación que lo rodea, que en este caso correspondía principalmente a una plantación asilvestrada de eucaliptos y parches de matorral esclerofilo en el sector fuera del terreno habitacional. Las estructuras a considerar debían fomentar la presencia de fauna insectívora y depredadora (para el control de lagomorfos), junto con la dispersión de semillas nativas, de este modo, se consideraron tocones para aves paseriformes, casas refugio para murciélagos, casas anideras para aves paseriformes, pircas y perchas para aves rapaces.

Caso B: Zonas fragmentadas.

El objetivo de este sector es restaurar pasivamente las zonas fragmentadas del matorral y bosque esclerofilo. La medida se enfoca en las zonas adyacentes al condominio donde existen parches de vegetación nativa, en base a la información recopilada en los recorridos realizados por un biólogo. Para este sector, se instalaron casas nido para aves rapaces nocturnas, casas anideras para aves paseriformes, perchas y casas refugio para murciélagos.

3.3.3 Etapa 3: Adquisición de los materiales y equipos

Esta etapa corresponde a la gestión para la compra de equipos, materiales y muy importante, el dimensionado de las maderas. Se recomienda realizar esto último en una ferretería local especializada, ya que utilizan máquinas de corte más precisas.

Los materiales y equipos consideraron:

- Taladros inalámbricos y con toma de corriente
- Variedad de brocas
- Equipos de protección personal (guantes, antiparras, overol, zapatos de seguridad, bloqueador solar, gorro)
- Equipos de protección para subir árboles (trepaderas, cuerdas de vida, grilletes de izaje, casco de escalada)
- Brochas
- Carbolíneo (para tratar la zona de la madera que queda enterrada en los tocones y perchas)
- Barniz marino
- Aguarrás
- Zunchos de acero inoxidable (para amarre seguro de las casas nido en los árboles). Especificación técnica: zuncho 5/8" x 0.7 mm, grado 304 - hebilla acero inoxidable 5/8", grado 304 - tensador zuncho acero sup. curva
- Planchas de madera: terciado estructural de 18 mm (1.22 x 2.44 metros)
- Escuadras
- Serrucho o sierra eléctrica
- Escalera (sobre 4 metros de alcance)

- Cuerdas de 10 metros o más
- Variedad de tornillos
- Bisagras
- Motosierra

3.3.4 Etapa 4: Construcción de las estructuras

La construcción debe ser organizada y realizada en base al espacio para guardar los materiales y equipos, disponibilidad de vehículos de transporte y disponibilidad de personal. Es importante contar con personas que tengan experiencia en manejo de herramientas y construcción con madera. Nuestro equipo cuenta con una persona que ha realizado cursos de carpintería. En conjunto con lo anterior, la instancia también puede ser utilizada para realizar actividades de voluntariado, así se transmite el conocimiento para otros proyectos (capacitación práctica en terreno).

Los artificios no se deben pintar y en caso de no disponer de madera de recambio para las estructuras que lo requieran, se puede aplicar barniz marino e instalar la estructura después de varios días de ventilación. En las casas anidaderas este barniz solo se debe aplicar en las caras exteriores (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

3.3.5 Etapa 5: Instalación de las estructuras

En base al análisis realizado en la Etapa 2, continúa la instalación de cada tipo de estructura en los lugares y ambientes definidos. Esta debe ser organizada y realizada en base a la disponibilidad de vehículos de transporte y disponibilidad de personal.

La instancia también puede ser utilizada para realizar actividades de voluntariado, así se transmite el conocimiento para otros proyectos (capacitación práctica en terreno).

3.3.6 Etapa 6: Capacitación y monitoreos

Una vez finalizada la instalación de todas las estructuras comprometidas, se procede a la capacitación de los habitantes del condominio para realizar los monitoreos posteriores. Se realizó una actividad que incluye una charla sobre las bases y justificación de este enriquecimiento.

4 Ejecución del Plan en terreno

En base a la metodología expuesta, se instalaron en total 23 estructuras, cuyo número y ubicación respecto a los dos sectores se indican en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Tipo y número de estructuras para fauna según el sector de trabajo.

Tipo	Número	Sector	Total por estructura
Tocones para aves paseriformes	5	Núcleo norte	10
	5	Núcleo sur	
Perchas para aves rapaces	1	Núcleo norte	3
	1	Núcleo sur	
	1	Zona fragmentada	
Casa anidera para aves rapaces nocturnas	1	Zona fragmentada	1
Casa refugio para murciélagos	1	Núcleo norte	3
	1	Núcleo sur	
	1	Zona fragmentada	
Casas anidera para aves paseriformes	2	Núcleo norte	3
	1	Zona fragmentada	
Pircas	1	Núcleo norte	3
	2	Núcleo sur	
TOTAL			23

Fuente: Elaboración propia.

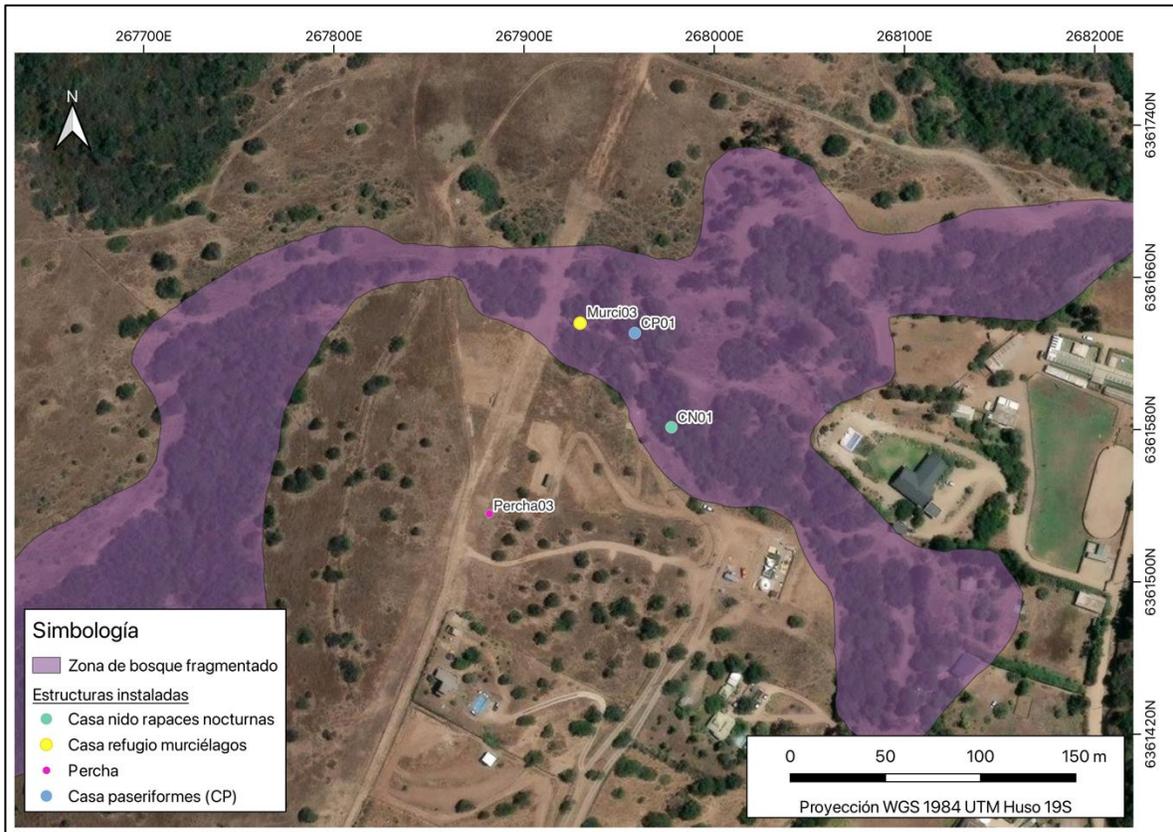
A continuación, en las Figura 4-1 y Figura 4-2 se muestran cartográficamente la ubicación de las estructuras, junto con su código para los futuros monitoreos.

Figura 4-1. Estructuras de fauna instaladas en el sector núcleos de restauración.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-2. Estructuras de fauna instaladas en la zona fragmentada.



Fuente: Elaboración propia.

La justificación de la ubicación de cada estructura se basa en los siguientes análisis:

Caso A: Núcleos de restauración.

- Se instalaron 10 tocones para aves paseriformes a una distancia de 1 a 20 metros entre cada uno, con el objetivo de expandir la vegetación nativa en los bordes de la parcelas de restauración. De este modo, el crecimiento vegetativo nativo debajo de cada estructura (por las semillas defecadas por las aves), ampliará, en algunos años, las parcelas de vegetación nativa.
- Se instalaron 2 casas refugio para murciélagos, una en cada núcleo, considerando la vegetación arbórea disponible, específicamente plantaciones de eucaliptos. Esta decisión se basó en los hábitats descritos en la literatura como adecuados para las especies de murciélagos presentes en el humedal, así como en la abundancia de insectos que estas plantaciones asilvestradas proporcionan como fuente de alimento. Adicionalmente, la proximidad al estero Mantagua ofrece una amplia disponibilidad trófica para estos animales insectívoros.
- Se instalaron 2 perchas para aves rapaces, una ubicada en las cercanías del núcleo norte, en una zona identificada con alta densidad de conejos, y la segunda dentro del núcleo sur, en el límite cercano a la vegetación nativa ya existente.

- Se instalaron 2 casas anideras para aves paseriformes, las cuales fueron ocupadas muy rápido (al otro día luego de su instalación) por chercanes (*Troglodytes aedon*). Una de las casas está en la zona de jardín de una casa (flora ornamental) y la otra se instaló frente al núcleo norte. En el núcleo sur no se instalaron ya que existen refugios naturales disponibles, por su cercanía a la vegetación ribereña del estero y la presencia de parches de vegetación nativa.
- Se construyeron 3 pircas, una en el núcleo norte y dos en el núcleo sur. En ambas se determinaron los lugares en base a la disponibilidad de luz solar en la mañana y tarde.

Caso B: Zonas fragmentadas.

- Se instaló 1 casa nido para aves rapaces nocturnas, ubicada en una quebrada con una alta densidad de árboles nativos, a una altura aproximada de 4,5 metros.
- Se instaló 1 percha para aves rapaces, en base a las zonas de concentración de conejos en el sector y relativamente alejada de las casas. Estas estructuras permiten el control de plagas (lagomorfos y otras como lauchas y ratas).
- Se instaló 1 casa refugio para murciélagos dentro del bosque esclerófilo. Esta decisión se basó en otro tipo de hábitat (diferente a los eucaliptos) descrito en la literatura como adecuados para las especies de murciélagos presentes en el humedal.
- Se instaló 1 casa anidera para aves paseriformes que, a diferencia de las ubicadas en los núcleos, aún no ha sido ocupada. Esta situación podría deberse, por un lado, a la mayor disponibilidad de refugios en el bosque (tienen lugares para nidificar), y por otro, a la alta abundancia de aves paseriformes en el jardín, favorecida por la diversidad de flora, predominantemente ornamental, la abundancia de flores y la presencia de refugios antrópicos como techos y vigas.

5 Taller de Capacitación

Se llevó a cabo una capacitación con el objetivo de explicar las razones detrás de la instalación de las estructuras y cómo estas se relacionan con la restauración activa y pasiva de la vegetación nativa. La capacitación, realizada el 6 de julio de 2024, incluyó una presentación en PowerPoint que detalló los alcances del proyecto. Durante la actividad, se realizó una exposición teórica sobre la justificación de las estructuras, contando con la participación de un grupo reducido de vecinos (6 personas).

Los temas tratados en el taller fueron:

- Objetivo del proyecto “Plan Piloto de Enriquecimiento Ambiental enfocado en Fauna Silvestre”
- Área de ejecución
- Hábitat para fauna: Formaciones vegetacionales presentes en el área de ejecución
- Plan de acción de restauración ecológica activa y pasiva

- Relaciones ecológicas entre la vegetación y la fauna
- Importancia del enriquecimiento ambiental para la fauna
- Funciones de las construcciones animales naturales
- Etapas de desarrollo del plan de acción
- Diseño e instalación de refugios artificiales (estructuras)
- Análisis para definir los sectores donde instalar las estructuras
- Mantenimiento y monitoreo de las estructuras
- Actividades y objetivos a largo plazo

6 Monitoreos

Es importante documentar la ocupación de las estructuras a lo largo del tiempo para recopilar información valiosa sobre las diversas especies que las utilizan, así como su frecuencia y estacionalidad. Además, es relevante observar los cambios en la vegetación para confirmar la efectividad de estas medidas en la reforestación y la restauración pasiva.

Para la revisión de las casas anidaderas se debe observar que estas estén correctamente instaladas y tener precauciones como evitar entrar en contacto visual excesivo con las crías si ya existen polluelos, para evitar molestar y estresar a los animales (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019). La inspección debe ser rápida y en silencio, ya que en ocasiones las madres se asustan y no regresan al nido. Durante la revisión es posible que se encuentre algún juvenil fuera del nido. Esto puede deberse a que el alimento se ha tornado escaso y ha sido expulsado del nido. También a que el juvenil ya está en edad de valerse por sí mismo. Se recomienda observar el polluelo por unos días, y si se aprecia en buen estado, es porque la madre aún lo alimenta o está cazando solo (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019).

Finalmente, hay que tener en cuenta para todas las estructuras, en caso de que sea necesaria su reparación, aspectos como revisar la estabilidad de estas, las uniones, bisagras, estado general y sujeción.

Dado el contexto del sector del proyecto, se sugiere llevar a cabo monitoreos mensuales a cargo de personas locales, ya que estas están familiarizadas con los sitios, lo que facilita el acceso en términos de tiempo y costos, y promueve el empoderamiento del territorio por parte de la comunidad. El taller relacionado al monitoreo se realizó el 20 de enero de 2025, y sólo participó el propietario de la casa donde están los núcleos.

Este último taller incluyó una parte práctica en terreno para aprender a monitorear cada estructura y dar un seguimiento en su conservación (por el desgaste natural del tiempo). La metodología de toma de datos fue simplificada a observar presencia de fauna sobre las estructuras y ver crecimiento de la vegetación bajo los tocones.

7 Objetivos a largo plazo

Dado el potencial de este proyecto y considerando la continuidad del mismo, además de los monitoreos, la instalación de estas estructuras tiene varios objetivos a largo plazo que pueden ser potenciados por los residentes.

Entre estos se incluyen (modificado de Muñoz-Pedreros *et al.*, 2019):

- **Conservación:** Sirve para mitigar la falta de espacios para la nidificación de ciertas especies y ofrecer refugio efectivo durante condiciones ambientales o climatológicas desfavorables. La finalidad es mejorar las condiciones de hábitat de las especies objetivo para recuperar o reintroducir sus poblaciones en ambientes perturbados.
- **Investigación:** Permiten estudios etológicos, tróficos, reproductivos y de dinámica poblacional de las especies.
- **Control de plagas:** Las estructuras asociadas a especies carnívoras pueden ser empleadas como técnicas de control de plagas de roedores, lagomorfos e incluso insectos.
- **Educación Ambiental:** Son instrumentos valiosos en programas de educación y comunicación ambiental, al contactar a los ciudadanos, muchas veces por primera vez, con fauna que de otro modo no conocerían o no tendrían interés en promover su conservación.

8 Referencias bibliográficas

Costán A. 2018. Dispersión secundaria de semillas por aves rapaces. *El Hornero* 34 (2): 56-57.

Figueroa RA., Murúa R., Schlatter R., Briones M., Figueroa R., Ruiz J., Corales ES., Centrón A. & Devia L. 2005. Manual de construcción de cajas anideras para aves rapaces – promoviendo el biocontrol de hantavirus. Proyecto FONDEF – UACH – SAG. Valdivia, Chile.

Lobos G., Tapia G., Alzamora A., Rebolledo N., Salinas H., Trujillo J.C., Garín C. & Camousseigt B. 2021. Manual para la construcción de refugios para reptiles presentes en las Regiones de Antofagasta y Atacama. Enel y Ecodiversidad Consultores. 54 pp.

Muñoz-Pedreros A., Rau J. & Yáñez J. 2019. Aves Rapaces de Chile. Segunda Edición Ampliada. CEA Ediciones. 561 pp.

Pallasmaa J. 2022. Animales Arquitectos. Primera Edición, Cuarta Tirada. Editorial GG, SL. 141 pp.

9 Anexos

9.1 Fotografías

Trabajos de construcción e instalación









Talleres de capacitación y monitoreo



