



**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***

## **Monitoreo de vertebrados del humedal costero del río Elqui, campaña de muestreo invernal (2023)**



**Natalia López, Víctor Pastén & Renzo Vargas**

**EcoTerra ONG**

**Marzo, 2024**

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	5
OBJETIVOS .....	9
METODOLOGÍA.....	10
Descripción de los Sitios de Estudio.....	10
Recolección de Datos de Fauna.....	15
<i>Anfibios</i> .....	15
<i>Reptiles</i> .....	15
<i>Aves</i> .....	15
<i>Mamíferos -Quirópteros</i> .....	16
RESULTADOS.....	18
<i>Anfibios</i> .....	18
<i>Reptiles</i> .....	19
<i>Aves</i> .....	20
<i>Quirópteros</i> .....	24
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS .....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
ANEXO FOTOGRÁFICO .....	39

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe reporta los resultados obtenidos en la campaña de invierno 2023 del monitoreo de vertebrados del humedal costero del río Elqui, ejecutado por la ONG ECOTERRA en el marco del proyecto GEF *Humedales costeros*. El objetivo de esta actividad fue determinar la variación temporal y espacial de la diversidad de especies de fauna vertebrada (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en seis sitios identificados como fuentes emisoras puntuales y difusas del humedal costero del Río Elqui.

Para el muestreo de los diferentes grupos se consideró el registro de individuos de cada una de las especies según la metodología utilizada en el estudio “Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del Humedal Costero del Río”, en particular a lo referente a anfibios, reptiles y aves. En el caso de los mamíferos y dados los resultados negativos de presencia de especies de mamíferos terrestres nativos encontrados en dicho estudio, se decidió la inclusión de murciélagos como un grupo indicador de la calidad de hábitat presente en los diferentes sectores del humedal. Para estimación de la abundancia absoluta y riqueza de especies de la fauna vertebrada presente en el área de estudio, se consideró la evaluación de los parámetros mencionados utilizando polígono de radio de 50 metros y durante un período de tiempo de entre 15 a 30 minutos.

Los principales resultados indicaron que:

- Anfibios: se detectaron dos especies, pertenecientes a dos géneros, dos familias y un orden, a saber: *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) y *Rhinella atacamensis* (sapo atacameño). La abundancia acumulada fue de 15 individuos, de los cuales 14 correspondieron a *P. thaul*. La mayor riqueza de especies se registró en la estación GEFE08 ( $S = 2$ ) y la mayor abundancia en GEFE03 ( $N = 7$  inds.). No se observó actividad de anfibios en GEFE01 ni en GEFE11.
- Reptiles: se observó una escasa presencia de este taxón en todas las estaciones de monitoreo evaluadas. La abundancia total de individuos registrada en los sitios de monitoreo correspondió a 2 y la riqueza total de especies correspondió a solo 1, especie identificada como *Liolaemus nitidus*, tanto para el sitio El Almendral (GEFE 01) y Las Rojas (GEFE 03).
- Aves: se registró un total de 1116 individuos, los sitios que exhibieron la mayor abundancia de individuos correspondieron a GEFE13 y GEFE01 con un total de 342 y 307 ejemplares, respectivamente. La riqueza de especies evidenció un total de 42 especies para los 6 puntos de monitoreo establecidos para el programa de monitoreo. La mayor riqueza se observó en la estación de la Desembocadura del humedal del río Elqui (GEFE 13) donde fue posible detectar 20 especies, mientras que la menor riqueza con 12 especies se registró en los sitios GEFE01 (El Almendral) y GEFE11 (Puente Fiscal). Los resultados del índice de diversidad de este grupo taxonómico mostraron en general una variación significativa entre los diferentes sitios de estudio (Tabla x). La mayor diversidad de aves se registró en GEFE03 ( $H = 0,876$  y  $1 - D = 2,45$ ) y la menor en GEFE01 ( $H = 0,635$  y  $1 - D = 1,309$ ).
- Mamíferos (quirópteros): se identificaron un total de 5 especies de murciélagos a lo largo de los 6 puntos de monitoreo del humedal del río Elqui que pertenecen al menos a dos familias diferentes. De la familia Vespertilionidae se registraron tres especies: *Myotis atacamensis*, *Lasiurus villosissimus* e *Histiotus macrotus*. De la familia Molossidae se registró la especie *Tadarida brasiliensis*. Además, se registró una especie indeterminada.

El monitoreo invernal de vertebrados del humedal del río Elqui mostro una abundancia y riqueza notable de especies. Se han registraron un total de 50 especies y 1366 individuos en las 6 localidades de monitoreo, con un promedio de  $18 \pm 4$  especies (rango min-max: 13-22) por sitio. La variación de

la diversidad entre taxas fue diferente, siendo la abundancia y riqueza de especies de aves significativamente mayor a la de todos los otros grupos.

Al comparar los patrones de variación de la riqueza de especies y la abundancia de individuos entre el monitoreo de 2022 con el de 2023, se observan algunas diferencias notables. En cuanto a la abundancia total promedio entre los diferentes sitios monitoreados existen diferencias altamente significativas entre ambos años, siendo mucho mayor la del año 2023 en todos los sitios.

Por ahora, los dos muestreos realizados a la fecha sobre la riqueza de especies, pero también sobre la abundancia de individuos, han mostrado resultados contrastantes para ambas variables. En el caso de la riqueza de especies, no se han encontrado diferencias significativas entre ambos monitoreos, sin embargo, en el caso de la abundancia, si se han detectado diferencias altamente significativas entre ambos monitoreos. Estas diferencias se deben a la incorporación de nuevas tecnologías que han permitido la inclusión de grupos como los murciélagos cuya detectabilidad se hace más viable con los niveles de esfuerzo y recursos disponibles para realizar el monitoreo. Así mismo, la adecuación del uso de métodos de muestreo nocturno en el caso de los anfibios, han mejorado la detectabilidad de este grupo que no había sido registrado en los muestreos diurnos en transectos VES durante el monitoreo de 2022. Esto nos indica que todavía no hemos alcanzado la optimización de la mejor metodología para el monitoreo de los bioindicadores de fauna vertebrada del humedal, pero estamos seguros de estar avanzando hacia su consecución con paso seguro. Los procesos de optimización de metodologías de monitoreo de largo plazo pueden tomar años, ya que las oportunidades para registrar, comparar, analizar y reflexionar sobre los resultados de un monitoreo estacional como el planteado para el humedal del río Elqui están restringidas a la implementación de experiencias restringidas por la disponibilidad de recursos y el tiempo.

## INTRODUCCIÓN

El humedal del río Elqui es un testimonio patente de la conexión entre biodiversidad y entornos urbanos. En este particular contexto, ha experimentado una evolución significativa en lo que respecta a su reconocimiento social y conservación. Inicialmente, su importancia radicaba en su función de hábitat para una variada fauna de aves residentes y migratorias, así como para diversas especies de anfibios y plantas acuáticas. Sin embargo, a medida que la urbanización avanzaba, el humedal enfrentó amenazas crecientes debido a la pérdida de hábitat, la contaminación y la expansión urbana (Bravo-Naranjo y Zuleta, 2019; Figueroa *et al.*, 2021).

Ante estos desafíos, se han realizado esfuerzos para conservar y resguardar la integridad ecológica del humedal del río Elqui. Su designación como primer humedal urbano de la región de Coquimbo marcó un hito significativo, que subraya la conciencia de la comunidad y autoridades locales sobre la importancia de proteger este ecosistema único (MMA, 2022). Este reconocimiento no solo destaca la relevancia ambiental del humedal, sino que impulsa la implementación de medidas para su protección y restauración (GEF, 2024). La función de este humedal como pulmón verde en el corazón de la ciudad no solo contribuye a la calidad de vida de los residentes locales, sino que resalta la posibilidad de armonizar el desarrollo urbano con la conservación de la biodiversidad mediante un modelo para la gestión sostenible de los recursos naturales en entornos urbanos de la región (Zuleta-Ramos y Contreras-López 2019; Figueroa *et al.*, 2021).

El monitoreo de biodiversidad es crucial para comprender y conservar este tipo de ecosistemas. En ese sentido, resulta esencial para evaluar el estado de salud de la biodiversidad y su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos. La biodiversidad, entendida como la variedad de vida en la Tierra, no solo refleja la complejidad y la riqueza de las especies y los ecosistemas, sino que sustenta los procesos fundamentales que mantienen la estabilidad de estos beneficios de la naturaleza (Ralph *et al.*, 1993, de la Maza y Bonacic, 2014; MMA-ONU, 2022). En este contexto, la inclusión de anfibios, reptiles, murciélagos y aves en los programas de monitoreo se justifica por su papel destacado como indicadores sensibles de la calidad del hábitat.

Los anfibios, conformados por ranas, sapos y salamandras, son conocidos como bioindicadores debido a su alta susceptibilidad a los cambios ambientales. Su dependencia de ambientes acuáticos y terrestres los hace especialmente sensibles a alteraciones en la calidad del agua y la degradación del hábitat. La declinación de poblaciones de anfibios ha sido vinculada a factores como la contaminación, la pérdida de humedales y el cambio climático. Monitorear las poblaciones de anfibios proporciona valiosa información sobre la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres, permitiendo detectar tempranamente problemas ambientales y diseñar estrategias de conservación efectivas.

Los murciélagos, por otro lado, desempeñan roles ecológicos cruciales, como la polinización y el control de insectos. Su alta movilidad y dependencia de microhábitats específicos los convierten en excelentes indicadores de la calidad del hábitat a diferentes escalas. Además, su sensibilidad a cambios en la disponibilidad de alimento y la perturbación de refugios subraya su utilidad como marcadores de alteraciones en el paisaje. El monitoreo de poblaciones de murciélagos puede revelar impactos negativos de prácticas agrícolas, urbanización y pérdida de hábitat, brindando información valiosa para la gestión de ecosistemas y la conservación de la biodiversidad (Kunz & Parson 2009, Galaz *et al.* 2022).

Las aves, con su diversidad de formas y comportamientos, ocupan una variedad de nichos ecológicos y desempeñan funciones cruciales en la regulación de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización. La observación de aves ha sido una herramienta tradicional en el monitoreo de la biodiversidad, ya que los cambios en sus patrones de presencia, abundancia y reproducción indican alteraciones en el entorno. Además, las aves responden de manera sensible a la fragmentación del hábitat y a la calidad de los recursos disponibles. Integrar a las aves en los programas de monitoreo proporciona una ventana clara hacia la salud general del ecosistema, ya que reflejan no solo las condiciones actuales sino también las tendencias a largo plazo (Ralph et al 1993).

En ese sentido, el monitoreo de biodiversidad, con un enfoque particular en anfibios, murciélagos y aves, es esencial para evaluar la salud de los ecosistemas y diseñar estrategias efectivas de conservación. Estos grupos taxonómicos actúan como indicadores sensibles de la calidad del hábitat y responden de manera temprana a cambios ambientales, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones informadas en la gestión de ecosistemas, la conservación de la biodiversidad, los beneficios de la naturaleza y El bienestar humano desde una perspectiva de Una Salud.

Como parte del proyecto GEF Humedales, se han identificado una serie de puntos a lo largo del humedal del río Elqui identidades como sitios emisores de contaminación puntual y difusa, fundamentado a monitorear para evaluar cambios producidos por la gestión de este humedal urbano. El monitoreo se ha planteado a ser cesar tomado a través de un diseño y una metodología sencilla que permita en el futuro la participación comunitaria para la recolección de datos y guiada por un equipo técnico profesional que permita el análisis de datos para promover la reflexión, difusión y usó de la información por parte de la comunidad para la toma de decisiones basada en evidencia. El presente reporte representa la primera evaluación del monitoreo realizada en la época invernal.

### **Antecedentes Geográficos y Ecológicos**

El humedal del río Elqui se ubica en las comunas de La Serena y Vicuña, región de Coquimbo, y es parte de la red de humedales de la costa árida del Pacífico sudamericano. Este extenso corredor biológico se sitúa entre el norte de Perú y el centro norte de Chile y se considera de alta importancia internacional para las aves migratorias (Tabilo *et al.*, 2016). El clima imperante en la zona se clasifica como semiárido de lluvia invernal e influencia costera. La temperatura media anual es de 14,5 °C y la precipitación media anual de 80 mm. Estos índices pluviométricos pueden experimentar fuertes variaciones interanuales debido al ciclo ENOS (Novoa y López, 2001; Morales *et al.*, 2006). La sección costera del humedal alcanza una extensión de 568,1 ha y está rodeada por un creciente matriz urbana y agrícola. El río homónimo es uno de los más importantes de la región. Presenta un régimen de alimentación nivopluvial y marca el límite sur del desierto transicional de Atacama (Cepeda *et al.*, 2004; Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH), 2005). La vegetación del área consiste en una sucesión de formaciones palustres, que van desde comunidades higrófitas, pasando por pastizales helófitos y praderas higrófitas (vegas), hasta matorrales y bosques ripícolas. En la franja más seca de esta zonación litoral, se desarrollan comunidades de tipo mesófito o xerófito (ECOTERRA, 2016; Figueroa *et al.*, 2021; Tabilo *et al.*, 2022).

### **Fauna de vertebrados**

Los vertebrados continentales de la región de Coquimbo están representados por 386 especies, repartidas en 136 géneros, 90 familias, 41 órdenes y cinco clases. Cuarenta y una son endémicas de

Chile, 322 nativas no endémicas y 24 introducidas. Las aves concentran el 77,7 % de la riqueza de especies, los mamíferos el 10,4 %, los reptiles el 6,2 %, los anfibios el 1,8 % y los peces el 3,9 %. Los taxones Amphibia y Reptilia destacan por su alta proporción de endemismos, que alcanza un 57,1 % y 83,3 %, respectivamente (Dyer, 2000; Pincheira-Donoso y Núñez, 2005; Vila *et al.*, 2006; Iriarte, 2008; Figueroa *et al.*, 2009; Garín y Hussein, 2013; Lobos *et al.*, 2013; Couve *et al.*, 2016; SERNAPESCA, 2012; D’Elía *et al.*, 2020; eBird, 2024; SACC, 2024; GBIF, 2024). En la Tabla 1 se presenta una síntesis taxonómica de los grupos descritos.

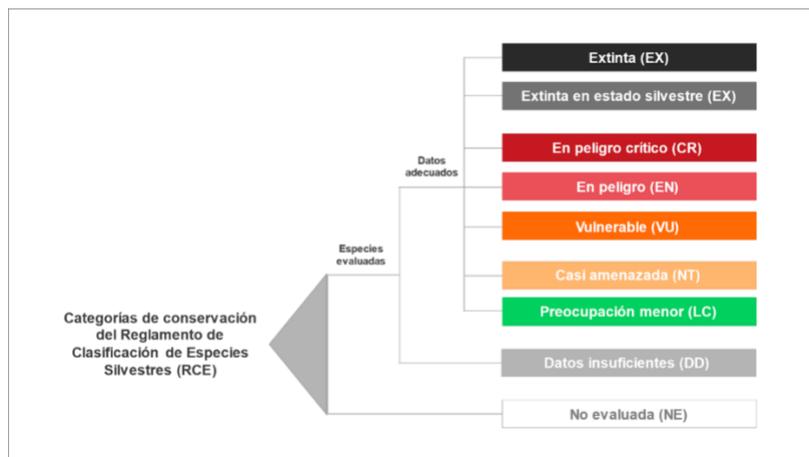
Los vertebrados del humedal del Elqui han sido objeto de distintos estudios, como los de la CAACH (2005), Figueroa *et al.* (2009), ECOTERRA (2016), Vargas *et al.* (2016), Figueroa *et al.* (2021), entre otros. Según las referencias disponibles, la fauna vertebrada del humedal del Elqui se compone de cinco especies de peces, tres de anfibios, cinco de reptiles, 176 de aves y nueve de mamíferos (Figueroa *et al.*, 2021; eBird, 2024).

**Tabla 1.** Síntesis taxonómica de los vertebrados continentales de la región de Coquimbo

Categorías taxonómicas	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Órdenes	9	1	1	23	7
Familias	9	5	4	55	17
Géneros	12	5	7	83	29
Especies	15	7	24	300	40

### Presencia Potencial de Fauna Amenazada

De acuerdo con el RCE (Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación [Fig. 2]), la fauna de vertebrados de la región de Coquimbo comprende tres especies en peligro crítico, 17 en peligro, 25 vulnerables, 26 casi amenazadas, 62 de preocupación menor y tres con datos insuficientes (MMA, 2023). Siguiendo criterios ecológicos y biogeográficos (extensión de presencia), 31 de las especies de vertebrados evaluadas podrían presentarse en el área de estudio (Tabla 2).



**Figura 1.** Esquema de clasificación de especies silvestres según su estado de conservación correspondiente al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres de Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

**Tabla 2.** N6mina de vertebrados clasificados seg6n el RCE cuya presencia en el 6rea de estudio se considera probable

<b>Clase</b>	<b>Especie</b>	<b>Categoría</b>	<b>Proceso</b>	<b>Decreto supremo</b>
Actinopterygii	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	VU	3	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	<i>Cheirodon pisciculus</i>	VU	11	DS 38/2015 MMA
Actinopterygii	<i>Galaxias maculatus</i>	VU	8	DS 19/2012 MMA
Actinopterygii	<i>Mugil cephalus</i>	LC	10	DS 52/2014 MMA
Actinopterygii	<i>Odontesthes brevianalis</i>	VU	3	DS 51/2008 MINSEGPRES
Amphibia	<i>Calyptocephalella gayi</i>	VU	2	50/2008 MINSEGPRES
Amphibia	<i>Pleurodema thaul</i>	NT	6	41/2011 MMA
Amphibia	<i>Rhinella atacamensis</i>	VU	6	41/2011 MMA
Reptilia	<i>Callopietes maculatus</i>	NT	12	DS 16/2016 MMA
Reptilia	<i>Galvarinus chilensis</i>	LC	12	DS 16/2016 MMA
Reptilia	<i>Liolaemus atacamensis</i>	LC	12	DS 16/2016 MMA
Reptilia	<i>Liolaemus fuscus</i>	LC	8	DS 19/2012 MMA
Reptilia	<i>Liolaemus nitidus</i>	NT	8	DS 19/2012 MMA
Reptilia	<i>Liolaemus zapallarensis</i>	LC	12	DS 16/2016 MMA
Reptilia	<i>Philodryas chamissonis</i>	LC	12	DS 16/2016 MMA
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	LC	13	DS 06/2017 MMA
Aves	<i>Haematopus palliatus</i>	NT	16	DS 16/2020 MMA
Aves	<i>Leucophaeus modestus</i>	VU	16	DS 16/2020 MMA
Aves	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	LC	16	DS 16/2020 MMA
Aves	<i>Numenius phaeopus</i>	LC	17	DS 44/2021 MMA
Aves	<i>Charadrius modestus</i>	LC	17	DS 44/2021 MMA
Mammalia	<i>Desmodus rotundus</i>	LC	13	DS 06/2017 MMA
Mammalia	<i>Eptesicus macrotus</i>	LC	14	DS 79/2018 MMA
Mammalia	<i>Eptesicus montanus</i>	LC	13	DS 06/2017 MMA
Mammalia	<i>Lasiurus varius</i>	LC	12	DS 16/2016 MMA
Mammalia	<i>Lasiurus villosissimus</i>	DD	12	DS 16/2016 MMA
Mammalia	<i>Lycalopex culpaeus</i>	LC	5	DS 33/2012 MMA
Mammalia	<i>Lycalopex griseus</i>	LC	5	DS 33/2011 MMA
Mammalia	<i>Myotis atacamensis</i>	NT	12	DS 16/2016 MMA
Mammalia	<i>Myotis chiloensis</i>	LC	13	DS 06/2017 MMA
Mammalia	<i>Tadarida brasiliensis</i>	LC	13	DS 06/2017 MMA

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar la variación temporal y espacial de la diversidad de especies de fauna vertebrada (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) entre seis sitios identificados como fuentes emisoras puntuales y difusas del humedal costero del Río Elqui.

### **Objetivos específicos**

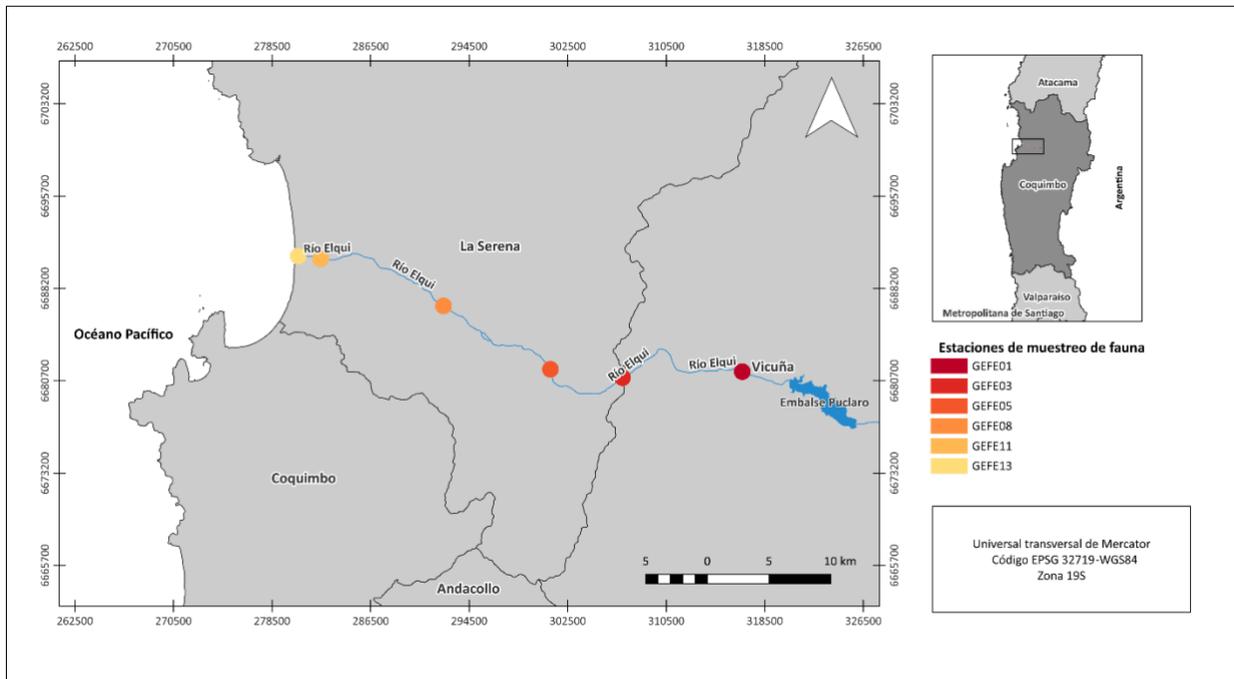
1. Estimar la riqueza y abundancia de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.
2. Determinar el origen geográfico y estado de conservación de las especies detectadas.
3. Comparar entre sí los patrones de diversidad de los monitoreos de 2022 y 2023.
4. Comparar entre sí los patrones de diversidad de los sitios.

## METODOLOGÍA

### Descripción de los Sitios de Estudio

La selección de los sitios de muestreo se basó en el *Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del Humedal Costero del Río Elqui*, en el cual se evaluaron seis de los trece sitios propuestos para el programa de monitoreo de fauna (Tabla 3, Fig. 3). A continuación, se presenta una descripción de cada sitio.

- 1. Sitio GEFE01.** Se ubica en la localidad de El Almendral, comuna de Vicuña, y corresponde al punto de muestreo más alto de la subcuenca (401 m s. n. m.). En él se encuentra una estación de la Dirección General de Aguas (DGA) y se toma como referencia del sistema lótico del humedal.
- 2. Sitio GEFE03.** Se ubica en las cercanías del puente Pelicana, a 284 m s. n. m. En este punto existe contaminación difusa por pasivos ambientales mineros, específicamente relaves depositados en las riberas del Elqui. Este sitio cuenta con una línea base de macroinvertebrados, realizada por la Universidad Católica del Norte en 2017.
- 3. Sitio GEFE05.** Se sitúa en las proximidades del puente Las Rojas, a 203 m s. n. m., poco más de 2 km río arriba de la planta de tratamiento de aguas servidas de Aguas del Valle. En él se ha detectado contaminación difusa por pasivos ambientales mineros (relaves) y por el desarrollo de actividades agrícolas. Durante la campaña efectuada por GESNAT (2021-2022) no se registraron aguas superficiales en este punto.
- 4. Sitio GEFE08.** Se ubica en la localidad de Algarrobito, a 97 m s. n. m. y unos 8 km río abajo de la planta de tratamiento de aguas servidas de Aguas del Valle. En este sitio se ha registrado contaminación difusa, atribuida al funcionamiento de dicha instalación sanitaria. Durante las campañas de muestreo precedentes (diciembre de 2021 y marzo de 2022), no presentó aguas superficiales
- 5. Sitio GEFE11.** Se localiza en las proximidades del puente fiscal de La Serena, a 12,5 m s. n. m. En él se encuentra una estación de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA) y ha sido objeto de estudios sobre macrófitas (Urrutia, 2019). Durante la campaña efectuada por GESNAT (2021-2022) no se registraron aguas superficiales en este punto.
- 6. Sitio GEFE13.** Se ubica en la zona más baja de la cuenca, a 4,5 m s. n. m. y próximo a la desembocadura del Elqui. En esta estación se registró una fuente de contaminación puntual, correspondiente a las descargas de emergencia del baipás de Aguas del Valle.



**Figura 2.** Sitio de estudio. De izquierda a derecha: ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de fauna, (B) ubicación del área de estudio en la región de Coquimbo (elaboración propia).

**Tabla 3.** Coordenadas centrales de los sitios de monitoreo de fauna considerados en este estudio

Sitio	Localidad	Norte (m)	Este (m)	Altitud (m s. n. m.)
GEFE01	El Almendral	316664,7564	6681445,159	401,0
GEFE03	Pelícana	306946,0399	6680957,473	284,0
GEFE05	Las Rojas	301092,1757	6681636,505	202,0
GEFE08	Algarrobito	292415,8834	6686783,535	97,0
GEFE11	La Serena, puente fiscal	282437,4603	6690611,917	12,5
GEFE13	Desembocadura del Elqui	280629,6541	6690826,813	4,5



**Figura 3.** GEFE01 El Almendral durante la estación de invierno del 2023.



**Figura 4.** GEFE03 Pelicana durante la estación de invierno del 2023.



**Figura 5.** GEFE05 Las Rojas durante la estación de invierno del 2023.



**Figura 6.** GEFE08 Algarrobito durante la estación de invierno del 2023.



**Figura 7.** GEFE11 Puente Fiscal durante la estación de invierno del 2023.



**Figura 8.** GEFE13 Desembocadura del Humedal durante la estación de invierno del 2023

## **Recolección de Datos de Fauna**

La metodología de esta campaña se basó en la utilizada para el *Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del humedal costero del río Elqui* (Tabilo et al., 2022), sobre todo en lo relativo a anfibios, reptiles y aves. En las campañas precedentes casi no se registraron mamíferos ni se verificó la actividad de anfibios. Por ello, en la campaña invernal de 2023 se incorporó el muestreo acústico de anfibios y quirópteros, importantes indicadores de la calidad ambiental de los distintos sectores del humedal. Se registraron individuos de los grupos objetivo en parcelas de 50 m de radio durante 15 a 30 minutos, período en el cual se recorrió cada sitio procurando abarcar la mayor heterogeneidad ambiental posible. Los muestreos de la campaña aquí descrita se realizaron a fines de invierno, entre el 7 de julio y 1 de septiembre de 2023 (Figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8). Cabe señalar que en este estudio no se manipularon especímenes de fauna vertebrada ni se intervino la vegetación. Su ejecución se basó estrictamente en la normativa chilena, por lo que no conllevó conflictos ético-ambientales.

### **Anfibios**

Se realizó el muestreo de anfibios mediante un relevamiento por encuentro visual (REV), consistente en la inspección diurna de microhábitats ribereños mediante la manipulación cuidadosa de rocas, troncos, vegetación, u otros refugios potenciales. Cuando el caudal lo permitió, esta actividad se extendió al medio acuático. Además, se realizaron muestreos acústicos no instrumentales desde el centro de cada parcela (Lobos et al., 2013, SEA, 2015).

### **Reptiles**

La evaluación de la herpetofauna se llevó a cabo en los seis sitios de monitoreo, recorriendo 80 metros de longitud de transectos aproximadamente durante un período de 30 minutos a velocidad constante. Se adaptó la prospección al nivel de dificultad del terreno, priorizando lugares asociados con rocas y vegetación arbustiva. Las prospecciones se realizaron entre las 13:00 a 16:00 horas considerando las horas de mayor calor y actividad de los reptiles.

La búsqueda de especies se efectuó utilizando técnicas de muestreo que incluyeron avistamientos directos y/o registros fotográficos con una cámara digital Canon SL1 equipada con zoom de 75-300 mm, preferentemente en áreas soleadas. Se removieron troncos, piedras y se centró la búsqueda en los arbustos o en grietas.

Para la identificación de las especies se siguió la información proporcionada por Donoso-Barros (1966), Veloso y Navarro (1988), Núñez y Torres-Mura (1992), Pincheira-Donoso y Núñez (2005), Mella (2005), Vidal y Labra (2008) y Mella (2017).

Para la estimación de los valores de diversidad como riqueza de especies, abundancia total y relativa, se utilizó el programa PAST V.3.

### **Aves**

La campaña de invierno de 2023 para evaluar la riqueza, abundancia y diversidad de aves se llevó a cabo durante los días 30, 31 de agosto y el 01 de septiembre, en las estaciones de muestreo antes mencionadas. Las aves avistadas y escuchadas fueron registradas en puntos de conteo fijos

considerando el método descrito por Ralph et al. (1993) utilizando un radio de observación de 50 metros y un intervalo de tiempo de 30 minutos.

Las observaciones de las especies se realizaron con la ayuda de binoculares marca Ohhant 10 x 42 mm; el registro fotográfico con una cámara digital Canon SL1 con zoom de 75-300 mm. La identificación de las especies de aves se realizó comparando sus características con las descripciones de la literatura especializada, como la proporcionada en Jaramillo (2003) y Martínez-Pina (2020a, b, c). Además, se compararon algunas de las vocalizaciones detectadas con la base de datos de Xeno-Canto (<http://www.xeno-canto.org/>).

Para la estimación de los valores de diversidad como riqueza de especies, abundancia total y relativa, así como el índice inverso de Simpson ( $C_{inv}$ ) y el índice de Shannon- Wiener (H) se utilizó el programa PAST V.3. Cabe mencionar que el cálculo del índice inverso de Simpson ha sido descrito como un buen indicador de diversidad (Feinsinger 2004).

### ***Mamíferos -Quirópteros***

En el caso de los murciélagos se utilizó la técnica de detección acústica activa utilizando el detector acústico de ultrasonido EcoMeter Touch Pro-2 de WildLife Acoustics, conectado a un SmartPhone Samsung Galaxy 10+ y la aplicación EchoMeter (App Version 2.8.25). Durante el periodo de registro de 15 minutos, además se registraron los parámetros de velocidad del viento instantánea, máxima y promedio (m/segundo), temperatura ambiental ( $t$  °C) y Humedad Relativa (HR%), al inicio y al final del periodo de cada registro, respectivamente (Tabla 3).

Posteriormente para la identificación de las especies, las grabaciones fueron analizadas con los programas SonoBat (V 4.1.0p) y BatSound (V 4.2.1), los cuales fueron utilizados para descartar grabaciones con ruido de aquellas adecuadas para la extracción de parámetros acústicos necesarios para la identificación, como ser: Duración de la llamada en milisegundos (ms), Intervalo de llamadas (In ms), Frecuencia mínima (Fmin kHz), Frecuencia máxima (Fmax kHz), Ancho de banda (kHz), Frecuencia promedio (kHz), Frecuencia característica (Fc kHz), Frecuencia de inflexión (Fk kHz), además de otros atributos de la forma de la llamada (Frecuencia modulada FM, Frecuencia cuasiconstante QCF, Frecuencia Constante CF). Para la identificación de las especies se compararon los parámetros y patrones estimados con librerías acústicas, claves de identificación acústica y fichas de identificación de las especies de murciélagos de Chile (Rodríguez-San Pedro et al. 2014, Galaz et al. 2020, Miller & Ossa 2022). Adicionalmente, siempre que fue posible, se cuantificó el número de pases registrados como un indicador de la abundancia relativa, el número de llamadas de alimentación (feeding buzz) y el número de individuos por pase, cuando se pudo identificar con certeza su cantidad en las grabaciones.

**Tabla 3.** Parámetros de velocidad del viento instantánea, máxima y promedio (m/segundo), temperatura ambiental (t °C) y Humedad Relativa (HR%), registrados al inicio y al final del periodo de cada grabación, donde: Horas (Hrs [hh:mm]); Velocidad del viento instantánea (V [m/s]), Velocidad de viento máxima registrada en el periodo de grabación (Vmax [m/s]), velocidad de viento promedio registrada en el periodo de grabación (Vprom [m/s]); Temperatura (T [°C]) y humedad Relativa (HR [%]). Todos los parámetros fueron medidos al inicio y al final de la grabación por un periodo de 15 minutos.

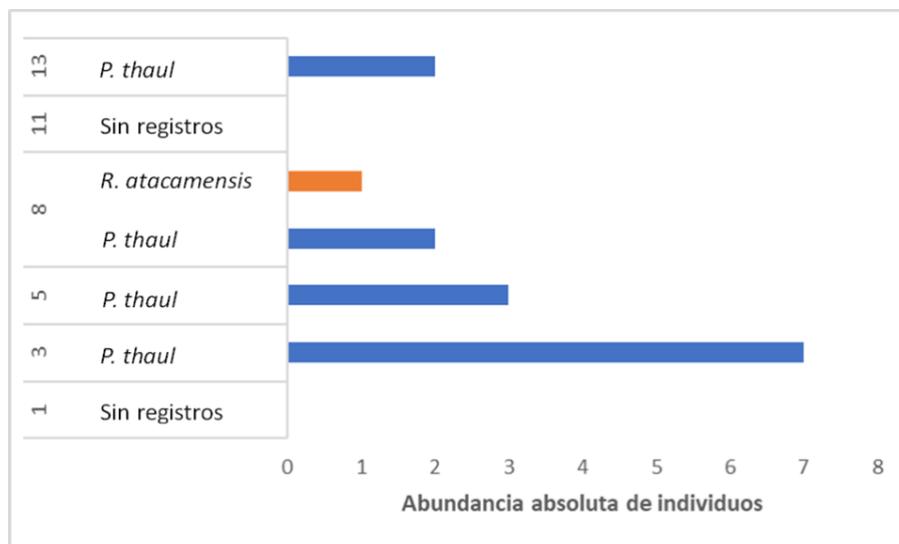
Punto	Fecha	Clima	Hrs [hh:mm]		V [m/s]		Vmax [m/s]		Vprom [m/s]		T [°C]		HR [%]	
			Ini	Fin	Ini	Fin	Ini	Fin	Ini	Fin	Ini	Fin	Ini	Fin
<b>GEFE01</b>	26/08/23	Desp.	18:38	18:48	0,1	0,8	0,4	8,1	0	0,9	16,6	21,6	43,3	52,2
<b>GEFE03</b>	26/08/23	Desp.	19:43	20:05	1,9	0	4,9	16,7	1,9	0	16,6	11,3	66,4	72,7
<b>GEFE05</b>	26/08/23	Desp.	20:29	20:59	1,5	2,5	2,5	14,7	1,9	8	11,1	9,8	75,6	78,5
<b>GEFE08</b>	27/08/23	Desp.	18:43	19:43	0,2	0	0,4	0,6	0	0	17,4	11,7	67	82,9
<b>GEFE11</b>	27/08/23	Desp.	20:28	20:58	0,6	1,3	1,3	2,1	0,6	1	12,6	12,1	78,3	79,2
<b>GEFE13</b>	07/07/23	Nub.	19:05	19:15	0	0	0	0	0		11		70	

## RESULTADOS

### Anfibios

Se detectaron dos especies de anfibios, pertenecientes a dos géneros, dos familias y un orden, a saber: *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) y *Rhinella atacamensis* (sapo atacameño). La abundancia acumulada fue de 15 individuos, de los cuales 14 correspondieron a *P. thaul*. La mayor riqueza de especies se registró en la estación GEFE08 (S = 2) y la mayor abundancia en GEFE03 (N = 7 inds.). No se observó actividad de anfibios en GEFE01 ni en GEFE11 (Figuras 9 y 10). *P. thaul*, especie nativa no endémica, se clasifica como casi amenazada, mientras que *R. atacamensis*, endémica de Chile, se cataloga como vulnerable (MMA, 2024; Tablas 2 y 4).

Aunque se trata de información ajena al presente estudio, uno de nuestros consultores reportó un registro incidental de *Calyptocephalella gayi* (rana chilena) en las inmediaciones de la estación 13, correspondiente al 28 de diciembre de 2021 (com. pers.).



**Figura 9.** Abundancia absoluta de *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos) y *Rhinella atacamensis* (sapito atacameño) en las estaciones de muestreo empleadas en este estudio. (1) El Almendral, (3) Pelicana, (5) Las Rojas, (8) Algarrobito, (11) Puente Fiscal de La Serena y (13) Desembocadura del río Elqui (sector baipás)



**Figura 10.** Registros de anfibios realizados en este estudio. De izquierda a derecha: Ejemplar macho de *Rhinella atacamensis* (sapo atacameño), (B) sonograma de un ejemplar macho de *Pleurodema thaul*, (C) sonograma de un ejemplar macho de *Calyptocephalella gayi* (observación incidental anterior al presente estudio). Registros fotográficos y acústicos: Víctor Pastén

**Tabla 4.** Estado de conservación de las especies de anfibios detectadas en este estudio según el RCE

Especie	Origen	Estado de conservación	Proceso clasificatorio	Decreto Supremo
<i>Pleurodema thaul</i>	N	NT	6	41/2011 MMA
<i>Rhinella atacamensis</i>	E	VU	6	41/2011 MMA

### Reptiles

Durante el muestreo, se observó una escasa presencia de este taxón en todas las estaciones de monitoreo evaluadas. La abundancia total de individuos registrada en los sitios de monitoreo correspondió a 2 y la riqueza total de especies correspondió a solo 1, especie identificada como *Liolaemus nitidus*, tanto para el sitio El Almendral (GEFE 01) y Las Rojas (GEFE 03).

El origen geográfico de esta especie corresponde a Endémica de Chile según lo informado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA 2023: 18° RCE). No se registraron especies de reptiles introducidos. En cuanto al estado de conservación, la única especie registrada se encuentra clasificada como Casi Amenazada (NT).

Cabe mencionar que cercano al sitio GEFE 01, fue posible detectar un ejemplar juvenil de *Liolaemus zapallarensis*, especie Endémica de Chile, clasificada de Preocupación menor según el Reglamento de Clasificación de Especies (MMA 2023: 18° RCE).

**Tabla 5. Abundancia absoluta y riqueza de especies** de reptiles estación de invierno 2023 registrada en los 6 sitios de monitoreo del Humedal Costero Río Elqui. Se indica **origen geográfico**: especie endémica de Chile (E), nativa (N), introducida (I), ocasional (O), **estado de conservación**: en peligro crítico (CR), datos insuficientes (DD), en peligro (EN), extinta en estado silvestre (EW), extinta (EX), fuera de peligro (FP), insuficientemente conocida (IC), preocupación menor (LC), casi amenazado (NT), rara (R) y vulnerable (VU) (Fuente: elaboración propia).

Nombre científico	Nombre común	Origen geográfico	Estado de conservación	GEFE 01	GEFE 03	GEFE 05	GEFE 07	GEFE 11	GEFE 13
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido	N	NT	1	0	1	0	0	0
<b>Abundancia de individuos</b>	2			1	0	1	0	0	0
<b>Riqueza de especies</b>	1			1	0	1	0	0	0

## Aves

Durante la estación de invierno 2023 se registró un total de 1116 individuos, los sitios que exhibieron la mayor abundancia de individuos correspondieron a GEFE13 y GEFE01 con un total de 342 y 307 ejemplares, respectivamente.

En cuanto a la riqueza de especies, se registró un total de 42 especies para los 6 puntos de monitoreo establecidos para el programa de monitoreo. La mayor riqueza se observó en la estación de la Desembocadura del humedal del río Elqui (GEFE 13) donde fue posible detectar 20 especies, mientras que la menor riqueza con 12 especies se registró en los sitios GEFE01 (El Almendral) y GEFE11 (Puente Fiscal).

Con respecto al origen geográfico, la mayoría de las especies registradas corresponden a nativas no endémicas, a excepción de la paloma doméstica (*Columba livia*) que fue registrada únicamente en la estación Puente Fiscal. Durante esta campaña no se registró especies endémicas (Tablas X).

En cuanto al estado de conservación, la mayoría de las especies nativas no han sido evaluadas según lo indicado en el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente (MMA 2023: 18° RCE). Sin embargo, el loro trichahue (*Cyanoliseus patagonus bloxami*), se encuentra clasificado como en peligro para la región de Atacama y Coquimbo. Cabe mencionar que esta especie fue observada en 3 de los seis sitios en conducta de vuelo de paso durante el monitoreo, siendo mucho más frecuente en sector el Almendral (GEFE01).

Los resultados del índice de diversidad de este grupo taxonómico mostraron en general una variación significativa entre los diferentes sitios de estudio (Tabla x). La mayor diversidad de aves se registró en GEFE03 ( $H = 0,876$  y  $1 - D = 2,45$ ) y la menor en GEFE01 ( $H = 0,635$  y  $1 - D = 1,309$ ).

**Tabla 6. Abundancia absoluta y riqueza de especies** de aves estación de invierno 2023 registrada en los 6 sitios de monitoreo del humedal del río Elqui. Se indica **origen geográfico**: especie endémica de Chile (E), nativa (N), introducida (I), ocasional (O), **estado de conservación**: en peligro crítico (CR), datos insuficientes (DD), en peligro (EN), extinta en estado silvestre (EW), extinta (EX), fuera de peligro (FP), insuficientemente conocida (IC), preocupación menor (LC), casi amenazado (NT), rara (R) y vulnerable (VU) (Fuente: elaboración propia).

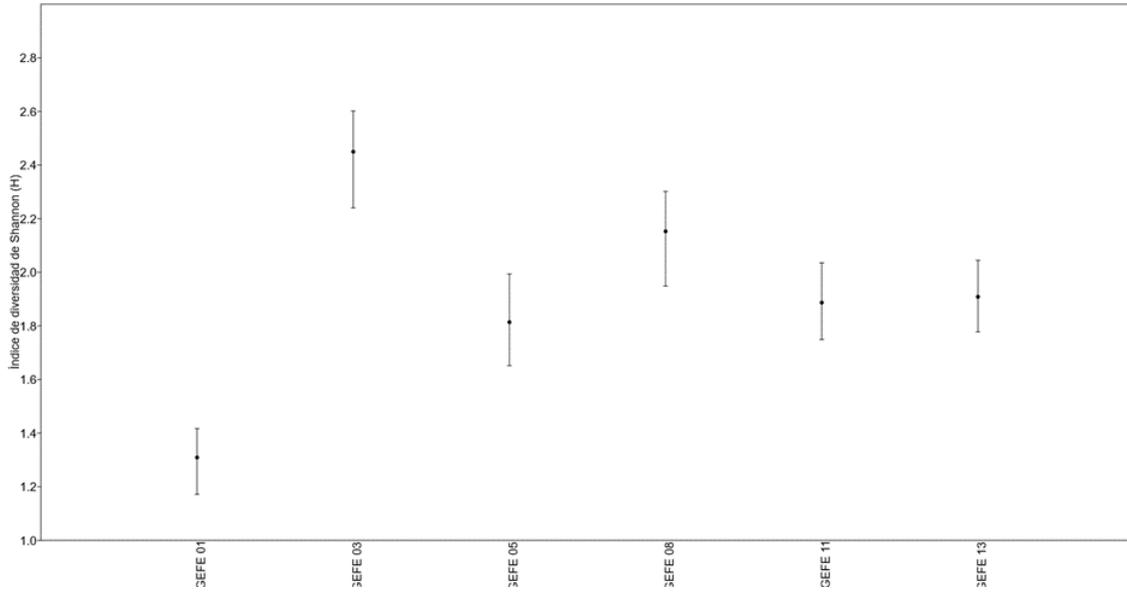
Nombre científico	Nombre común	Origen geográfico	Estado de conservación	GEFE 01	GEFE 03	GEFE 05	GEF E 08	GEF E 11	GEF E 13
<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	N	NE	97	19	6	3	0	28
<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	N	NE	28	2	0	15	4	0
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola común	N	NE	0	0	0	21	3	0
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Trichahue	N	EN	155	2	20	0	0	0
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán común	N	NE	10	4	1	0	0	0

<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N	NE	4	6	10	2	19	1
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	N	NE	2	0	0	0	0	0
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	N	NE	2	0	0	0	0	0
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	N	NE	2	1	1	0	0	0
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	N	NE	1	0	0	0	0	0
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete común	N	NE	0	0	0	2	0	0
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	N	NE	3	2	0	2	0	0
<i>Agelasticus tilius</i>	Trile	N	NE	2	6	14	0	1	32
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	N	NE	1	1	0	0	2	0
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	N	NE	0	2	10	0	1	48
<i>Mareca sibilatrix</i>	Pato real	N	NE	0	0	5	0	0	6
<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado	N	NE	0	0	0	0	0	20
<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	N	NE	0	6	0	0	0	1
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	N	NE	0	2	0	0	0	0
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	N	NE	0	0	2	0	0	2
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	N	LC	0	0	0	0	0	1
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	N	NE	0	1	5	2	7	6
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	N	NE	0	1	0	2	11	0
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	N	NE	0	13	93	0	2	6
<i>Leistes loyca</i>	Loica	N	NE	0	2	0	0	0	0
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	N	NE	0	2	0	14	0	0
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	N	NE	0	3	1	0	0	6
<i>Lesonia rufa</i>	Colegial común	N	NE	0	0	3	0	0	0

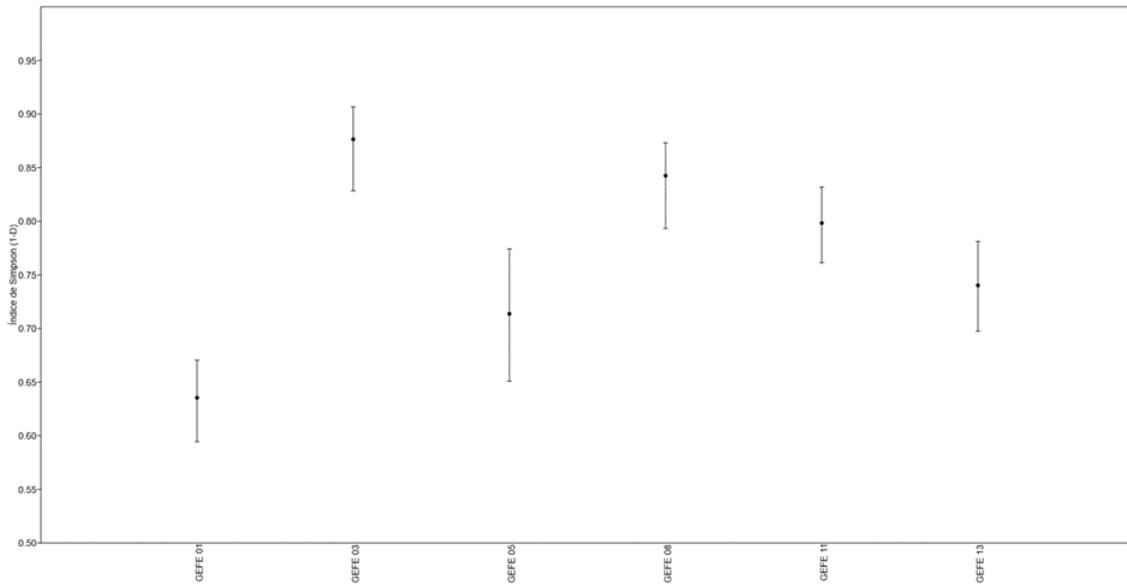
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	NE	0	0	12	0	0	0
<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	N	NE	0	0	1	0	0	4
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja	N	NE	0	0	0	0	0	6
<i>Elaenia albiceps</i>	Fiofío	N	NE	0	0	0	1	0	0
<i>Rhodopis vesper</i>	Picaflor del norte	N	NE	0	0	0	5	5	6
<i>Patagona gigas</i>	Colibrí gigante	N	NE	0	0	0	2	0	0
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	N	NE	0	0	0	6	0	0
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	N	NE	0	0	0	1	0	0
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	N	NE	0	0	0	0	39	160
<i>Columba livia</i>	Paloma común	I	NE	0	0	0	0	36	0
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	N	NE	0	0	0	0	0	1
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	N	NE	0	0	0	0	0	5
<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrún	N	NE	0	0	0	0	0	1
<i>Parrallus sanguinolentus</i>	Pidén	N	NE	0	0	0	0	0	2

**Tabla 7.** Parámetros de los índices de diversidad de aves registradas en el humedal del río Elqui, **índices de diversidad** H: índice de Shannon – Weaver,  $C_{inv}$ : índice inverso de Simpson e intervalos de confianza mínimo y máximo (IC: min-max).

Parámetro	GEFE 01	GEFE 03	GEFE 05	GEFE 08	GEFE 11	GEFE 13	Total
Abundancia de individuos	307	75	184	78	130	342	1116
Riqueza de especies	12	18	15	14	12	20	42
H	1,3	2,4	1,8	2,1	1,9	1,9	
IC:min-max	1,2-1,4	2,2-2,6	1,6-2,0	1,9-2,3	1,7-2,0	1,8-2,0	
$C_{inv}$	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	
IC:min-max	0,6-0,7	0,8-0,9	0,6-0,8	0,8-0,9	0,8-0,8	0,7-0,8	



**Figura 11.** Índice de diversidad de Shannon – Weiner (LN) en seis sitios de monitoreo del humedal del río Elqui.



**Figura 12.** Índice inverso de Simpson en seis sitios de monitoreo del humedal del río Elqui.

## Quirópteros

A partir de 206 grabaciones realizadas y 179 pases efectivamente registrados se identificaron un total de 5 especies de murciélagos a lo largo de los 6 puntos de monitoreo del humedal del río Elqui que pertenecen al menos a dos familias diferentes. De la familia Vespertilionidae se registraron tres especies: *Myotis atacamensis*, *Lasiurus villosissimus* e *Histiotus macrotus*. De la familia Molosidae se registró la especie *Tadarida brasiliensis*. Además, se registró una especie indeterminada. De las especies registradas solamente *M. atacamensis* es reconocida a nivel nacional como cercanamente amenaza (NT) y Vulnerable (VU) a nivel internacional. *Lasiurus villosissimus* se encuentran en la categoría de datos deficientes (DD) a nivel nacional y tanto *T. brasiliensis* como *H. macrotus*, se encuentran en la categoría de menor preocupación (LC) a nivel nacional e internacional.

**Tabla 8.** Clasificación taxonómica, origen biogeográfico y estado de conservación a nivel nacional (RCE 2023) e internacional (UICN 2024) de las especies de murciélagos registradas en el monitoreo de invierno del humedal del río Elqui.

Familia	Especie	Origen	Estado de conservación nacional (RCE 2023)	Estado de conservación internacional (UICN 2023)
Vespertilionidae	<i>M. atacamensis</i>	Nativo	NT	VU
	<i>L. Villosissimus</i>	Nativo	DD	LC
	<i>H. macrotus</i>	Nativo	LC	LC
Molosidae	<i>T. brasiliensis</i>	Nativo	LC	LC

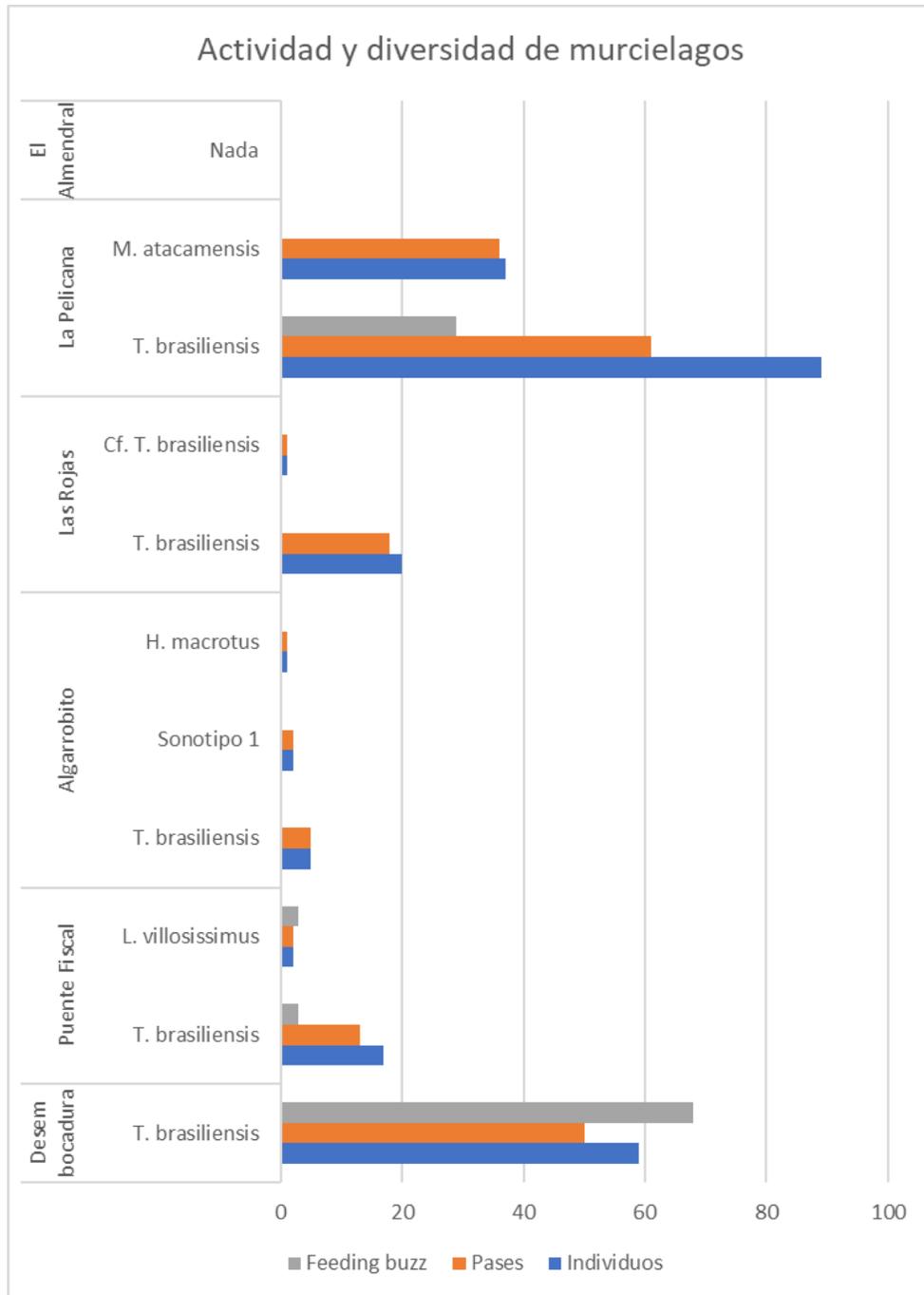
La detección del número de especies por localidad fue variable ocurriendo localidades sin registro de murciélagos y otras en las que se registraron al menos 3 especies (Figura 13). La localidad sin registros de especies fue el Almendral, mientras que en la localidad de Algarrobito se registraron 3 especies.

En cuanto al número de pases por localidad el sitio de Pelícana fue el que mayor actividad registró, seguida de la desembocadura del humedal. Los sitios de Las Rojas, El Puente Fiscal, y Algarrobito, mostraron mucha menor actividad, mientras que en la localidad de El Almendral no se registró ninguna actividad.

**Figura 9.** Número de individuos, pases y llamadas de alimentación (feeding buzz) registrados por especie en las diferentes localidades de monitoreo durante la época de invierno 2023 en el humedal del río Elqui.

Localidad	Especie	Abundancia de Individuos	Pases	Feeding buzz	Individuos total por sitio	Pases total por sitio	Feeding buzz total por sitio	Riqueza de especies
GEFE13	<i>T. brasiliensis</i>	59	50	68	59	59	68	1
GEFE11	<i>T. brasiliensis</i>	17	13	3	19	15	6	2
	<i>L. villosissimus</i>	2	2	3				
GEFE8	<i>T. brasiliensis</i>	5	5	0	8	8	0	3
	Sonotipo 1	2	2	0				
	<i>H. macrotus</i>	1	1	0				
GEFE05	<i>T. brasiliensis</i>	20	18	0	21	19	0	2
	<i>Cf. T. brasiliensis</i>	1	1	0				
GEFE03	<i>T. brasiliensis</i>	89	61	29	126	97	29	2
	<i>M. atacamensis</i>	37	36	0				
GEFE01	Nada	0	0	0	0	0	0	0

En cuanto a la abundancia de individuos, este parámetro mostró el mismo patrón que la frecuencia de pases, ocurriendo la mayor cantidad de registros en el sitio de la Pelicana, seguida de la Desembocadura. Los sitios de Las Rojas, El Puente Fiscal, y Algarrobito, mostraron mucha menor abundancia de individuos, mientras que en la localidad de El Almendral no se registró ningún individuo.

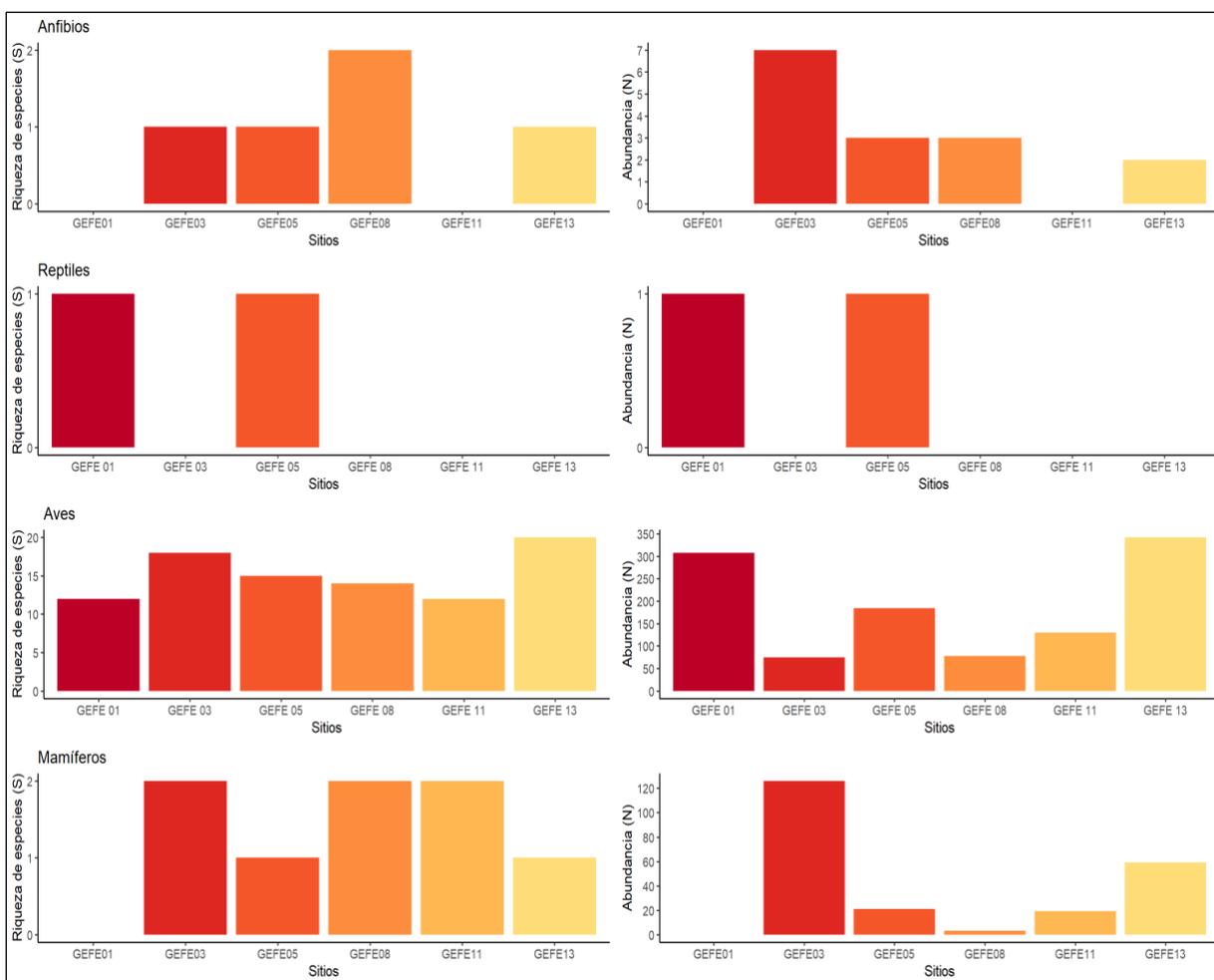


**Figura 13.** Patrones de abundancia de individuos, frecuencia de pases, y frecuencia de llamadas de alimentación (Feeding buzz) en murciélagos del humedal del río Elqui.

## Análisis integral de diversidad

El presente monitoreo invernal de vertebrados del Humedal Urbano del Río Elqui mostro una abundancia y riqueza notable de especies. En total se han registrado 50 especies y 1366 individuos en las 6 localidades de monitoreo, con un promedio de  $18 \pm 4$  especies (rango min-max: 13-22) por sitio. La variación de la diversidad entre taxas fue diferente, siendo la abundancia y riqueza de especies de aves significativamente mayor a la de todos los otros grupos.

No se encontraron diferencias significativas entre sitios. No bastante de ello, existe una tendencia de la riqueza y abundancia de especies hacia los extremos de los puntos evaluados, vale decir, la desembocadura y hacia el interior del valle en el humedal. Este patrón es determinado por la abundancia y riqueza de especies de aves y murciélagos. Al contrario, los anfibios y reptiles no muestran ningún patrón particular en sus valores de diversidad de riqueza y abundancia.

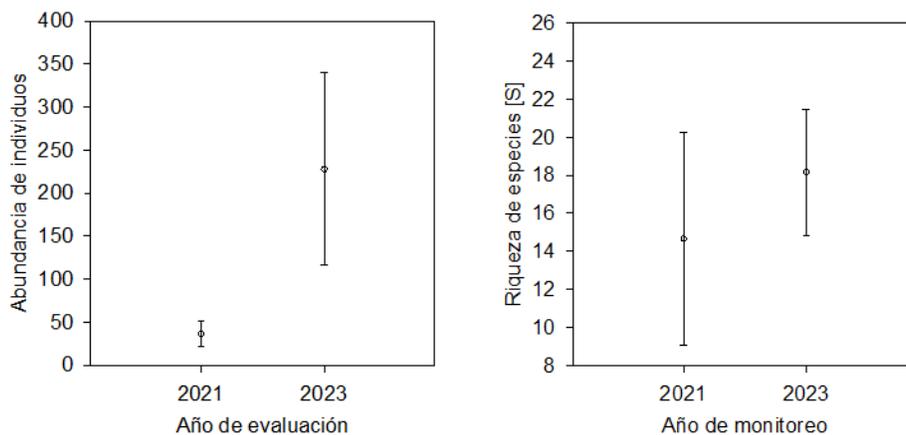


**Figura 14.** Riqueza de especies y abundancia de anfibios, reptiles, aves y mamíferos por sitio de muestreo observadas en la campaña de invierno de 2023.

## Análisis retrospectivo

Comparando los patrones de variación de la riqueza de especies y la abundancia de individuos entre el monitoreo de 2022 con el de 2023, se pueden observar algunas diferencias notables. En primer lugar, en cuanto a la abundancia total promedio entre los diferentes sitios monitoreados existen diferencias altamente significativas entre ambos años, siendo mucho mayor la del año 2023 en todos los sitios. Este patrón fue influenciado principalmente por la abundancia de aves y murciélagos en los diferentes sitios para el año 2023.

En cuanto a la riqueza de especies, se puede observar un patrón de variación más heterogéneo encontrándose una mayor diversidad al inicio y final del tramo monitoreado, vale decir, en la desembocadura y la localidad del Almendral durante el año 2022. Al contrario, la riqueza de especies fue mayor en los puntos intermedios GEFE 3, 5, 8. El único punto que se mantuvo notablemente similar entre ambos años fue el punto GEFE11 correspondiente a la localidad del Puente Fiscal. Sin embargo, la variación de la riqueza de especies no mostró diferencias significativas en la riqueza promedio entre años para los distintos sitios.

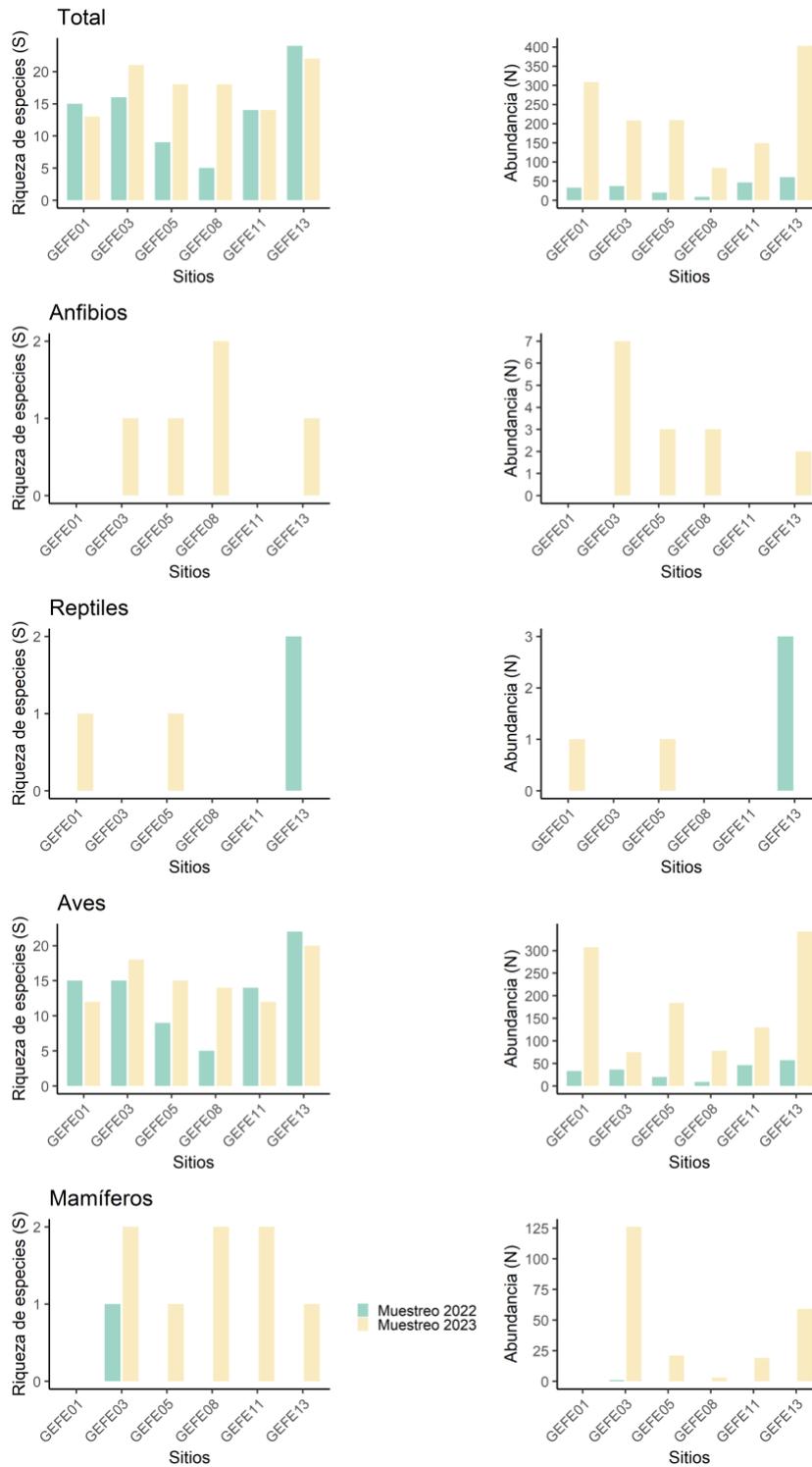


**Figura 15.** Abundancia y riqueza de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos monitoreados en el humedal del río Elqui en los años 2022 y 2023.

## Respecto al tipo de fuente emisora

En cuanto al tipo de fuente emisora se puede observar que cuatro de los seis puntos monitoreados corresponden a fuente emisoras difusas, a excepción del punto GEFE 13 que corresponde a un sitio con una fuente emisora puntual caracterizada por la presencia del bypass de la empresa Aguas del Valle y el punto GEFE01 de la localidad del Almendral donde se localiza la estación de la DGA Elqui El Almendral, correspondiente a una condición moderadamente perturbada y de contaminación difusa.

En ese sentido, la particularidad notable en el sitio de emisión puntual GEFE13, correspondiente al emisario del bypass, en la alta abundancia de individuos registrada en el lugar, particularmente producto de la presencia de aves y murciélagos. De forma similar, el punto GEFE01 correspondiente a un sitio de emisión difusa presenta valores similares de abundancia de individuos principalmente influenciado por la presencia de las aves, ya que en el sitio no se registraron especies de otros grupos.



**Figura 16.** Riqueza de especies y abundancia totales, de anfibios, reptiles, aves y mamíferos observadas en los sitios de muestreos GEFE01, GEFE03, GEFE08, GEFE11 y GEFE13 en las campañas de verano de 2022 e invierno 2023.

## DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

El monitoreo invernacional de la biodiversidad de vertebrados del Humedal Urbano Río Elqui mostró una alta diversidad comparado con resultados del monitoreo anterior (2022).

Esta alta diversidad estuvo predominada por las aves, seguida de los murciélagos, mientras que los reptiles y anfibios destacaron por la escasa representación que mostraron, aunque de todas maneras fue mayor que la reportada en el monitoreo anterior cuando no se registró la presencia de ambos grupos (2022).

Cabe recalcar que el monitoreo de referencia de 2022, fue realizado en la época estival entre marzo y abril. Al respecto, los muestreos realizados en esta gestión 2023 ocurrieron casi al final de la época invernacional entre la última semana de agosto y la primera de septiembre, condición que podría haber influido en una mayor abundancia de individuos, aunque la riqueza de especies no mostró diferencias significativas.

En cuanto a la riqueza de especies y la abundancia total de individuos, no se encontraron diferencias significativas entre sitios. No obstante, existe una tendencia de la riqueza y abundancia de especies hacia los extremos de los puntos evaluados, vale decir, en el sitio GEFE13 en la desembocadura y en el sitio GEFE 01 en la localidad del Almendral hacia el interior del valle en el humedal. Este patrón es determinado principalmente por la abundancia y riqueza de especies de aves y murciélagos. Al contrario, los anfibios y reptiles no muestran ningún patrón particular en sus valores de diversidad de riqueza y abundancia.

Las aves fueron el grupo más representativo entre los vertebrados monitoreados con una riqueza de 42 especies y 1116 individuos registrados. En cuanto a la riqueza de especies, se registró un promedio de  $15 \pm 3$  especies por sitio, con la mayor riqueza registrada en la estación de la desembocadura del humedal del río Elqui (GEFE 13) donde fue posible detectar 20 especies, mientras que la menor riqueza, con 12 especies, se registró en los sitios GEFE01 (El Almendral) y GEFE11 (Puente Fiscal). No obstante de ello, las diferencias en riqueza de especies entre sitios no fue significativa. A diferencia de la riqueza, la abundancia de individuos de aves registradas en los diferentes sitios, sí mostró diferencias altamente significativas, siendo los sitios GEFE13 y GEFE01 con 342 y 307 ejemplares, los que exhibieron la mayor abundancia.

Las causas que podrían explicar estos patrones de abundancia se dan por la prevalencia diferencial de especies según el ecosistema y su estado de conservación. Así, en el caso de la Desembocadura, la especie dominante fue la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), una especie generalista, omnívora, marina, altamente asociada a ecosistemas perturbados, convirtiéndose en una especie oportunista que no solo aprovecha muy exitosamente los ecosistemas costeros, sino que puede desplazarse grandes distancias en busca de su alimento a sectores como el "Vertedero El Panul". Este vertedero recibe el 55,62 % de los residuos sólidos domésticos de la región, provenientes de las comunas de Andacollo, Coquimbo, La Higuera y La Serena (SGS SIGA. 2018). En efecto, las gaviotas dominicanas, así como muchas otras aves costeras, utilizan el humedal como dormitorio y sitio de descanso más que como sitio de alimentación o reproducción. Además, la característica ecotonal del sector de la desembocadura y promueve así mismo la concurrencia de especies tanto terrestres como marinas y playeras. Es el caso de varias especies migratorias que aprovechan estos espacios para alimentarse y descansar, las que pueden migrar tanto desde regiones boreales (p. ej., *Calidris alba*, *Leucophaeus pipixcan*, *Thalasseus elegans*), como australes (p. ej., *Charadrius modestus*, *Colorhamphus parvirostris*). Por otra parte, aunque los niveles de abundancia registrados en el sitio GEFE01, El Almendral, son muy similares al anterior, las causas son distintas. La diversidad de aves

en este sitio está dominada por la presencia del trichahue (*Cyanoliseus patagonus bloxami*), especie que se encuentra clasificada como en peligro para la región de Atacama y Coquimbo. Cabe mencionar que esta especie fue observada en 3 de los seis sitios en conducta de vuelo de paso durante el monitoreo, siendo mucho más frecuente en el sector el Almendral (GEFE01). Esta especie gregaria forma colonias que recientemente han mostrado una recuperación en sus abundancias y aunque no dependen directamente del humedal para alimentarse, diariamente deben beber agua para cubrir sus requerimientos de hidratación, los cuales en ecosistemas semiáridos con el de la región convierten a los humedales en un oasis al que diariamente los trichahues deben concurrir para sobrevivir (Vargas-Rodríguez & Squeo 2014). Vuelan en grandes grupos familiares, los cuales constituyen la unidad básica de las colonias reproductivas, cercanamente ubicadas en el sector de Quebrada San Carlos y Tololo, cercanamente ubicados al sector de El Almendral.

No obstante de que estos dos sitios (GEFE01 y GEFE13) registran las mayores abundancias y los menores y mayores valores de riqueza de especies, respectivamente, no son los sitios con mayor diversidad de especies según lo demostrado por los índices de Shannon-Wiener y Simpson inverso. Esto debido justamente a la sobredominancia de la abundancia de la gaviota dominicana en el borde costero y del trichahue en el interior del humedal. Ambos sitios son superados significativamente por los valores de diversidad que exhibe el sitio GEFE03 (Puente Pelicana) que a pesar de tener uno de los valores de abundancia más bajos de los sitios monitoreados, representa a su vez el segundo sitio con mayor riqueza de especies en el humedal. Esto se explica justamente porque no existen especies que sean sobredominantes en el lugar, siendo las abundancias relativas de cada especie más equitativamente distribuidas en la comunidad, maximizando la diversidad. Este sitio está más equitativamente representado por la golondrina chilena (*Tachycineta meyeni*), ave insectívora altamente asociada a los cuerpos de agua y humedales, además del chirihue (*Sicalis luteola*) especie granívora típica del interior, pero que también se suele asociar a humedales. En ese sentido, la mayor diversidad de aves se registró en GEFE03 ( $H = 0,876$  y  $1 - D = 2,45$ ) y la menor en GEFE01 ( $H = 0,635$  y  $1 - D = 1,309$ ).

Con respecto al origen geográfico, la mayoría de las especies registradas corresponden a nativas no endémicas, a excepción de la paloma doméstica (*Columba livia*) que fue registrada únicamente en la estación Puente Fiscal, pero que se encuentra amplia y totalmente distribuida a lo largo del humedal y la región, siempre asociada a ambientes urbanos. Durante esta campaña no se registraron especies endémicas.

En cuanto a los murciélagos, a diferencia de la abundancia, la riqueza de especies fue bastante baja y homogénea a lo largo del humedal en los sitios de fuentes emisoras, variando entre una y tres especies de murciélagos insectívoros, a excepción del sitio GEFE01 en la localidad del Almendral donde no se registró ninguna especie de murciélago. Algunos factores que pueden explicar esta situación en el Almendral guardan relación con la velocidad del viento, la temperatura o la humedad relativa del ambiente, de los cuales ninguno destaca de lo observado en los otros sitios a excepción de la humedad relativa (HR [%]) la cual fue la más baja registrada en los diferentes lograres. En efecto, la humedad relativa más que afectar la actividad de los murciélagos puede afectar su detectabilidad, reduciéndose en lugares donde la humedad es muy alta. Dado que este no fue el caso, se considera que la ausencia de registros no se debió a dichas condiciones ambientales. Otro factor que podría influenciar es la disponibilidad de alimento. Aunque dicha variable no fue medida directamente, se puede especular que las condiciones de la velocidad del agua en el río no permiten el desarrollo de insectos comúnmente consumidos por murciélagos como moscas, mosquitos y polillas. He hecho, es notable como en este sector el río prácticamente o tiene sedimento fino sino pedregoso, a velocidad de la corriente es la más alta del sistema. No obstante, es posible también

que solamente producto del azar, no se hayan detectado murciélagos en la ocasión del monitoreo lo cual podría cambiar en el futuro.

A diferencia de la riqueza de especies, la abundancia medida tanto a través de la frecuencia de pases como de la cantidad de individuos detectados en los pases, mostró variaciones notables al concentrar la mayor fracción de registros en dos sitios, El puente Pelícano (GEFE03) y la desembocadura (GEFE13), albergando en conjunto el 78% de los pases registrados. En todos los sitios con registros, *Tadarida brasiliensis* estuvo siempre presente y fue la especie dominante. La siguiente especie con mayor representación fue el murciélago de Atacama (*Mystis atacamensis*), la cual es reconocida como una especie Cercanamente Amenazada a nivel nacional (RCE 2023) y como En Peligro (EN) a nivel internacional (Vargas et al 2017), la cual solo fue registrada en el sitio Puente La Pelicana (GEFE03). Las otras especies, *Histiotus macrotus* y *Lasiurus vilosissimus*, estuvieron apenas representadas, pero presentes en los otros sitios (GEFE08 y GEFE11).

En cuanto a los patrones de forrajeo, a partir de los pases de alimentación (feeding buzze) se pudo determinar no solo la presencia de las especies sino también de qué forma utilizan el humedal. Algo que fue altamente notable es la magnitud de uso de la desembocadura como sitio de alimentación por parte de *T. brasiliensis* donde se detectó una frecuencia de 1,3 pases de alimentación por pase registrado, lo cual implica que por cada tres pases de búsqueda los murciélagos capturaron cuatro insectos exitosamente. Ese patrón no se repitió en ningún otro de los sitios monitoreados, aunque si se detectó actividad de alimentación en otros dos sitios, aunque con menor intensidad. Es posible que esta diferencia se deba a que la desembocadura contiene una fuente de contaminación puntual, la única entre los sitios monitoreados lo cual produce un sitio altamente eutrofizado, contaminado y enriquecido con altos niveles de materia orgánica producto de la expulsión de aguas servidas con materia fecal por el by pass instalado por la empresa Aguas del Valle. Este tipo de ambientes son altamente propicios para la proliferación de moscas, mosquitos y sancudos, entre otros insectos que forman parte de la dieta de los murciélagos. Es sabido que los murciélagos pueden consumir cerca de 600 mosquitos por hora cuando las condiciones son propicias (Kunz & Parsons 2009), como es el caso de la desembocadura. Esto pone en relevancia la importancia de los beneficios de la naturaleza provistos por los murciélagos en los humedales a través de la regulación de insectos plaga que pueden convertirse en una amenaza para la salud pública debido a que suelen ser vectores de enfermedades como el Dengue, Zika o Chicunguña, con alto riesgo de propagación global como consecuencia del cambio climático (Cediel et al. 2023) y que en el humedal, afortunadamente se encuentran en una alta concentración de individuos y actividad regulando la presencia de estos insectos en el sector de la desembocadura y hacia el interior.

Por lo que respecta a los anfibios, tanto la riqueza como la abundancia observada alcanzaron valores relativamente bajos y similares entre sitios, con máximos de dos especies y siete individuos, respectivamente. Los resultados de riqueza son esperables en la zona de estudio, donde se han reportado tres especies de anfibios: *Calyptocephalella gayi*, *P. thaul* y *R. atacamensis*. La ausencia de registros en GEFE01 y GEFE11 puede atribuirse a factores como la turbulencia del flujo fluvial (GEFE01), ruidos intensos de origen natural y artificial y ausencia de aguas superficiales (GEFE11). Ante esta última condición, los anfibios tienden a refugiarse y reducir su actividad. Además, en contraste con GEFE01 y GEFE11, los sitios con anfibios presentaron una vegetación palustre abundante, remansos y áreas encharcadas.

El muestreo nocturno por detección acústica es imprescindible para el estudio de anfibios. Prueba de ello son las notables diferencias entre los resultados de 2022, en cuya campaña no se observaron anfibios, y los de esta consultoría. En cualquier caso, no se debería prescindir de los muestreos

visuales, con los cuales se pueden detectar huevos, larvas y otras evidencias de la presencia de anfibios.

Los anfibios son especialmente sensibles a la destrucción del hábitat, a la contaminación por fertilizantes, fungicidas y herbicidas, a la presión predatoria de especies exóticas (p. ej., *Gambusia holbrooki*, pez presente en el humedal del Elqui) y a la desertificación. Su condición de centinelas ambientales los convierte en un grupo fundamental para el monitoreo ecológico del humedal del Elqui, donde confluyen impactos tan importantes como la expansión agrícola y urbana, la alteración de cauces y la gestión deficiente de las aguas (Lobos *et al.*, 2013; Figueroa *et al.*, 2021)

### **Sobre el análisis integral de diversidad**

Como bien se dijo anteriormente, el monitoreo de vertebrados del Humedal Urbano del Río Elqui asociado a las fuentes de contaminación puntual y difusa, prácticamente desde el Embalse Puclaro, hasta su desembocadura, mostro una abundancia y riqueza notable de especies en general. En total se han registrado 50 especies y 1366 individuos en las 6 localidades de monitoreo, con un promedio de  $18 \pm 4$  especies (rango min-max: 13-22) por sitio, siendo la abundancia y riqueza de especies de aves significativamente mayor a la de todos los otros grupos.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre sitios, no bastante de ello, existe una tendencia al incremento de la riqueza y abundancia de especies hacia los extremos de los puntos evaluados, vale decir, la desembocadura y hacia el interior del valle en el humedal. Como se explicó anteriormente, este patrón es determinado por la abundancia y riqueza de especies de aves y murciélagos. Al contrario, los anfibios y reptiles no muestran ningún patrón particular en sus valores de diversidad de riqueza y abundancia.

Las causas que podrían explicar este patrón son las ya esgrimidas para explicar los principales patrones de diversidad de las aves y murciélagos en la sección anterior. Sin embargo, cabe recalcar la importancia relativa de condiciones particulares que hacen de estos extremos los más diversos del humedal. En primer lugar, está la mayor disponibilidad de agua en el humedal, tanto en la salida del Embalse Puclaro, como en la desembocadura, los volúmenes de agua son mayores que el resto del humedal, eso además de las condiciones de calidad de aguas y hábitat que se van deteriorando desde el interior hacia la desembocadura como bien ha sido demostrado por anteriores estudios (GESNAT 2022). En ese sentido, el deterioro de la calidad del agua en la desembocadura es sobrecompensado por un enriquecimiento orgánico del ecosistema, el cual produce un mayor nivel de eutrofización de la desembocadura generando un ambiente rico en recursos para algunas especies de vertebrados como aves y murciélagos insectívoros, pero que a su vez provoca un deterioro de la diversidad debido a la sobredominancia de algunas especies como las gaviotas.

La selección y desequilibrio de la cantidad de sitios a monitorear, asociados a distintos tipos de fuentes de contaminación difusa o puntual, no permiten contar con un diseño de monitoreo que permita evaluar el efecto de cada uno de ellos, ya que solo se cuenta con la desembocadura como sitio de contaminación puntual producido por el by pass de la empresa Aguas del Valle, mientras que todos los otros puntos corresponden a sitios de contaminación difusa. De esa forma, el diseño del estudio de largo plazo podría obviar esa consideración y concentrar el esfuerzo de muestreo en determinar la variación temporal y espacial de la biodiversidad asociada a fuentes de contaminación difusa y evaluar el efecto futuro del control de amenazas, vale decir, el efecto del control de las fuentes de contaminación sobre la variación temporal de la diversidad de vertebrados como bioindicadores de la mejora en la calidad de hábitat. No obstante, todavía estamos muy pronto de poder determinar la línea base de variación estacional de la diversidad en los diferentes puntos, de

tal forma de lograr determinar posibles cambios significativos producto de la implementación de acciones de gestión y conservación del humedal en el futuro.

Por ahora, los dos muestreos realizados a la fecha comparables debido al esfuerzo de muestreo realizado utilizando plots de evaluación de 50 m de radio como unidades de evaluación de variables de respuesta como la riqueza de especies, recomendada por GESNAT como el mejor indicador, pero también la abundancia de individuos, han mostrado resultados contrastantes para ambas variables. En el caso de la riqueza de especies, no se han encontrado diferencias significativas entre ambos monitoreos, sin embargo, en el caso de la abundancia, si se han detectado diferencias altamente significativas entre ambos monitoreos. Estas diferencias se deben a la incorporación de nuevas tecnologías que han permitido la inclusión de grupos como los murciélagos cuya detectabilidad se hace más viable con los niveles de esfuerzo y recursos disponibles para realizar el monitoreo. Así mismo, la adecuación del uso de métodos de muestreo nocturno en el caso de los anfibios, han mejorado la detectabilidad de este grupo que no había sido registrado en los muestreos diurnos en transectos VES durante el monitoreo de 2022. Esto nos indica que todavía no hemos alcanzado la optimización de la mejor metodología para el monitoreo de los bioindicadores de fauna vertebrada del humedal, pero estamos seguros de estar avanzando hacia su consecución con paso seguro. Los procesos de optimización de metodologías de monitoreo de largo plazo pueden tomar años, ya que las oportunidades para registrar, comparar, analizar y reflexionar sobre los resultados de un monitoreo estacional como el planteado para el humedal del río Elqui están restringidas a la implementación de experiencias, la disponibilidad de recursos y el tiempo.

La inclusión de otras variables auxiliares, como atributos conductuales como los patrones de alimentación y forrajeo en murciélagos, y de historia de vida de los organismos focales del estudio, son fundamentales a ser considerados, sobre todo con el fin de contar con atributos de diversidad funcional que ayuden a caracterizar y explicar la respuesta a los esfuerzos y acciones de gestión y conservación del humedal del río Elqui.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bravo-Naranjo V. & C. Zuleta (2019). Amenazas & Presiones a los Humedales Costeros de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos C & Contreras-López M. Humedales Costero de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades & Conservación. Ediciones Universidad de La Serena & Ministerio del Medio Ambiente. La Serena, Chile.

Cediel Becerra NM, Machado DF, Pineda J, Cartín-Rojas A, Aguirre LF, Vargas R, Sánchez MP, Vega S y Morais M. 2023. Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica. Rev Med Vet. 2023;(46):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss46.1>

Comité Sudamericano de Clasificación. (2022). Lista de especies de aves de los países y territorios de Sudamérica. URL: <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.htm>.

Corporación Ambientes Acuáticos de Chile. (2005). *Los humedales no pueden esperar: manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo*. ISBN 956-8520-01-5.

Couve, E., Vidal, C. F., y Ruiz, J. (2016). *Aves de Chile, sus islas oceánicas y península antártica*. FS Editorial.

De la Maza & Bonacic C. (2014). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile.

D'Elía, G., Canto, J., Ossa, G., Verde-Arregoitia, L. D., Bostelmann, E., Iriarte, A., Amador, L., Quiroga-Carmona, M., Hurtado, N., Cardenillas, R., y Valdez, L. (2020). Lista actualizada de los mamíferos vivientes de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, 69(2), 67-98.

Donoso-Barros R (1966) Reptiles de Chile. Ed. Univ. de Chile. 458 pp.

eBird. (2022). *eBird basic dataset*. Laboratorio Ornitológico de Cornell. Recuperado el 15 de enero de 2024 de <https://ebird.org/chile/map>.

ECOTERRA. (2016). Proyecto FPA 4G0382016: A través del trueque científico fortalezcó los vínculos y promuevo el cuidado del medio ambiente. Informe final. Ministerio del Medio Ambiente.

Feinsinger P. (2004). El diseño de estudios de Campo para la conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN. Figueroa, A., Lictevout, E., Rojas, C., Tapia, D., Daroch, S., y Cáceres, R. (2021). Delimitación y caracterización de usos del humedal desembocadura del río Elqui y sus subcuencas aportantes, Región de Coquimbo. Informe final. Ministerio del Medio Ambiente y Programa de las Naciones.

Figueroa, A., Tapia D., Rojas C., Lictevout E., Cáceres R., Daroch S., Vargas-Rodríguez R., Chiang G. (2021). Delimitación y caracterización de usos del humedal desembocadura del río Elqui y sus subcuencas aportantes, Región de Coquimbo. Informe final. Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Galaz J., Yanez J., & Fernández I. (2021). Los murciélagos de Chile: guía para su reconocimiento. CEA Ediciones.

Garín, C. F., y Hussein, Y. (2013). Guía de reconocimiento de anfibios y reptiles de la región de Valparaíso. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

GEF (2024). Desembocadura del Río Elqui, Región de Coquimbo. GEF Humedales Costeros del centro Sur de Chile. [Desembocadura del Río Elqui : Proyecto GEF Humedales Costeros \(mma.gob.cl\)](#)

GESNAT. (2022). Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del Humedal Costero del Río Elqui, Región de Coquimbo. 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”. Informe Técnico. [Informe Final Fuentes EmisorasHCRE2022.pdf \(sharepoint.com\)](#)

Jaramillo, A., Burke, P., & Beadle, D. (2003). Birds of Chile.

Iriarte W., A. (2008). Mamíferos de Chile (1.a ed.). Lynx Edicions.

Integrated Taxonomic Information System. (s.f.). Integrated Taxonomic Information System. Recuperado el 28 de enero de 2024 de <https://www.itis.gov/>.

Ley N.º 19300 de 1994. Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. 1 de marzo de 1994.

Ley N.º 20283 de 2008. Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. 11 de julio de 2008.

Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Díaz, S., y Tala, C. (2013) *Anfibios de Chile, un desafío para la conservación*. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología.

Kunz, T. H., & S. Parsons (eds.). 2009. Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 901 pp.

Mella J (2005) Guía de Campo de Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M Contreras (Eds). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp.

Mella, J. 2017. Guía de campo de reptiles de Chile. Tomo 2: Zona Norte. Peñaloza, A.P.G (ed.). Alvimpress, Santiago.

Miller B. & Ossa G. (2018). Fichas de identificación acústica de murciélagos en Chile. [https://keys.lucidcentral.org/keys/v4/bats/chile/key/bats\\_chile/Media/Html/entities/intro/about.html](https://keys.lucidcentral.org/keys/v4/bats/chile/key/bats_chile/Media/Html/entities/intro/about.html)

Ministerio de Medio Ambiente-Organización de las Naciones Unidas (MMA-ONU). (2022). Guía de monitoreo de humedales. Ministerio de Medio Ambiente de Chile. [Guía Monitoreo de humedales.pdf \(mma.gob.cl\)](#)

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2022). Reconoce de oficio humedal urbano río elqui, altovalsol a desembocadura. Diario Oficial de la República de Chile, Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Núm. 43.320 | Viernes 5 de Agosto de 2022 | Página 1 de 5.

Ministerio del Medio Ambiente. (2024). N6mina del Reglamento de Clasificaci6n de Especies Silvestres seg6n su Estado de Conservaci6n. Recuperado el 28 de diciembre de 2023 de: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl>.

Morales, L., Canessa, F., Mattar, C., Orrego, R., y Matus, F. (2006). Caracterizaci6n y zonificaci6n ed6fica y clim6tica de la regi6n de Coquimbo, Chile. *Revista de la ciencia del suelo y nutrici6n vegetal*, 6(3), 52-74.

Nu6ez H & JC Torres-Mura (1992) Adiciones a la herpetofauna de Chile. Noticiero Mensual del Museo de Historia Natural (Santiago de Chile) 322: 3-8.

Novoa, J. E., y L6pez, D. (2001). IV Regi6n: el escenario geogr6fico f6sico. En Squeo, F. A., Arancio, G., y Guti6rrez, J. R. (Eds.). *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservaci6n: regi6n de Coquimbo*. Ediciones Universidad de La Serena.

Panzer-Almada, M. A. (2017). *Filogeograf6a, delimitaci6n de especies y reconstrucci6n de relaciones filogen6ticas del complejo Liolaemus tenuis*. [Tesis doctoral, Universidad de Concepci6n]. Repositorio de bibliotecas de la Universidad de Concepci6n.

Pincheira-Donoso, D., y Nu6ez, H. (2005). Las especies chilenas del g6nero *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae): taxonom6a, sistem6tica y evoluci6n. *Publicaciones Ocasionales Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, 59, 1-486.

Pincheira-Donoso, D., Bachrati, C., Cotter, S., Brandreth, E., Cole, J., Daly, E., King, C., Montgomery, L., Ortega, E., Reed, T., Sajez, A., Smith, J., van der Westhuizen, T., Williams, A., y Canto, J. (2018). Field observations on the natural history and breeding behavior of the Atacama toad *Rhinella atacamensis*, (Anura: Bufonidae) from Chile. *Bolet6n del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 67(1), 33-40.

Ralph, C., Geupel, J., Geoffrey, R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. (1993). *Handbook of field methods for monitoring landbirds*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Rodr6guez-San Pedro A., Allendes J.L., Carrasco-Lagos P., & Moreno R.A. (2014). Murci6lagos de la Regi6n Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Regi6n Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tom6s y Programa para la Conservaci6n de los Murci6lagos de Chile (PCMCh).

Servicio de Evaluaci6n Ambiental. (2015). Gu6a para la descripci6n del 6rea de influencia: descripci6n de los componentes suelos, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Ministerio del Medio Ambiente, Chile.

SGS SIGA. (2018). Diagn6stico de la situaci6n por comuna y por regi6n en materia de RSD y asimilables. Informe 2. Subsecretar6a de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).

Tabilo, E., Burmeister, J., Ch6vez, C., y Z6ckler, C. (2016). *Humedales y aves playeras en la 6rida costa del Pac6fico sudamericano: evaluaci6n ecol6gica r6pida (segunda versi6n)*. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales (CNEH) y Fundanci6n Manfred-Hermsen-Stiftung.

Tabilo, E., Castillo, D., Chávez-Villavicencio, C., Casale, J. F., y Vargas, S. (2022). Diagnóstico ambiental actual y fuentes emisoras del humedal costero del río Elqui, región de Coquimbo. Informe final. Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

The Reptile Database. (s.f.). The Reptile Database. Recuperado el 28 de enero de 2024 de <https://reptile-database.reptarium.cz/>.

Vila, I., Pardo, R., Dyer, B., y Habit, E. (2006). Peces límnicos: diversidad, origen y estado de conservación. En Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R., y Ramírez, C. (Eds.), *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile* (pp. 73-102). Editorial Universitaria.

Zuleta-Ramos C & Contreras-López M. (2019). Humedales Costero de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades & Conservación. Ediciones Universidad de La Serena & Ministerio del Medio Ambiente. La Serena, Chile.

Vargas-Rodríguez R. & Squeo F. (2014). Historia Natural del Loro Tricahue en el Norte de Chile. Universidad de La Serena.

Vargas-Rodríguez, R., Peñaranda, D., Ugarte Nuñez, J., Rodríguez-San Pedro, A., Ossa Gomez, G. & Gatica Castro, A. (2016). *Myotis atacamensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T14143A22050638. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T14143A22050638.en>. Accessed on 04 March 2024.

Veloso A & J Navarro (1988) Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* 6: 481-539.

Vidal, M. y A. Labra. 2008. *Herpetología de Chile*. Editorial Science Verlag, Santiago de Chile.

**ANEXO FOTOGRÁFICO**



**Figura 1.** *Liolaemus nitidus* en GEFE01 El Almendral.



**Figura 2.** *Cyanoliseus patagonus* en GEFE01 El Almendral



**Figura 3.** *Zenaida meloda* en GEFE01 El Almendral.



**Figura 4.** *Troglodytes aedon* en GEFE03 Pelícano.



**Figura 5.** *Zonotrichia capensis* en GEFE03 Pelicana



**Figura 6.** *Leistes loyca* en GEFE03 Pelicana.



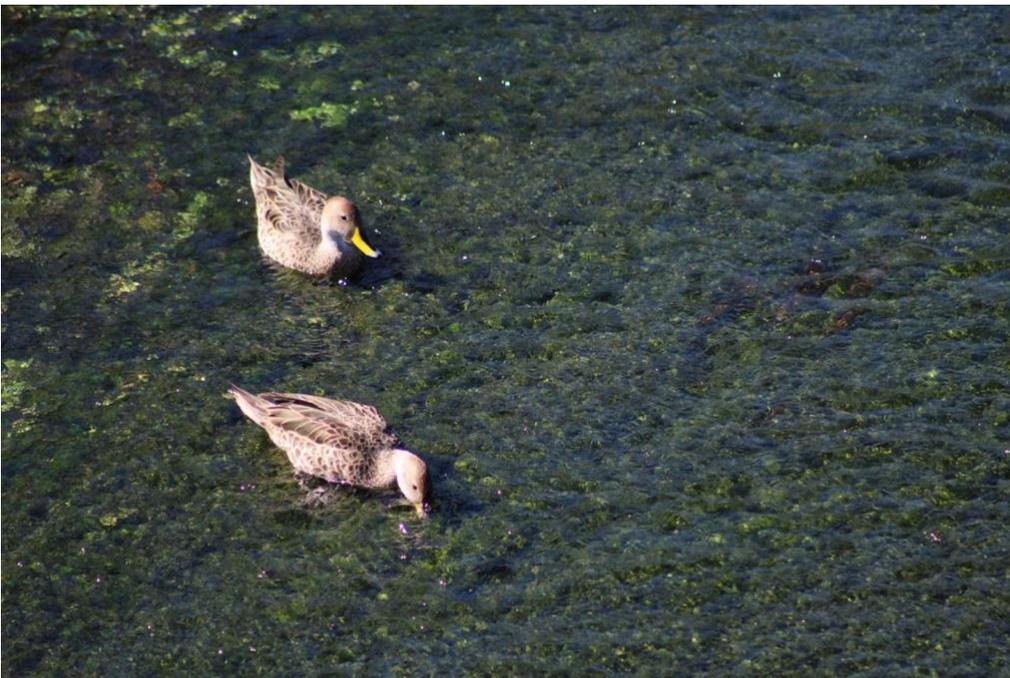
**Figura 7.** *Egretta thula* en GEFE05 Las Rojas.



**Figura 8.** *Mareca sibilatrix* en GEFE05 Las Rojas.



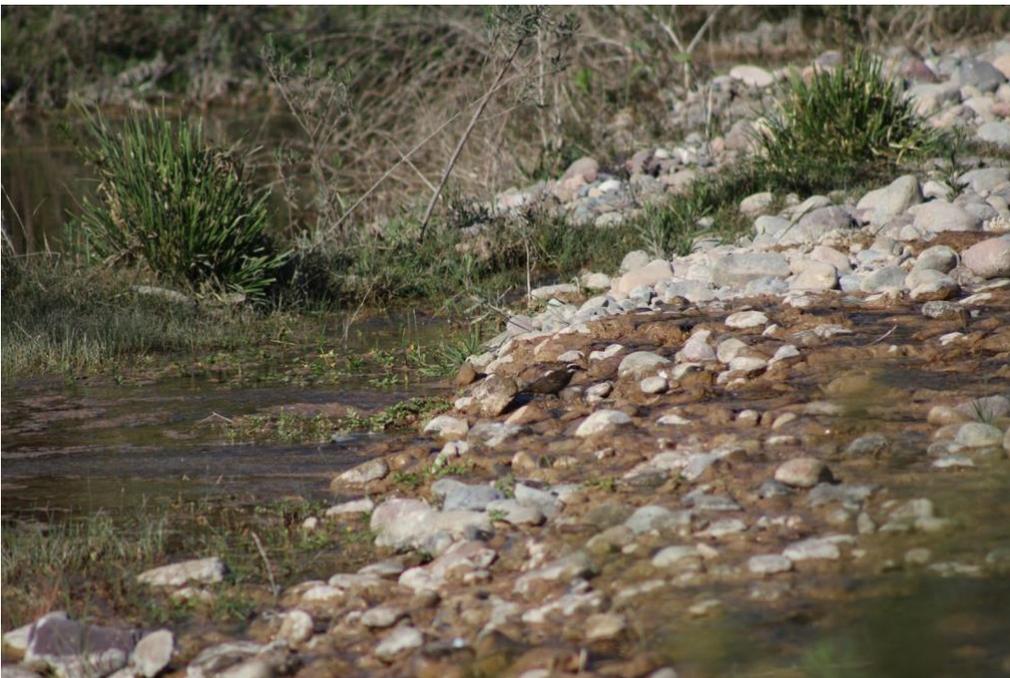
**Figura 9.** *Lesonia rufa* en GEFE05 Las Rojas.



**Figura 10.** *Anas georgica* en GEFE05 Las Rojas.



**Figura 11.** *Patagona gigas* en GEFE08 Algarrobito.



**Figura 12.** *Cinclodes patagonicus* en GEFE08 Algarrobito.



**Figura 13.** *Rhodopis vesper* en GEFE07 Algarrobito.



**Figura 14.** *Tachuris rubrigastra* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 15.** *Cathartes aura* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 16.** *Parrallus sanguinolentus* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 17.** *Egretta thula* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 18.** *Fulica rufifrons* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 19.** *Cinclodes fuscus* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.



**Figura 20.** *Hymenops perspicillatus* en GEFE13 desembocadura Humedal del río Elqui.