



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Pregrado  
Carrera de Geografía

# **EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL HUMEDAL LAGUNILLAS, BAHÍA DE GUANAQUEROS, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE.**

Memoria para optar al título de geógrafo

FERNANDA ZEBALLOS PALMA

Profesor guía: Dr. Alexis Vásquez Fuentes

SANTIAGO – CHILE 2023

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me acompañaron en este proceso en donde estuve abrumada y pude encontrar la luz, estuve estresada y supieron quererme y darme ánimos.

Agradecer en primer lugar a mi madre quien a pesar de no poder culminar y estar presente en este plano fue la que me permitió seguir adelante en mi paso por la universidad, me dio la disciplina, el aguante y la templanza para seguir, este logro va dedicado a ti con mucho cariño, gracias por el esfuerzo y el tiempo dedicado y disfrutado mientras pudimos, ojalá en otro plano podamos encontrarnos.

También agradecer a mis compañeros, los cuales construí lazos a lo largo de estos años que sin ellos dándome el cariño y las risas compartidas mi paso por la universidad hubiera sido menos entrete, es por ello que quiero dedicarles este logro y darles animo también a quienes continúan en este reality show, a mis amigos: Josefina, Catalina, Julieta, Esteban, Lukitas, Pablo, Chely y Maca.

Agradecerles también a los que se convirtieron en mi segunda familia, la elegida, mis amores, amigos de carrete y complicidades: Mauri, Martin, Camilo, Lucho, Lukitas, Paulo y Leiwito, gracias por hacer del paso universitario una brincadeira. Mención especial también a mi única amiga dentro de este grupo de monos: Julieta, con quien siempre nos odiamos y luego nos amamos, te mando mis más bonitas energías para culminar esta etapa.

A Bernardita y Vicky del proyecto Adelaida quienes me permitieron poder desarrollarme en este proyecto de conservación, abriéndome las puertas y apoyándome en cada necesidad para poder llevar a cabo este proyecto.

A mis amigas de la casa Valentina y Catalina, quienes son mi cable a tierra y mis queridas amigas de la vida, les quiero mucho espero siempre poder seguir compartiendo. A mi segunda mama, mama de la Cata, quien siempre tuvo un espacio más en su corazón y en su casa para darme animo en este proceso, las quiero con todo mi corazón.

A mi profesor Alexis Vásquez, quien desde el primer momento vio un potencial en mí y me acepto en su pandilla, el que con mucha paciencia y cariño me guio en este proceso, cuyo principio se ve muy nebuloso y turbulento, teniendo la habilidad de mostrar que en realidad todo es muy sencillo e interesante, gracias por cada conversación, oportunidad y disponibilidad en este proceso.

Por ultimo y mención en especial a quien encontré un compañero de vida, de risas, quien me hace reencontrarme cada vez que me siento perdida y hace que la vida sea más bonita. Muchas gracias por tu paciencia e inspiración en este proceso, por impulsarme a tomar este desafío personal el cual estaba muy lejos de mi lugar de origen, quien me ayudo a transportarme, en la toma de datos, en los mañoseos y en la escucha, este logro y crecimiento en este ámbito profesional no hubiera podido

lograrlo sin tu ayuda. Te amo mucho, gracias por ser parte de este proceso y ser mi familia junto con rufito.

Finalmente expresar mi gratitud y admiración a los humedales, ecosistemas que desde la primera vez que lo vi estremecieron muchas emociones y sensaciones juntas, un lugar que me inspira calma y en donde encontré un sentido para trabajar en el área medioambiental, dolientes silenciosos, que resisten firmes ante una humanidad pasante indolente:

*“No estas y solo me quedan dos ojos húmedos,  
unas pocas plumas  
y un aguacero de esperanzas”.*

***Vanessa Marzolo.***

## RESUMEN

Los humedales forman parte de los ecosistemas acuáticos que cumplen un rol clave ante el escenario de cambio climático, siendo hábitat para una gran diversidad de especies, claves para el régimen hídrico, y la provisión de múltiples beneficios y servicios ecosistémicos para la sociedad. Pese a ello, los humedales en Chile y el mundo han experimentado una disminución del 35%, debido a las distintas perturbaciones que arriesgan gravemente el equilibrio y sostenibilidad de estos ecosistemas en el tiempo.

Dicho esto, una de las grandes dificultades para su conservación en Chile es la escasa superficie de humedales en Áreas Protegidas, y las aún insuficientes estrategias y programas que se preocupen por el levantamiento de datos y estudios sobre el estado de salud de sus atributos ecológicos. En este contexto, este estudio analiza el humedal Lagunillas, humedal costero que forma parte de la red de humedales costeros de la Región de Coquimbo, y que actualmente no se encuentra protegido y forma parte de las áreas con mayor vulnerabilidad según el escenario del 2050 del estrés bioclimático.

En este sentido, se realiza una evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas a través del análisis de los cambios estacionales de la biodiversidad para las épocas de otoño-primavera y la aplicación de una guía de evaluación rápida de su estado ecológico que considera los atributos de estructura física, hidrología y vegetación en la época de primavera.

Se registraron para el monitoreo de 2022, una riqueza de 50 especies de aves con una abundancia de 3390 individuos y para la vegetación una riqueza de 53 especies con una abundancia de 680 individuos. Adicionalmente, la guía de evaluación rápida realizada en primavera da cuenta de un buen estado ecológico, donde las áreas con mejor estado fueron las AE2 y AE5, con un muy buen estado ecológico.

Sin embargo, la presencia de perturbaciones antrópicas sobre el humedal Lagunillas incide de manera negativa sobre su condición. El tránsito de vehículos motorizados sobre terreno de playa genera una disminución en las aves playeras para la época de primavera, viéndose más afectados el Pelicano de Humboldt (*Pelecanus thagus*), con una disminución del 90%, Pilpilén común (*Haematopus palliatus*) con un 78% y Gaviota Dominicana (*Larus dominicanus*) en un 70% de sus individuos registrados. A su vez, una mayor proporción de especies vegetacionales introducidas como la Hierba del Rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*) y Yuyo (*Brassica rapa*) en la época de primavera, viéndose mayor afectadas en las AE3 y AE6, con un estado moderado.

De esta forma, los resultados de la investigación entregan información relevante para el diseño de estrategias o planes de conservación que tengan como finalidad el control y disminución de las amenazas presentes, para el mejoramiento de la calidad de los atributos ecológicos del humedal Lagunillas, a su vez los datos proporcionados en este memoria permiten ser insumo para el desarrollo de un expediente para su postulación a Humedal Urbano o a cualquier otra figura de conservación que la comunidad y/o las instituciones gubernamentales consideren atingentes.

## ABSTRACT

Wetlands are part of the aquatic ecosystems that play a key role in the scenario of climate change, being habitat for a great diversity of species, key to the water regime, and the provision of multiple benefits and ecosystem services for society. Despite this, wetlands in Chile and the world have experienced a 35% decrease, due to the different disturbances that seriously risk the balance and sustainability of these ecosystems over time.

That said, one of the great difficulties for their conservation in Chile is the scarce surface of wetlands in Protected Areas, and the still insufficient strategies and programs concerned with the collection of data and studies on the state of health of their ecological attributes. In this context, this study analyzes the Lagunillas wetland, a coastal wetland that is part of the network of coastal wetlands in the Coquimbo Region, which is currently not protected and is one of the most vulnerable areas according to the 2050 bioclimatic stress scenario.

In this sense, an evaluation of the ecological status of the Lagunillas wetland is carried out through the analysis of seasonal changes in biodiversity for the autumn-spring seasons and the application of a rapid evaluation guide of its ecological status that considers the attributes of physical structure, hydrology, and vegetation in the spring season.

For the 2022 monitoring, a richness of 50 bird species with an abundance of 3390 individuals and for the vegetation a richness of 53 species with an abundance of 680 individuals were recorded. In addition, the rapid assessment guide conducted in spring shows a good ecological status, where the areas with the best status were AE2 and AE5, with a very good ecological status.

However, the presence of anthropic disturbances on the Lagunillas wetland has a negative impact on its condition. The traffic of motorized vehicles on the beach area generates a decrease in shorebirds during the spring season, with the Pelicano de Humboldt (*Pelecanus thagus*) being the most affected, with a 90% decrease, Pilpilén común (*Haematopus palliatus*) with 78% and Gaviota Dominicana (*Larus dominicanus*) with 70% of its registered individuals. At the same time, a higher proportion of introduced vegetational species such as the Hierba del Rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*) and Yuyo (*Brassica rapa*) in the spring season, being more affected in AE3 and AE6, with a moderate status.

Thus, the results of the research provide relevant information for the design of strategies or conservation plans aimed at controlling and reducing the threats present, for the improvement of the quality of the ecological attributes of the Lagunillas wetland, and the data provided in this report can be used as input for the development of a dossier for its application to Urban Wetland or any other conservation figure that the community and/or government institutions consider appropriate.

## ÍNDICE

1.1 Introducción.....	9
1.2 Planteamiento del Problema.....	11
1.3 Objetivos generales y específicos.....	13
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE .....	13
2.1 HUMEDALES COSTEROS .....	13
2.1 Definición conceptual y espacial.....	13
2.1.2 Rol de Humedales costeros .....	14
2.2 ESTADO ECOLÓGICO DE HUMEDALES.....	15
2.2.1 Definición de estado ecológico.....	15
2.2.2 Estado Ecológico de humedales costeros.....	16
2.3 BIODIVERSIDAD Y SUS CAMBIOS ESTACIONALES.....	17
2.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN HUMEDALES .....	19
2.4.1 Guía de evaluación rápida.....	20
2.4.2 Aplicación de índices.....	21
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	23
3.1 Área de estudio.....	23
3.2 Métodos de evaluación del estado ecológico humedal Lagunillas .....	25
3.2.1 Diseño metodológico .....	26
A) Definición de diseño y procedimiento de muestreo.....	26
3.2.2 Evaluación de la Biodiversidad .....	27
i) Registro de avifauna .....	28
ii) Registro de vegetación.....	30
3.2.3 Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales .....	32
i) Estimación del estado ecológico .....	36
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	37
4.1 Análisis de la biodiversidad.....	37
4.1.1 Biodiversidad y cambios estacionales: componente Avifauna .....	37
4.1.2 Biodiversidad y cambios estacionales: componente Vegetación .....	44
4.2 Guía de Evaluación rápida para el estado ecológico de humedales.....	52
4.2.1 Análisis del estado ecológico .....	56
CAPÍTULO V: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	59

5.1 Discusiones .....	59
6. Bibliografía.....	65
7. Anexos.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de humedales existentes en Chile en la cuenca hidrográfica .....	14
Figura 2: Usos de suelo Guanaqueros-Totalillo .....	24
Figura 3: Definición del área de Estudio: humedal Lagunillas .....	25
Figura 4: Esquema metodológico para la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas .....	26
Figura 5: Tabla de interpretación de valores del Índice de Shannon. ....	28
Figura 6: Definición Áreas de evaluación para el registro de la avifauna en humedal Lagunillas... ..	29
Figura 7: Definición según tipo de formaciones vegetacionales .....	30
Figura 8: Definición de Áreas de evaluación para el registro de la vegetación en humedal Lagunillas .....	31
Figura 9: Definición de Áreas de evaluación para la aplicación de la guía de evaluación rápida en el humedal Lagunillas .....	36
Figura 10: Categorías de evaluación del estado ecológico de humedales.....	37
Figura 11: Diversidad de Shannon de aves épocas de otoño-primavera en el humedal Lagunillas ..	40
Figura 12: Variaciones de los cambios estacionales de aves en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas .....	43
Figura 13: Diversidad de Shannon de vegetación herbáceas en la época de otoño en el humedal Lagunillas .....	45
Figura 14: Mapa diversidad de Shannon de vegetación leñosa en época de otoño-primavera en el humedal Lagunillas .....	46
Figura 15: Mapa de diversidad de Shannon de vegetación herbácea en primavera en el humedal Lagunillas .....	47
Figura 16: Mapa de diversidad de Shannon de vegetación leñosa en primavera en el humedal Lagunillas .....	48
Figura 17: Variaciones de los cambios estacionales de la vegetación herbácea en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas.....	49
Figura 18: Variaciones de los cambios estacionales de la vegetación leñosa en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas.....	51
Figura 19: Conectividad hídrica del humedal Lagunillas, tras los eventos de precipitación del mes de julio del 2022.....	54
Figura 20: Resultados de la Evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas.....	58

## ÍNDICE DE IMAGÉNES

Imagen 1: Registro fotográfico de algunas aves residentes y aves migratorias en la época de primavera.....	39
Imagen 2: El Humedal Lagunillas visto desde fotografía aérea, se puede observar dentro del cuerpo de agua una “plataforma de vegetación halófila”.....	40

Imagen 3: Registro fotográfico de algunas especies que se pudieron observar en el cuerpo de agua del humedal Lagunillas.....	41
Imagen 4: Registro fotográfico de algunas aves en el sector de quebrada.....	42
Imagen 5: Registro fotográfico de algunas especies herbáceas introducidas en la época de otoño. .	45
Imagen 6: Registro fotográfico de Sarcocornia fruticosa desde distintas vistas al humedal Lagunillas.. ..	46
Imagen 7: Registro fotográfico de hierbas acuáticas .....	50
Imagen 8: Registro fotográfico de especies leñosas en las variaciones estacionales de vegetación.....	52
Imagen 9: Registro fotográfico de factores estresantes sobre el atributo de hidrología en la zona distal del humedal Lagunillas. ....	55
Imagen 10: Registro fotográfico de factores estresores sobre el atributo de Estructura física.....	56
Imagen 11: Polluelos y huevos de Pilpilén (Haematopus palliatus), expuestos a atropellos por tránsito de vehículos y depredación por perros en terreno de playa. ....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de las dimensiones y métricas que evalúa la Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales.....	33
Tabla 2: Resumen de evaluación rápida de estado ecológico del humedal Lagunillas .....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variación estacional de aves predominantes en el humedal Lagunillas.....	44
Gráfico 2: Variación estacional de la vegetación herbácea predominante en el humedal Lagunillas..	50
Gráfico 3: Evaluación rápida del estado ecológico del humedal Lagunillas.....	57
Gráfico 4: Evaluación rápida del estado ecológico por Áreas de Evaluación en el humedal Lagunillas.....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plantilla para terreno .....	74
Anexo 2: Ficha de Terreno de evaluación rápida del estado ecológico en humedales .....	75
Anexo 3: Gráfico de abundancia y riqueza de aves para la época de otoño .....	76
Anexo 4: Tabla por puntos de muestreo de aves en otoño.....	77
Anexo 5: Tabla por punto de muestreo de aves en primavera.....	77
Anexo 6: Grafico de abundancia y riqueza de aves en primavera.....	78
Anexo 7: Tabla por punto de muestreo de vegetación herbácea en otoño .....	78
Anexo 8: Tabla por punto de muestreo de vegetación herbácea en primavera .....	78
Anexo 9: Grafico de abundancia y riqueza de especies herbáceas en otoño.....	79
Anexo 10: Gráfico de abundancia y riqueza de especies herbáceas en primavera.....	79
Anexo 11: Tabla por punto de muestreo de vegetación leñosa en otoño.....	79
Anexo 12: Tabla por punto de muestreo de vegetación leñosa en primavera .....	80
Anexo 13: Gráfico de abundancia y riqueza de especies leñosas en otoño .....	80
Anexo 14: Grafico de abundancia y riqueza de especies leñosas en primavera.....	80



## **CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN**

### **1.1 Introducción**

Los humedales son ecosistemas vitales para la supervivencia de una gran variedad de especies, así como para la calidad del agua y del clima, estos ofrecen una amplia gama de funciones y servicios ecosistémicos (desde ahora SS.EE) y son hábitats críticos para la biodiversidad. A menudo, se encuentran en zonas costeras y en las desembocaduras de los ríos, cubriendo a escala mundial aproximadamente 12 millones de km<sup>2</sup>, en donde, un 54% posee inundaciones de tipo permanente y un 46% de tipo estacional. Alrededor del 93% de estos sistemas son continentales y solo un 7% son de tipo marino o costero (Convención Ramsar, 2018). Sin embargo, en las últimas décadas los humedales han experimentado una disminución mundial del 35%, teniendo una tasa de pérdida media anual estimada por el índice de WET de un -0,78%, siendo 3 veces superior a la pérdida de los bosques naturales (con una tasa de pérdida anual del -0,24%), según datos proporcionados entre 1990 a 2015 (FAO, 2016 en Convención Ramsar, 2018).

En el contexto nacional, Chile cuenta con una superficie total de humedales de 4,5 millones de ha, lo que representa un 6% de todo el territorio nacional, además debido a la variedad climática y geológica que posee el país, se reconocen 20 tipos distintos (MMA, 2018b). Sin embargo, al hablar sobre la cantidad de estos ecosistemas conservados en el territorio nacional, solo existen 13 humedales protegidos en alguna categoría internacional (Sitios Ramsar), lo que representa un 8% del área total, con una superficie de 361.760 ha (MMA, 2018b).

Con respecto al estado de protección de los humedales en Chile, cuentan con una superficie de más de 2 millones de hectáreas en Áreas Protegidas (desde ahora AP) donde solo el 95% se concentra en la Región de Magallanes, representadas fundamentalmente por turberas. Lo que se expresa, en un bajo porcentaje de AP para el resto del país, siendo los sectores más afectados las zonas centro-norte de Chile, viéndose peor representadas, las regiones de Coquimbo, el Maule y Bio-Bio (MMA, 2018b).

Con respecto a los mecanismos para la conservación de los humedales, existen a nivel mundial diversos organismos que trabajan para promover la protección, conservación y uso sostenible de los humedales, esto a partir de la investigación científica y educación, dentro de las cuales destacan, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), las cuales cuentan con comisiones especializadas y enfocadas en la conservación de humedales. Otros mecanismos también consideran la implementación de políticas públicas para la conservación efectiva, como es el caso de la Convención Ramsar, tratado intergubernamental donde se adscriben más de 171 países con la finalidad de conservar y hacer uso racional de los humedales y sus recursos (Convención Ramsar, 2018).

Chile está adscrito al tratado de la Convención Ramsar, única vía normativa para la regulación de los humedales en el país, a través del DS N.º 771 (BCN, 1981). En este sentido, existen organismos encargados de la protección de los humedales, siendo la principal entidad encargada de protegerlos, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), a través del Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, otras entidades que también poseen responsabilidad en la protección de estos ecosistemas

son el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Dirección General de Aguas (DGA) (Salinas, 2021).

Asimismo, dentro de los mecanismos de protección, Chile cuenta con diferentes figuras de conservación correspondientes a AP, reguladas por la Ley 18.362 y 17.288 que crea el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE) y la Ley de Monumentos Nacionales (Salinas, 2021). La figura de conservación más específica es la de “Humedal Urbano”, la cual es regulada por la Ley 21.202 (BCN, 2020). También se crean planes de gestión, como el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022, el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2017-2020 y el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica, convenios internacionales como las metas de Aichi desarrollado en el marco de la COP10 en Nagoya- Japón y el Acuerdo de París sobre el contexto de cambio climático (Salinas, 2021)

Un ejemplo de las áreas afectadas por falta de protección legal en Chile es el humedal Lagunillas, que forma parte de la red de humedales costeros de la Región de Coquimbo, siendo una de las regiones más afectadas por la escasez de AP (CAACH, 2005; Zuleta & Contreras, 2019). Actualmente Lagunillas forma parte de los 11 de 17 humedales de la región que no se encuentra protegido (Zuleta & Contreras, 2019). Una de las principales causas radica en la carencia de datos acerca de las características ecológicas de estos ecosistemas y de su biodiversidad, lo cual disminuye su estatus para su protección ambiental (Zuleta & Contreras, 2019).

Este humedal forma parte de los “Sitios prioritarios para la conservación” como parte de la Estrategia de Conservación Regional, pero actualmente no forma parte de ningún programa de manejo o con un uso de suelo de tipo “especial”, que considere la preservación de sus características ecológicas, por ende tampoco existe mayor información actualizada en relación a su estado ecológico, a esto se suma que formando partes de las áreas de riesgos por inundación, se permite la construcción de viviendas de baja densidad poblacional en sus alrededores (I. Municipalidad de Coquimbo, 2019).

Frente a esto, existen iniciativas como la participación ciudadana, la investigación científica y el monitoreo, los cuales son mecanismos claves para conocer el estado de salud de estos ecosistemas, los estudios y monitoreos continuos en humedales son esenciales para detectar cualquier cambio negativo en estos ecosistemas, lo que permite tomar medidas oportunas para su protección, con la finalidad de poder tomar decisiones informadas para su gestión (MMA, 2018a). Además, la importancia de contar con disponibilidad de datos es crucial para entender cómo los humedales están cambiando, ayudando a identificar áreas críticas que necesiten protección, pudiendo diseñar estrategias efectivas para protegerlos (Di Minin et al. 2022). Algunos de los monitoreos que se realizan sobre estos ecosistemas están relacionados a la calidad del agua, la fauna y flora e identificación de las diferentes presiones antrópicas sobre estos, para ello existen diversas metodologías que incluyen aplicación de índices, evaluaciones rápidas del estado ecológico, entre otras (Ruza, 2008).

En este sentido, para la evaluación de la fauna comúnmente se estudian a las aves ya que se consideran especies bioindicadores de salud, en especial las aves acuáticas en el contexto de estudio de humedales, en general, se consideran especies “sensibles” a la riqueza biológica y a cambios en las condiciones del ambiente, producto a entornos contaminados o degradados, de los cuales puedan

verse disminuido la vegetación, viéndose reducidos los recursos tróficos para estas especies, ocasionando que puedan migrar o encontrarse en menor proporción frente a perturbaciones (Green & Figuerola, 2003).

Asimismo, el estudio de la vegetación en estos ecosistemas son importantes indicadores del estado de conservación de un paisaje, dado que su composición vegetal insinúa o no la presencia de alguna perturbación en el medio, otorgando información con respecto a diversidad y heterogeneidad de la dispersión vegetal, dominancia y especies introducidas que afecten el normal desarrollo de las otras formaciones vegetacionales, entre otros datos (Santibáñez et al. 2015).

En este aspecto, el presente estudio contribuye en la disponibilidad de datos para la conservación de estos ecosistemas, evaluando el estado de la biodiversidad y ecológico del humedal Lagunillas, a partir del análisis de los cambios estacionales de la diversidad de la vegetación y la avifauna en los periodos de otoño y primavera y la aplicación de una guía rápida para la evaluación del estado ecológico en la época de primavera.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Los humedales son una de los ecosistemas más afectados por el cambio climático, este fenómeno agudiza y aumenta la ocurrencia de los fenómenos climáticos, que traen consigo cambios significativos en los patrones estacionales, afectando gravemente sobre la biodiversidad, teniendo un efecto negativo sobre las respuestas adaptativas de las especies, ya que estos cambios abruptos en las condiciones ambientales, generan como consecuencia, transformaciones severas sobre los hábitats más allá de los umbrales de tolerancia biológica, disminución en la disponibilidad de recursos, y con ello alteraciones en las interacciones tróficas, generando un gran desequilibrio ecológico en estos ecosistemas (MMA, 2018b; Marquet et al. 2019). Asimismo, según un “Estudio del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile” (AGRIMED) para el escenario del estrés bioclimático 2050, los ecosistemas que se verán más afectados en Chile son aquellos ambientes terrestres y acuáticos entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, viéndose mayormente vulnerables los humedales costeros y altiplánicos (MMA, 2018b).

En este sentido, el humedal Lagunillas, es un humedal costero que se emplaza dentro de la Región de Coquimbo, cuyo territorio de transición climática forma parte de la zona Central de Chile, considerada una de las 25 áreas de mayor biodiversidad a nivel mundial (Myers et al. 2000). Este territorio cuenta con un registro de flora de aproximadamente 1.720 especies, de las cuales cerca de 1.470 son nativas de la zona, lo que representa un 85% de la flora nativa regional. Esto representa un poco más del 30% de las especies nativas presentes en Chile Continental y más del 50% de las especies endémicas de Chile (Squeo et al. 2001). Con respecto a la fauna, más del 70% de los anfibios y reptiles son exclusivos de esta zona y al menos el 35% de la ornitofauna habitan esta área respecto al total descrito para Chile Continental (Zuleta & Contreras, 2019).

La alta diversidad y endemismo existente se relaciona con la alta heterogeneidad climática y topográfica que está presente en la región (Squeo et al, 2001) que, como se menciona anteriormente, es uno de los territorios con mayor susceptibilidad a la pérdida de biodiversidad. En este sentido, las áreas con concentración de endemismos contienen a especies que poseen una distribución reducida,

dadas las condiciones restringidas y únicas de estos ambientes, y, por ende, tras las perturbaciones y presiones poseen mayores problemas de conservación (SAG, 2004). En la Región de Coquimbo, al menos un 14% de la flora, un 6% de la ornitofauna y un 50% de los anfibios y reptiles presenta algún problema de conservación, correspondientes a las categorías: Extinto (EX), En Peligro (EP) y/o Vulnerable (VU) (Squeo et al. 2001; Zuleta & Contreras, 2019).

La pérdida de biodiversidad se ha visto afectada en gran parte por la pérdida y fragmentación de los hábitats, producto a la presión y desarrollo antrópico, conllevando a una mayor demanda y sobreexplotación de los recursos, a su vez favoreciendo la introducción de especies invasoras y la contaminación de los hábitats, generando una alteración en los equilibrios ecológicos y cambios en los ciclos bioquímicos, que se han ido incrementado los últimos años producto al avance del cambio climático (Marquet et al. 2018).

En Chile, la pérdida de la biodiversidad de los humedales costeros está asociada principalmente a actividades antrópicas que generan diversas amenazas, dentro de las cuales se identifican principalmente, el tránsito de vehículos todo terreno, exceso de visitación que causan compactación del suelo por el uso como estacionamiento en época estival y a los residuos sólidos producidos por turistas (Zuleta & Contreras, 2019). En el humedal Lagunillas, existen amenazas relacionadas a los residuos sólidos, el tránsito de vehículo 4X4, el exceso de visitación, la caza deportiva de la fauna silvestre, el desarrollo de actividad inmobiliaria y la presencia de una carretera de alta velocidad que la atraviesa (Proyecto Adelaida, 2021).

En este sentido, los humedales costeros de la región son claves para la supervivencia de la biodiversidad, dado que poseen un gran valor como sitios de hospedaje para la biota, logrando medios mucho más diversos y complejos, puesto que a pesar del escenario de aridez actual en las zonas áridas, se logran formar humedales más diversos en cuanto a los tipos existentes, además de provisionar de múltiples beneficios y SS.EE a la sociedad (de soporte, suministro, regulación y cultural) (Tabilo et al. 2021). Así mismo, es importante promover medidas de conservación y protección de la biodiversidad en humedales costeros, dado que son ambiente extremadamente dinámicos y frágiles, por lo que se deben adoptar medidas para poder disminuir las perturbaciones y amenazas sobre estos, para así garantizar su supervivencia a largo plazo, manteniendo su equilibrio ecológico y bienestar humano. (Squeo et al. 2001)

Según informes de la OCDE (2016) y la CEPAL (2016), los principales problemas sobre la biodiversidad en Chile radican en las fuertes presiones sobre sus hábitats, mientras que el MMA (2011) plantea que existen ecorregiones que poseen problemas de conservación sobre su biodiversidad y que hay falencia de evaluaciones sobre el estado de sus ecosistemas en el país, esto se reafirma en Informe País (2016), donde se menciona que existen problemas en relación a las metodologías para estimar el estado del medio, carencia de gestión institucional sobre la diversidad biológica y la disminución de los recursos marinos a lo largo del tiempo (Bergamín et al. 2017).

Además, la falta de ordenamiento territorial, disponibilidad de datos, estudios científicos e investigación acerca del estado de la biota en los distintos ecosistemas, sumado a la escasez de robustez normativa, ha mermado la posibilidad de generar medidas más eficaces para la adopción de planes estratégicos e insumos para la toma de decisiones, dificultando la identificación de áreas

prioritarias para la conservación (Bergamín et al. 2017). La falta de estudios y disponibilidad de datos sobre la biodiversidad en Chile es un obstáculo importante para la planificación y gestión efectiva de áreas prioritarias para la conservación (Marquet et al. 2019).

En este sentido, esta memoria contribuye a levantar datos que permiten evaluar el estado ecológico en humedales, en específico sobre las condiciones existentes en el entorno del humedal Lagunillas, el cual posee características que son invaluable para su preservación, por lo que este estudio permitirá conocer el estado de la biodiversidad en relación al estudio de dos variables: por una parte la avifauna, reconocida como bioindicador de salud, y por otra parte, la presencia de vegetación, analizando su riqueza y abundancia, a partir de la aplicación del índice de Shannon para la biodiversidad en las épocas de otoño y primavera. Por último, se aplicará una Guía de Evaluación rápida en humedales, considerando las variables de estructura física, vegetación e hidrología para su evaluación.

En síntesis, los datos levantados en esta memoria pretenden ayudar a futuros monitoreos en el humedal, además de poder entregar insumos a distintas organizaciones e instituciones para que puedan considerar las metodologías, la información levantada y los resultados obtenidos, para la postulación del humedal Lagunillas como un AP.

### **1.3 Objetivos generales y específicos**

- Objetivo general:

Evaluar el estado ecológico del humedal Lagunillas, bahía de Guanaqueros, Región de Coquimbo, Chile.

- Objetivos específicos:

1. Analizar los cambios estacionales de la biodiversidad de vegetación y avifauna en los periodos otoño- primavera.
2. Desarrollar una evaluación rápida del estado ecológico del humedal Lagunillas en el periodo de primavera.

## **CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 HUMEDALES COSTEROS**

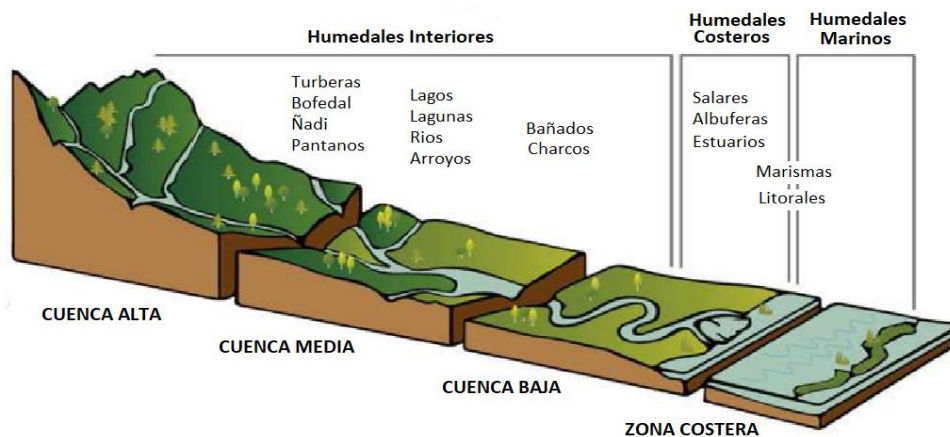
#### **2.1 Definición conceptual y espacial**

Los humedales son aquellas zonas en donde el agua es el principal factor controlador del medio en donde la vida animal y vegetal se ve asociada. Según la Convención Ramsar, se considera como *“la extensión de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen*

natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016). En este sentido, y ante la diversidad de bioclimas que posee Chile, es que podemos encontrar humedales de diversos tipos (Di Castri & Hajeck, 1976 en Squeo et al., 2001).

Ramírez (et al., 2002), plantea una propuesta para la clasificación de estos respecto a su situación en Chile, reconociéndose 15 tipos de humedales distintos: cinco de tipo costeros (litorales, estuarios, marismas, albuferas y salares), y 10 de tipo dulceacuícola: cuatro de aguas corrientes (ríos, arroyos, bañados y oasis), tres de aguas sin corriente (lagos, lagunas y charcos) y tres asociados a anegamientos del suelo (pantanos, turberas y ñadis). A pesar de ello, existen diversas definiciones en relación con los humedales, por lo que se asume cierta dificultad a la hora de determinar sólo una definición o clasificación dada la complejidad de este tipo de ecosistemas.

Figura 1: Tipos de humedales existentes en Chile en la cuenca hidrográfica



Fuente: Elaboración propia, a partir del Departamento General de Irrigación (2016).

Para el propósito de este estudio, se indaga en los humedales de tipo costeros, que se caracterizan por tener proximidad de la costa, encontrándose sobre el continente o islas. El paisaje de estos humedales se constituye por elementos de playa, tales como barras de arena, que pueden presentar un desarrollo dunar o no, condicionados por los intercambios de flujo con el oleaje y la topografía local. Asimismo, en estos entornos se puede observar el desarrollo de diferentes tipos de vegetación en las áreas circundantes, tales como pastizales, matorrales o plantas halófitas. Estos humedales reciben aportes de agua salada del mar, lo que los convierte en cuencas de tipo exorreico o de afloramiento de agua subterránea con circulación hacia el mar, presentando agua con una baja salinidad (MMA, 2022).

### 2.1.2 Rol de Humedales costeros

Los humedales costeros cumplen un rol fundamental frente a la degradación de los suelos y el déficit hídrico en las regiones del arido-semiarido, tienen la capacidad de retener la humedad proveniente de aguas subterráneas, conservando los sedimentos y aportando nutrientes desde la parte alta de la cuenca hidrográfica (MMA, 2022). Según la Convención Ramsar, este provee de diversas funciones

y SS.EE para el bienestar humano, gracias a su característica de esponja, poseen gran eficacia para mitigar el impacto de inundaciones, estabilizando las costas y actuando como barreras ante marejadas. Son ecosistemas claves para la mitigación del cambio climático, ya que potencian el buen funcionamiento del ciclo hidrológico, contribuyendo en la filtración y depuración de las aguas, además son grandes reservorios de diversidad biológica y sumideros de carbono. Por último, se reconoce su valor cultural, asociados a la recreación, el turismo y las costumbres locales, entre otros (BCN, 2017).

A su vez, Kirwan & Megonial (2013) mencionan que la biodiversidad que habitan en los humedales costeros posee una mayor capacidad de adaptación, dadas las condiciones de salinidad y de variación en el volumen del agua. Producto de la influencia de las altas energías del oleaje, generan ambientes más dinámicos y complejos, suscitando comunidades más resilientes frente a las variaciones del entorno. Por su parte, Zuleta & Contreras (2019) consideran que, este tipo de humedales cumplen varias funciones, entre ellas; 1) Disipación de energía, mitigando los efectos de tormentas y marejadas en zonas costeras, 2) Secuestro de carbono, 3) Transformación de nutrientes, 4) Producción de materia orgánica y 5) Provisión de sitios de reproducción, crecimiento y descanso de innumerables especies nativas.

Para los efectos de este estudio, Zuleta & Contreras (2019) mencionan que los humedales costeros que se emplazan en la región de Coquimbo cumplen un rol fundamental para la conservación de la biodiversidad, puesto que los humedales que se emplazan en regiones áridas son de diversos tipos y de menor superficie, sin embargo, estos se constituyen de agua dulce y suelen ser de tipo permanente, situación que los diferencia con los humedales de las regiones más húmedas. Estos ecosistemas albergan gran variedad de biota, conteniendo alta riqueza de aves, mamíferos y reptiles, también forman parte de la ruta migratoria de aves que se movilizan a lo largo de la costa chilena, siendo un hábitat importante para varias especies con problemas de conservación.

Contienen vegetación terrestre y acuática bien desarrollada, el cual funciona como estructura para la reproducción, refugio y alimento para la fauna silvestre, teniendo gran importancia científica tras ser el entorno preferente de varias especies nativas y endémicas de Chile. Por último, poseen gran valor ambiental, dado que constituyen una importante fuente para el ciclo hidrológico regional, lo que hace que permite una mayor conectividad estructural y funcional (Zuleta & Contreras, 2019).

En síntesis, los humedales costeros de la región de Coquimbo son sistemas altamente frágiles tras las perturbaciones a las que están sometidos, pero esenciales para la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano en la zona.

## **2.2 ESTADO ECOLÓGICO DE HUMEDALES**

### **2.2.1 Definición de estado ecológico**

El estado ecológico es entendido como un resumen del estado de salud global de un sistema, en el cual se considera la calidad de las estructuras y funcionalidad del medio, esto con la finalidad de entregar una visión integral de la condición del medio natural, combinando aspectos

hidromorfológicos, fisicoquímicos y biológicos (Corrochano, 2007; MITECO, 2021). Complementando esta definición, el MMA (2022), menciona que se debe considerar los datos del estado actual del medio con relación a las condiciones naturales de este en ausencia de presiones, es decir, en su estado original y sin alteraciones.

Para la clasificación de su condición es importante considerar los valores obtenidos tras las evaluaciones de los elementos biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos con los valores que estos elementos deberían tener en ausencia de presiones antrópicas, denominados como valores de referencia (Ruza, 2008). Estos valores de referencia están definidos por la Directiva del Marco de Agua (en Anexo 1.2, de las definiciones normativas de las clasificaciones del estado ecológico): refiriéndose a valores de referencia a lo propuesto para la categoría de “muy buen estado”, definiéndose que *“No existen alteraciones antropogénicas de los valores de los indicadores de calidad fisicoquímica e hidromorfológica correspondientes al tipo de masa de agua superficial, o existen alteraciones de muy escasa importancia, en comparación con los asociados normalmente con ese tipo en condiciones inalteradas”*, siendo estas las condiciones y comunidades específicas del medio (Anexo V 1.2 de la DMA, 2000).

El estado ecológico se utiliza como una herramienta en la gestión para garantizar la protección y restauración de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad asociada. En muchos países, la evaluación del estado ecológico es un requisito legal para la gestión de las aguas superficiales y se realiza periódicamente para evaluar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente acuático. También implica la evaluación de los impactos de las actividades humanas sobre el medio ambiente y la identificación de medidas que se pueden tomar para restaurar la salud y la calidad del ecosistema (Miteco, s/f).

En este sentido, Vargas (2011) plantea que evaluar el estado ecológico es fundamental si se quiere evidenciar los problemas que aquejan a un área determinada y es un paso de vital importancia a la hora de comenzar cualquier proceso de recuperación de sitios degradados. Además, Ruza (2008) menciona que es obligatorio disponer de monitoreos y del control de los elementos biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos para el conocimiento del estado ecológico del medio.

En resumen, la evaluación del estado ecológico es un proceso importante para garantizar la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente, y para proteger la salud humana y la calidad de vida.

### **2.2.2 Estado Ecológico de humedales costeros**

Para el reconocimiento del estado ecológico en humedales costeros, diferentes instituciones han reconocido el uso de algunos indicadores. Por su parte, el SENSU RAMSAR (s/f) reconoce algunos indicadores para determinar el estado de salud de estos ecosistemas, en la guía se detalla que se compone de la variación históricas de 4 factores: 1) El aporte de agua desde la cuenca, la 2) Cobertura de la vegetación nativa en la cuenca, la 3) Dinámica de la barra de arena terminal y la 4) Cobertura de las plantas acuáticas que rodean el humedal. Estos operan a diferentes escalas espaciales, siendo un reflejo de la condición ambiental del territorio (MMA, 2022).



Para el SAG (2006), con relación al estado ecológico en las cuencas de tipo exorreicas costeras se proponen las siguientes variables: 1) Producción primaria en la columna de agua, 2) cobertura de macrófitos emergentes, 3) condiciones de óxido-reducción en el sedimento y 4) composición y abundancia de peces marinos. Lo cual justifica la relación e importancia netamente del cuerpo de agua no considerando la condición de su entorno.

Por último, el MMA- ONU Medio Ambiente (2021), propone en su “Guía de buenas prácticas ambientales en humedales costeros de Chile”, que su reconocimiento se basa en: su 1) Caracterización ambiental, 2) Identificación de los límites, 3) Inventario de especies y hábitats ecológicamente relevantes, 4) Prevención de sus impactos e identificación de las oportunidades de restauración y la 5) Evaluación de sus atributos ecológicos.

En síntesis, de los indicadores propuestos, existe una concordancia en que el estado ecológico, debe analizarse en base a la evaluación del atributo de hidrología, vegetación y condiciones Físicas, los cuales permiten dar evidencia del estado de salud de los humedales.

### **2.3 BIODIVERSIDAD Y SUS CAMBIOS ESTACIONALES**

El concepto de biodiversidad hace alusión a los diferentes organismos existentes dada las diversas condiciones que lo contienen, existiendo una relación mutua de interacciones, en donde la suma de todos sus componentes construye esta definición, por lo que se consideran estructuras altamente complejas (OTA, 1987 en Squeo, 2000). Esta surge dada la conjunción de distintas condiciones climáticas y geográficas dadas en algunos medios, pudiendo resultar en diversidad que puede ser entendida en varios niveles, desde la diversidad de especies, la diversidad genética dentro de las especies y la diversidad de los ecosistemas en sí mismos (Noss, 1990 en Squeo, 2000). En ciertas situaciones, estas características del ambiente pueden contribuir en la existencia de especies exclusivas de algunos lugares, denominados endémicos (Myers et al. 2000).

En este sentido, Chile es considerado un gigantesco universo biológico, dado el conjunto de condiciones existentes que propician diversas formas de vida, permitiendo una gran riqueza de especies (Arroyo et al. 1996 en Squeo, 2000). Asimismo, los humedales en el territorio nacional cumplen un rol fundamental en la conservación de la biodiversidad, puesto que al menos un 40% de todas las especies de animales y plantas habitan en estos ecosistemas, pudiendo coexistir en los humedales distintos tipos de hábitats al mismo tiempo (IUCN, 2020).

A pesar de ello, se ha producido gran pérdida de biodiversidad en este tipo de ecosistemas, ya que son sensibles a las variaciones del clima, viéndose afectada la diversidad flora y fauna, la disminución de caudal producto de la desertificación y sequía en estos cuerpos de agua, alteran las características ecológicas de estos ecosistemas, aumentando la producción de materia orgánica y sedimentos acelerando los procesos de eutroficación (MMA, 2022).

La eutroficación, proceso natural de envejecimiento, considera el enriquecimiento de los nutrientes en los humedales, aumentando en cobertura la vegetación halófila presente, lo que, en consecuencia, altera su estructura, su funcionamiento y su deterioro (MMA, 2022). Para su existencia, los humedales costeros dependen del régimen hídrico proveniente de su cuenca hidrográfica, puesto que en épocas

de lluvias este presenta una mayor superficie. En consecuencia, de ello, frente a los periodos de sequía que vive el norte de nuestro país, los humedales tienden a ser más pequeños, por lo que se ve interrumpida este aporte de agua, dependiendo exclusivamente del agua proveniente del mar, lo que conlleva a cambios en su estado ecológico, acelerando también el proceso de eutroficación (MMA, 2022). Por último, la extracción de aguas subterráneas para los distintos usos humanos también alteraría el natural desarrollo de estos ecosistemas y por ende también el equilibrio de su biodiversidad (Zuleta & Contreras, 2019).

En el contexto de la evaluación del estado ecológico en humedales, la biodiversidad es un factor esencial en el funcionamiento de los ecosistemas. Los humedales son hábitats críticos para una amplia variedad de especies, desde aves y mamíferos hasta plantas acuáticas y especies de agua dulce, donde el cambio estacional en los humedales puede tener un impacto significativo en la biodiversidad de la región (Lasso et al. 2014).

En ejemplo, para la temporada nival, los humedales pueden experimentar una disminución en la biodiversidad debido a la migración de algunas especies hacia áreas más cálidas. Sin embargo, en la temporada de primavera y verano, la biodiversidad puede aumentar debido a la llegada de nuevas especies y la actividad reproductiva de las especies residentes (Moreno et al. 2005).

Es por ello, que es importante monitorear y evaluar los cambios en la biodiversidad estacional en los humedales para comprender mejor el estado ecológico del ecosistema y tomar medidas adecuadas de conservación y gestión, en el caso de que las condiciones de salud del ecosistema se hayan visto alteradas. Asimismo, el seguimiento de la biodiversidad es considerado un indicador clave de la salud general de los humedales, puesto que proporciona información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la conservación y restauración del ecosistema (Marquet et al.2019).

Dentro de los análisis y estudios de la biodiversidad, se consideran el estudio de las aves, ya que influyen en los cambios ambientales y en la diversidad en humedales, la disminución de la recursos o cambio en los hábitats de la avifauna indicaría deterioros en el medio, siendo consideradas especies “bioindicadores” del estado del ambiente, siendo representativas para la consideración de una disminución en la calidad del medio en los humedales (Osorio & Molina, 2009 en Londoño, 2012).

También las aves permiten regular muchas de las interacciones que suceden y se desarrollan en estos ecosistemas, sumado a sus contribuciones ecosistémicas, también son de gran valor cultural, representando conceptos, significados y valores religiosos, formando muchas veces parte de la identidad de un territorio (Vielma, 2015), entre otras. Sin embargo, es importante considerar que no son un factor por sí solo para considerar perturbaciones en el ambiente siendo necesario también el estudio de otras condiciones para sustentar la existencia de alteraciones en el medio (Green & Figueroa, 2003).

Sumado a ello, también se considera para los análisis de la biodiversidad el estudio de la vegetación del medio, pudiendo analizar factores como composición, estructura y distribución de la formación vegetacional, siendo indicadores claves de las condiciones ambientales, pudiendo analizar factores como el clima, el suelo, disponibilidad de agua y perturbación del medio, por lo que son una variable esencial para comprender la calidad del hábitat (Hernández, 2000).

Asimismo, es importante para la evaluación de la diversidad del medio, pudiéndose identificar hábitats o zonas importantes para la fauna (MMA, 2014). Por último, la vegetación proporciona una variedad de SS.EE como la captura carbono, regulación del ciclo del agua, estabilización del suelo y calidad del aire. Por ende, los cambios estacionales en esta variable son fundamental para reconocer el estado del ecosistema (MMA, 2014).

## **2.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN HUMEDALES**

Este concepto se refiere al proceso de evaluación del estado de un ecosistema con relación a sus características naturales y a la presencia o ausencia de perturbaciones humanas. Se utiliza para evaluar la calidad y la salud del medio ambiente, incluyendo la calidad del agua, la calidad del aire, la biodiversidad y la salud de los ecosistemas (Corrochano, 2007). El criterio de evaluación a priori definido por la Directiva del Marco del Agua consta de 5 categorías: Muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo, en el que para poder considerar un ecosistema dentro de los límites aceptables debe encontrarse dentro de las categorías: Muy bueno/ bueno y bueno/aceptable (Ruza, 2008).

La evaluación del estado ecológico implica la recopilación de datos sobre múltiples componentes del ecosistema, incluida la biología, la química, la física y la comparación de estos datos con los valores de referencia establecidos para un ecosistema no perturbado, por consiguiente, procesar dicha información a partir de la aplicación de diversos índices propuestos para la evaluación de cada componente. Sin embargo, existe una ausencia de protocolos normalizados y estándares para evaluación del estado ecológico en la mayoría de los países, por lo que no existen criterios mínimos para su estudio (Corrochano, 2007). También este implica la evaluación de los impactos de las actividades humanas sobre el medio ambiente y la identificación de medidas que se pueden tomar para restaurar la salud y la calidad del ecosistema (Vargas, 2011).

Para Ruza (2008) la evaluación del estado ecológico debe contar con una serie de criterios e indicadores para poder analizar el estado de la componente hidromorfológica, biológica y fisicoquímica del medio. También es importante considerar que, el componente biológico posee mayor importancia con relación a los componentes de la hidromorfología y fisicoquímica del medio, ya que son considerados como elementos de soporte de la comunidad. A su vez, existen ciertos indicadores o elementos de calidad biológica y condiciones de referencia definida por la Directiva del Marco del Agua, asociados a la flora acuática, fauna de invertebrados bentónicos e ictiológica (DMA, 2000).

En Chile, no existen metodologías estandarizadas para la evaluación del estado ecológico en humedales, asimismo existen escasas herramientas y estudios que se relacionen con la aplicación de evaluaciones rápidas en dichos ecosistemas o asociadas a un nivel 2 en evaluaciones del medio, niveles propuestos en Fennessy et al., (2004), siendo los métodos de evaluación rápida una buena herramienta de evaluación de humedales, dada la facilidad de aplicación, proporcionando información relevante del estado de salud y sus componentes con una inversión de tiempo, costos y esfuerzos razonablemente bajos.

En relación a ello, se han realizado algunos estudios en Chile asociados a métodos de evaluación rápidas en humedales, a pesar de no existir estándares oficiales Olivares (2019), propone una ·Guía

de Evaluación rápida en humedales a partir de distintos criterios adaptados a las condiciones del territorio nacional, en base a metodologías e investigaciones de “Rapid Assessment Method” basadas en las metodologías de evaluación en California y Ohio, EE.UU, con la finalidad de evaluar el estado ecológico y de la avifauna acuática en 3 humedales de la comuna de Pichilemu. A su vez Llanos (2022), ocupa la propuesta de Olivares para evaluar las condiciones ecosistémicas de los humedales urbanos en Quilicura.

Existen otras metodologías implementadas por SAG (2006) en “Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales”. Esta propone según el tipo de humedales, los diversos criterios existentes para su evaluación, a pesar de ello, se plantean métodos que requieren mayor costos y tiempos asociados, teniendo un grado de complejidad de nivel 3 (Fennessy et al. 2004), puesto que se enfatiza en los parámetros físicos, químicos e hidromorfológicos de los humedales.

Por último, se ha intentado intensificar en las estrategias de conservación y monitoreos de humedales en Chile, en este sentido el Ministerio de Medio Ambiente publicó en el año 2022 la “Guía de Delimitación y Caracterización de humedales urbanos”, el cual proporciona información y herramientas para identificar, delimitar y caracterizar humedales urbanos, Además, la guía describe la importancia de los humedales y los impactos que estos ecosistemas enfrentan debido al desarrollo urbano y la contaminación. Por ende, esta guía proporciona una serie de métodos para el monitoreo y la evaluación de la calidad del agua, la biodiversidad y los SS.EE, proporcionando además recomendaciones de planificación y gestiones en humedales urbanos, así como también estrategias de restauración y conservación (MMA, 2022).

Por su parte, el SEA (2023) ha publicado la “Guía de predicción y Evaluación de Impacto Ambiental en humedales en el SEIA”, cuya finalidad es establecer criterios técnicos para la evaluación de impactos, con el objetivo de proteger cualquier tipo de humedales, como también proponer el desarrollo de medidas de mitigación, reparación y compensación en humedales aplicables en estudios tanto de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) (SEA, 2023).

A pesar de ello, todavía faltan esfuerzos para elaborar un sistema integrado para la evaluación de estados ecológicos completos, que consideren todos los indicadores necesarios para estimar la calidad del medio, con estándares que posean niveles de precisión y confianza adecuados (Corrochano, 2007).

#### **2.4.1 Guía de evaluación rápida**

Como definición práctica, una guía de evaluación rápida es una herramienta utilizada en estudios de conservación para obtener una evaluación general y rápida de un área, con relación al estado de la biodiversidad, conservación y características ecológicas (Fennessy et al. 2004). Estas se desarrollan con el objetivo de proporcionar una metodología estandarizada y eficiente para la recolección de información clave en un corto periodo de tiempo (Fennessy et al. 2004). Para fines de este estudio, se aplicó una guía de evaluación rápida del estado ecológico en humedales que fue elaborada por Olivares (2019). En este sentido, es de suma importancia discutir en este capítulo cómo se constituye y construye el marco teórico del autor.

En este sentido, Olivares (2019) plantea una adaptación de 3 metodologías que fueron ocupadas para evaluar de manera rápida el estado ecológico en los humedales, creando una guía que considera las dimensiones y métricas más representativas. Los criterios y métodos seleccionados se relacionan a metodologías aplicadas en casos internacionales como “Ohio Rapid Assessment Method v5.0” (Mack, 2001) y “California Rapid Assessment Method v6.1 (California Wetlands Monitoring Workgroup, 2013), como también aplicada a casos nacionales en el caso de Fennessy et al. (2004).

El método “Ohio Rapid Assessment Method” (ORAM), propone poner énfasis en la relación de la riqueza total de especies y de aves con algún interés de conservación para la legislación competente. Se proponen las métricas de comunidad de vegetación acuática, microtopografía, modificaciones al régimen hidrológico natural y fuentes de agua (Olivares, 2019).

En relación con el método “California Rapid Assessment Method” (CRAM), se evalúan variables como paisaje, condición biótica, condición abiótica y tamaño. De estos métodos propuestos (Olivares, 2019) considera que estas metodologías, poseen ciertas limitaciones para su aplicación con relación a costos de tiempo, dinero, esfuerzos y criterios dado que, consideran variables que tornan compleja su aplicación de manera rápida.

Por último, Fennessy (et al., 2004), en “Review of Rapid Methods for Assessing Wetland Condition” revisan varios métodos de evaluación rápida que se han desarrollado, como la evaluación rápida del hábitat de humedal (“Rapid Wetland Habitat Assessment”), de la función de humedal (“Rapid Wetland Function Assessment”), de la estructura de humedal (“Rapid Wetland Structure Assessment”) y de la biodiversidad de humedal, discutiendo las ventajas y desventajas de cada método, proporcionando una evaluación crítica de su utilidad en la evaluación del estado ecológico.

Es a partir de la consideración de las variables de medición de evaluación rápida del estado ecológico en humedales que Olivares (2019), toma en cuenta alguna de estas variables, para proponer una Guía de evaluación rápida que se adapte a las condiciones del territorio a evaluar, por lo que en la Guía se consideran 3 elementos generales: Estructura física, Hidrología y Vegetación, contenida en 5 Ítems que se desglosan en 13 sub ítems en total, siendo las principales variables a evaluar: 1) Área del humedal, 2) Zonas de amortiguación, asociadas a la condición de estructura física, 3) Hidrología, 4) Estructura biótica y 5) Perturbaciones Antrópicas.

Esta guía busca, poner en mayor relevancia la condición de la hidrología, el cual posee mayor ponderación en relación con los demás ítems asociados. Por otra parte, las perturbaciones presentes en estos ecosistemas son consideradas de manera negativa en la ponderación de la evaluación, ya que se busca que exista ausencia de estas (Olivares, 2019).

#### **2.4.2 Aplicación de índices**

Un índice en ecología es un conjunto de indicadores o medidas cuantificables que permiten resumir grandes cantidades de información en un solo valor, posibilitando hacer comparaciones rápidas entre otras variables sujetas a comprobación estadística (Moreno, 2001). En el contexto de la evaluación del estado ecológico en humedales, los índices son una herramienta utilizada para sintetizar y evaluar múltiples aspectos de la diversidad, si se seleccionan y ponderan adecuadamente, pueden dar una

medición cuantitativa del estado ecológico general de los humedales, pudiendo identificar áreas que necesiten de mayor atención.

Los índices de diversidad pueden estimar la diversidad referida a la riqueza de especies de una comunidad en particular (diversidad alfa), entre la composición de especies de diferentes comunidades en un paisaje (diversidad beta) o referida a las comunidades que integran un paisaje, resultado de la interrelación de alfa y beta (diversidad gamma) (Moreno, 2001; Salazar et al. 2019).

Para la evaluación del estado ecológico en humedales, generalmente se aplican índices y métodos basados en la diversidad alfa, en donde se muestra la riqueza de las poblaciones dentro de una comunidad homogénea relacionados a índices de equidad o dominancia dentro del medio (Salazar et al. 2019). Para efectos del estudio de humedales, se ocupan los referidos a la diversidad alfa, en donde según lo propuesto por Moreno (2001), los índices existentes a nivel de diversidad alfa son de Riqueza específica (S), de Dominancia (D) e índices de Equidad (H), siendo los índices más usados para la evaluación de la diversidad alfa: el Índice de Margalef (1958), Índice de Simpson e Índice de Shannon Wiener.

El índice de Margalef es una medida que se utiliza para evaluar la riqueza específica de especies (S) en una comunidad biológica determinada, considerando a las especies presentes, para ello se debe contar con un inventario o catastro de especies de la comunidad, a partir de la realización de un censo de la comunidad (Moreno, 2001). Este índice se calcula dividiendo el número total de especies en una muestra, por el logaritmo natural del número de individuos, siendo la fórmula la siguiente:  $d = (S - 1) / \ln(N)$ , donde "d" es el índice de Margalef, "S" es el número total de especies en la muestra y "N" es el número total de individuos en la muestra (Manzanilla et al. 2020). Una mayor puntuación del Índice de Margalef indicaría una mayor riqueza en una comunidad determinada.

El índice de Simpson es una medida para evaluar la Dominancia (D) de una o varias especies en una comunidad biológica determinada, estimando si una comunidad se compone por especies con número abundantes de individuos, ya que suma las abundancias de cada especie al cuadrado, dándole mayor importancia a las especies con mayor dominancia, siendo más representativos dentro de la comunidad, no considerando la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001). Este índice se calcula:  $D = \sum p_i^2$ , donde "D" es el Índice de Margalef, y  $p_i$  la abundancia la proporcional de las especies, siendo la sumatoria de las especies con mayor dominancia el valor del Índice de Simpson (Manzanilla et al. 2020). Este índice varía entre 0 a 1, siendo 0 cuando todas las especies tienen la misma abundancia y 1 cuando una sola especie domina completamente la comunidad, donde se hace un supuesto en que la probabilidad de 2 individuos tomados al azar pertenezca a la misma especie (Moreno, 2001).

Por último, el Índice de equidad de Shannon - Wiener busca representar la cantidad de especies que existen en una muestra y la cantidad relativa de individuos que se puedan encontrar en ella, es decir, la riqueza específica y abundancia del medio. Uno de los principales principios que busca la aplicación de este índice es la uniformidad y fácil aplicabilidad, sobre las especies que se encuentran representadas en la muestra (Pla, 2006). Este índice se calcula:  $H' = - \sum (p_i \times \ln(p_i))$ , donde "H'" es el índice de Shannon-Wiener, " $p_i$ " es la proporción del número total de individuos en la muestra representada por la i-ésima especie y " $\ln$ " es el logaritmo natural (Moreno, 2001).

Existen casos extremos en donde una sola especie es dominante por sobre otra presentando valores bajos o 0 cuando se observa una sola especie, lo que argumentaría que las comunidades más uniformes serían más sensibles a la riqueza (Pla, 2006). Por otra parte, su fácil aplicabilidad, permite indagar en el monitoreo y conservación de diversas especies, ya que posibilita resumir grandes cantidades de información acerca de las distintas perturbaciones o estrés que existan en las comunidades, proporcionando información compleja basada en el número de especies de un hábitat y su uniformidad (Gelambi, 2018).

Para fines de esta memoria, se utiliza el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza y abundancia de especies de la comunidad alfa representadas en la comunidad de avifauna y vegetación, en este caso, la comunidad que se emplaza en el humedal Lagunillas y su entorno, para poder medir los cambios estacionales de la biodiversidad para las épocas de otoño y primavera.

## **CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **3.1 Área de estudio**

El humedal Lagunillas se inserta dentro de la comuna de Coquimbo, la cual cuenta con una superficie aproximada de 1.430 km<sup>2</sup> y con una población total de 277.730 habitantes el cual se compone de 4 localidades principales, de las ciudades de Coquimbo y Tongoy y de los pueblos de Guanaqueros y El Peñón (GORE Coquimbo, 2015). Esta comuna limita al oeste con el Océano Pacífico, al norte con la comuna de la Serena, al este con la comuna de Andacollo y al sur con la comuna de Ovalle, se compone por numerosas localidades rurales, aldeas y caseríos que se ubican en la zona costera y planicies interiores, las principales actividades económicas de la comuna están asociados a pesca, comercio marítimo y turismo (I. Municipalidad de Coquimbo, 2019). Cabe destacar que Coquimbo contiene 6 de los 17 humedales que conforman la red de humedales costeros de la Región, conformados por Estero Culebrón, Estero de Tongoy, Salinas Chica, Salinas Grande, Estero Pachingo y Laguna Adelaida.

El humedal Lagunillas o también conocido como laguna Adelaida es un humedal costero de tipo estuarino permanente situado en área rural, en propiedad privada (Zuleta & Contreras, 2019). Se localiza en la latitud 30° 06 Sur, y longitud 71° 27 Oeste, a 15 kms. al norte de Guanaqueros y a 21 kms. al sur de la comuna de Coquimbo, cuenta con una extensión aproximada de 24 ha. (Zuleta & Contreras, 2019). Se emplaza dentro de la transición climática del mediterráneo con influencia costera, presentando alto endemismo de flora y fauna, se caracteriza por poseer elementos de dunas, playas y matorral de gran importancia ecológica (Plataforma Costera, 2020).

Este cuerpo de agua se caracteriza por presentar formaciones de *Matorral desértico mediterráneo costero de Oxalis gigantea y Heliotropium stenophyllum*, el cual se distribuye en las zonas litorales desde el sur de la Región de Atacama hasta la Región de Coquimbo, entre los 0 a 300 msnm, considerado dentro de los pisos bioclimáticos termo mediterráneo hiperárido superior y árido inferior oceánico (Tabilo et al. 2021). En general, el principal interés del desarrollo de este piso vegetacional,

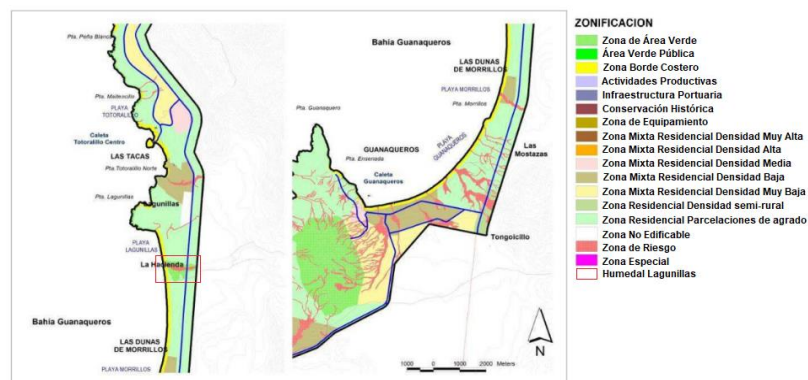
se debe a la limitación en su evolución producto de la variación interanual en las precipitaciones y la baja incidencia de las neblinas en el sector de las zonas costeras con elevaciones menores a 150 msnm (Tabilo et al. 2021). El valor ecológico de esta formación vegetacional radica en su endemismo, en la cantidad de especies que se encuentran en estado de conservación y en su escasa protección legal, puesto que actualmente a nivel nacional solo un 1,1% de su superficie se encuentra protegida (SurPlan, 2021).

A su vez, el humedal Lagunillas posee vegetación dominada por densos arbustos bajos y hierbas de tipo anual, los que más abundan son los asociados a la Grama Salada y la Hierba Sosa. En el sector de ribera existe gran desarrollo y variedad de macrófitas, las más comunes son el Carrizo, el Junco, el Vatro y la Totorá. También se han podido avistar más de 120 especies de aves, observándose habitualmente Taguas, Patos, Garzas Cucas, Huaravivos, Gaviotas, Gaviotines, Playeros, Rayadores y Zarapitos, además en época estival, existen registros de presencia de especies como el Gaviotín Sándwich y grandes grupos de Pilpilenes que nidifican en el sector de playa (CAACH, 2005).

Presenta morfología lagunar de tipo litoral, su principal fuente de abastecimiento de agua proviene del estero Lagunillas, formado al occidente de la cordillera de Los Andes entre La Serena y Ovalle (CAACH, 2005). Se origina producto de las precipitaciones pluviales de la cuenca preandina, alcanzando la cuenca de captación una extensión de 520 km<sup>2</sup> y una longitud de su cauce total de 16,1 km. El sistema hidrológico atraviesa un cordón de cerros costeros que le da su forma estrecha y angosta, el cual se abre próximo a desembocar en el mar (CAACH, 2005; Zuleta & Contreras, 2019). Los aportes al sistema hidrológico se complementan con los periodos de alta marea, con ingresos intermitentes de agua marina derivados del oleaje y de las precipitaciones invernales que permiten un aumento en el caudal (Zuleta & Contreras, 2019).

Por otra parte, según lo estipulado en el Plan Regulador Comunal de Coquimbo (2019), en el área de estudio existen diferentes zonificaciones y usos de suelos presentes, en este sentido el cuerpo de agua está establecido como Zona de Riesgo (ZR), el entorno vegetacional de carácter halófilo y alrededores se establece como Zona de Área Verde (ZAV), y el borde costero se establece como Zona de Protección del Borde Costero (ZPBC). Finalmente, todo lo restante a este entorno queda dispuesto como zona residencial de parcelaciones de agrado (*Ver Figura N°2*) (I. Municipalidad de Coquimbo, 2019).

*Figura 2: Usos de suelo Guanaqueros-Totalillo*



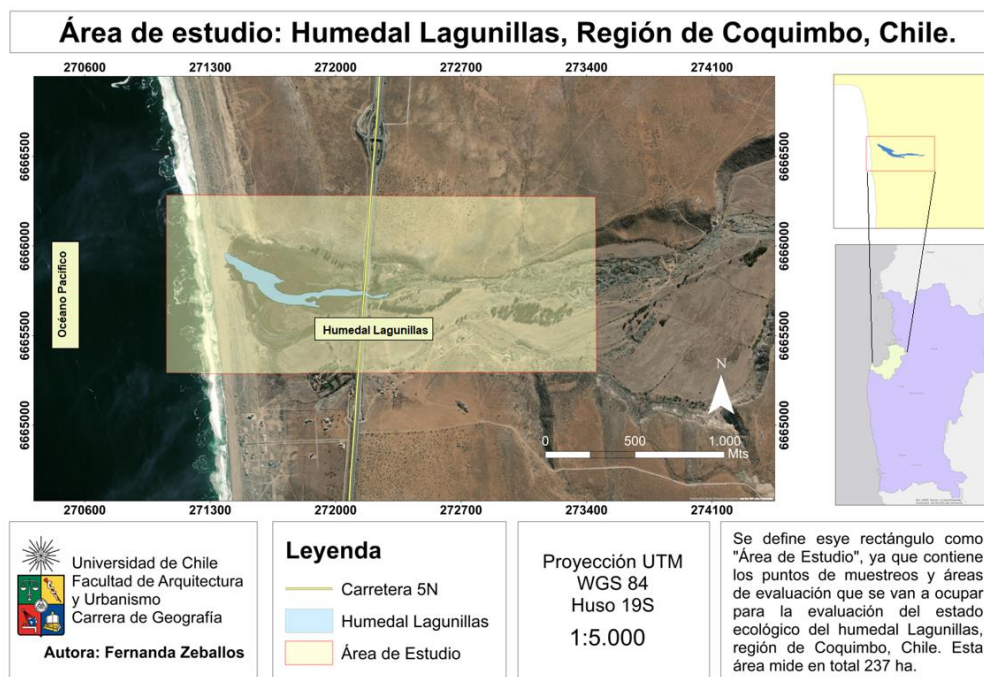
*Fuente: I. Municipalidad de Coquimbo, 2019.*



Sin embargo, esta zonificación afecta a los “Sitios Prioritarios para la Conservación” estipulados en la Estrategia de Biodiversidad Regional, donde se establece como “Sitios Prioritarios de Conservación” - en condición urgente- a la red de humedales costeros de la Región de Coquimbo, y en donde el humedal Lagunillas se ve especialmente afectado, puesto que este no cuenta con una zonificación especial que lo considere como un sitio de conservación (I. Municipalidad de Coquimbo, 2019).

Por último, cabe mencionar que este humedal se encuentra expuesto a varias amenazas, por una parte colinda con sectores residenciales (sector Lagunillas), donde se ha incrementado la construcción de viviendas en parcelas de agrado, por otra parte, el tránsito de vehículos 4x4 por la orilla de playa, el sobrevuelo de helicópteros particulares que poseen terminal en el aeródromo cercano al balneario de las Tacas y la carretera de alta velocidad que cruza sobre el humedal, constituyéndose en varios impactos negativos el desarrollo de la biodiversidad del humedal (Proyecto Adelaida, 2021).

*Figura 3: Definición del área de Estudio: humedal Lagunillas*



*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

### 3.2 Métodos de evaluación del estado ecológico humedal Lagunillas

Para efectos de este estudio, se presenta un esquema resumen (*Ver Figura N°4*), cuyo fin es graficar en detalle las etapas que permiten realizar la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas. De este modo, se consideran 3 etapas fundamentales para dar cumplimiento a los objetivos específicos propuestos: I) Evaluación de la diversidad de avifauna, II) Evaluación de la diversidad de la vegetación, (lo que permite responder al objetivo N°1: Analizar los cambios estacionales de la biodiversidad de vegetación y avifauna en los periodos otoño-primavera), y por último, III) Aplicar la guía de evaluación rápida del estado ecológico en humedales, propuesta por Olivares (2019), para evaluar las variables ecológicas del humedal Lagunillas, la cual también se alimenta de los resultados

anteriores (lo que permite dar respuesta al objetivo N°2: Desarrollar una evaluación rápida del estado ecológico del humedal Lagunillas en el periodo de primavera).

Figura 4: Esquema metodológico para la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, para explicar la metodología de trabajo, se presentan el subcapítulo de diseño metodológico en donde se define la selección del diseño de muestreo y procedimientos, donde se definen las metodologías que se utilizan para la selección de la muestra, detallando: tipo de muestreo, tipo de obtención de muestra y esfuerzo de muestreo asociados a los mecanismos para la Evaluación de la Biodiversidad en base a SAG (2012) y Hernández, (2000) y la Aplicación de la Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales en base a Olivares, (2019), dividiéndose este subcapítulo a su vez en dos secciones.

A grandes rasgos en la sección de I) Evaluación de la Biodiversidad, se ahondará en los métodos de registro de las componentes de avifauna y vegetación, y las variables a considerar para su evaluación, y, por otro lado, en la sección II) Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales donde se explica en qué consisten las dimensiones a evaluar, detallando también las herramientas a utilizar para la estimación del estado ecológico.

### 3.2.1 Diseño metodológico

#### A) Definición de diseño y procedimiento de muestreo

En la presente investigación, para la definición del diseño de muestreo se utilizan el “Manual para la Evaluación de Línea Base de la Componente Fauna Silvestre” del Servicio Agrícola Ganadero, (2012) y el “Manual de Métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y vegetación” de

Hernández, (2000). En los manuales anteriormente mencionados, se describen los argumentos y criterios para la definición del diseño de muestreo y con qué técnica se procede a obtener la muestra correspondiente a los registros de la biodiversidad.

En este sentido, se opta por la técnica de muestreo sistemático dado que este tipo de muestreo permite al investigador seleccionar el área representativa de la población que se quiere evaluar, para ello, se reconoce las diferentes áreas o hábitats presentes en el humedal Lagunillas, con la finalidad de poder abarcar todos los escenarios de encuentro de biodiversidad, también fue importante considerar las distintas limitaciones del terreno asociados a los accesos y movilidad como observador (SAG, 2012).

Además, es importante tener en cuenta, el esfuerzo de muestreo para el registro de datos, por lo que se consideró para la definición mínima de puntos de muestreos que estos estén definidos al menos a una equidistancia de 250 metros entre cada uno de ellos para evitar “pseudorélicas” del paisaje. Por otra parte, se toman datos en diferentes estaciones del año, correspondientes a otoño y primavera, dado que esto permite determinar las fluctuaciones de la biodiversidad (SAG,2012).

Por último, en base a SAG (2012) y Hernández (2000) se establece el ordenamiento para la obtención de muestras y las técnicas utilizadas para el registro de la biodiversidad, de ello se ahondará en los siguientes subcapítulos 3.2.2: “Evaluación de la Biodiversidad” y 3.2.3: “Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales”.

### **3.2.2 Evaluación de la Biodiversidad**

Para la evaluación del estado ecológico en humedales, también es importante indagar en la condición de la biodiversidad que lo habita, por lo que en esta investigación se quiere medir la diversidad de la comunidad en relación con dos parámetros: en relación con la riqueza de especies y en relación con la abundancia relativa de cada especie. La riqueza alude al número de especies que encontramos en una comunidad y la abundancia refiere al número de individuos que se encuentran de manera relativa de cada especie (Villareal et al. 2004).

Posterior a la recolección de información, se puede medir la diversidad proporcional de la biodiversidad, donde el índice de equidad de Shannon-Wiener es el más apropiado y utilizado en la ecología de comunidades, permitiendo saber si existe uniformidad en relación a la proporción de diversidad que presenta la biodiversidad del medio, arrojando valores de fácil interpretación, donde los valores alcanzan un “valor 0” cuando existe mayor predominancia o se encuentra registro de una sola especie, arrojando una muy baja diversidad, caso opuesto cuando este índice arroja valores cercanos a 3, se puede interpretar que existe una uniformidad entre la proporción de especies y la cantidad de individuos hallados en el muestreo, interpretándose una muy alta diversidad del medio (Moreno, 2001). Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum (p_i \times \ln(p_i))$$

Donde “H” es el Índice de Shannon- Wiener,

“ $p_i$ ” = proporción del número total de individuos en una muestra representada por la  $i$ -ésima especie

“ln” = logaritmo natural

En Caviedes (1999), se proporcionan los rangos resultantes para poder interpretar los valores arrojados en este Índice, teniendo que:

*Figura 5: Tabla de interpretación de valores del Índice de Shannon.*

<b>Índice de Shannon</b> (Interpretación de valores resultantes según Caviedes, 1999)	< 1	Muy Baja Diversidad
	[1 - 1,8[	Baja Diversidad
	[1,8 - 2,1[	Diversidad Media
	[2,1 - 2,3[	Alta Diversidad
	> 2,3	Muy Alta Diversidad

*Fuente: Elaboración propia, (2023), a partir de Caviedes (1999).*

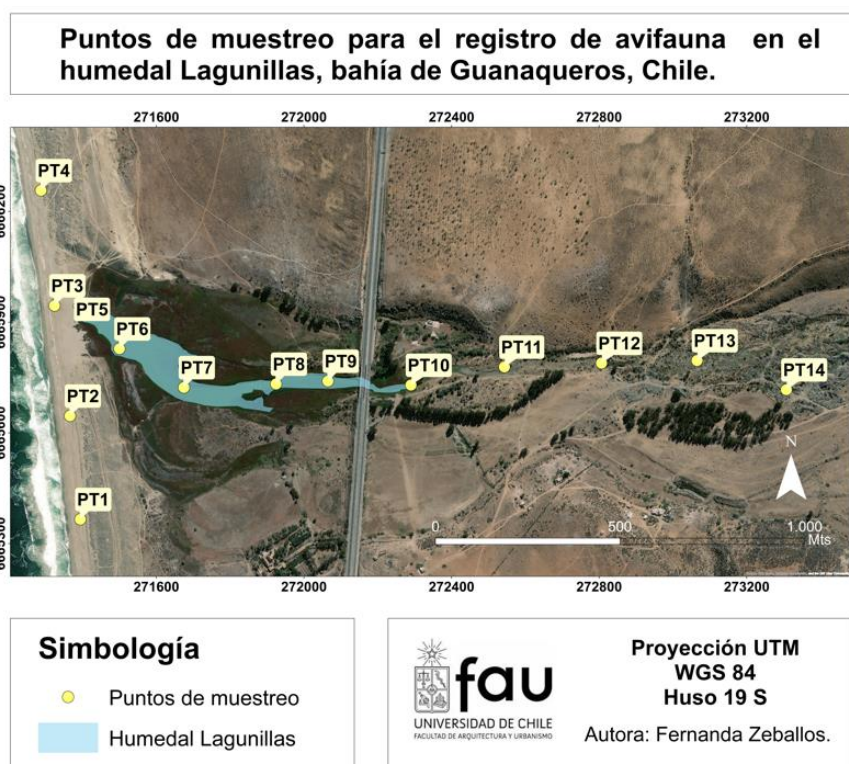
En resumen, para el registro de la riqueza y abundancia de especies se utiliza el Índice de Shannon, donde se consideran distintos métodos para el registro de especies, dependiendo de la naturaleza de la especie que se vaya a evaluar. En este sentido, para la evaluación de la biodiversidad, en registros para la avifauna: se diferencia en relación con la observación de aves de hábitat de humedal y el resto de las aves observadas y para la vegetación: con relación a su formación vegetacional, distinguiéndose en leñosas o herbáceas. A continuación, se describen i) Registro de avifauna y ii) Registro de vegetación en mayor profundidad.

### **i) Registro de avifauna**

Para el registro de avifauna se utiliza la metodología propuesta por el “Manual para evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre” del SAG (2012), en donde se establecen los métodos de ordenamiento de muestra y registro de la fauna silvestre, indicando las técnicas más adecuadas con relación a la especie que se vaya a observar.

En este sentido, se realiza un registro de aves, por lo que se debe considerar el gran rango de distribución y movilidad que estas poseen, por lo que para la identificación de la riqueza y abundancia de la avifauna en el humedal Lagunillas fue importante considerar puntos de muestreo en las diferentes zonas cercanas al humedal, comprendiendo zonas de playa, el espejo de agua y parte de la quebrada, para el reconocimiento de aves playeras, acuáticas y de interior respectivamente (SAG, 2012). Es por ello, que se seleccionan 14 puntos de muestreo: 4 en el sector de playa, 6 en el sector del espejo de agua y 4 en el sector de quebrada a partir de una disposición por transecto con una equidistancia entre cada punto de muestreo de 250 metros para evitar el sobre conteo de aves (*Ver Figura 6*).

Figura 6: Definición de Áreas de evaluación para el registro de la avifauna en humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Posteriormente, según lo propuesto por SAG (2012), para el avistamiento de aves se realizaron conteos visuales a partir del método de “conteo por punto fijo” registrando individuos en base a la técnica de “registro visual y/o playback”, dentro de un radio de 20 metros para las zonas de quebrada y playa, y a través de un “censo” para la zona del espejo de agua. Esta diferencia de registro, se debe a que se puede estimar el tamaño poblacional de las aves acuáticas que moran el espejo de agua, donde se reconoce como un buen método para aquellas poblaciones de tamaño medio que se agrupan dentro del humedal Lagunillas, en donde se puede registrar a todos los individuos presentes (de la Maza & Bonacic., 2013), esto durante un tiempo estimado de 5 a 8 minutos por punto, escogiendo el horario diurno, entre las 7 y 10 am, debido a que es el horario de mayor actividad (SAG, 2012).

Asimismo, fue importante considerar el número de observadores para su registro, dado que son especies que poseen variada y rápida movilidad, por lo que se contó con 3 observadores, lo que permitió contrastar información, haciendo más fácil su reconocimiento e identificación. Además, se contó con material de apoyo como binoculares, plantilla de terreno (*Ver anexo 1*) y cámara para su observación y registro (SAG,2012).

Posteriormente, se definió la realizaron de 2 visitas a terreno al humedal Lagunillas, los días 18/05 y 07/11, con la finalidad de tomar registro de datos para la época de otoño-primavera de avifauna, con la finalidad de levantar información a partir de los puntos de observación, para poder más adelante aplicar el Índice de Shannon.

En caso de no poder realizar la observación mediante “registro visual”, se utilizó el método de “registro auditivo” o “playback”. Por lo que, para ambas técnicas de identificación se contaron con material de apoyo, para ello se dispone de la aplicación Merlín Bird Id y de guías de bolsillo para la identificación de aves publicadas por Martínez (2021): “Aves Continentales del Norte de Chile”, “Aves Continentales de Chile Central” y “Aves marinas y playeras de Chile”.

Por último, se consideró evaluar según la procedencia y estado de conservación de la especie en caso de estar clasificada, esto con la finalidad de poder evidenciar en los cambios estacionales de la biodiversidad si existe diferencia significativa de la diversidad respecto al total de especies registradas, realizándose un análisis en base al porcentaje que represente las especies introducidas en la muestra para el registro de la diversidad. Para ello, se recurre al Inventario nacional de especies de Chile, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2020), y a la plataforma de INaturalist Chile, también se utilizan para el reconocimiento del origen de aves, la Guía de Campo Ilustrada “Aves de Chile: sus islas oceánicas y península antártica” (Couve et al. 2016) y “Aves de Chile” (Jaramillo, 2003).

## ii) Registro de vegetación

Por otra parte, para la evaluación del estado de la vegetación, es importante distinguirlas a partir de la formación vegetacional que se esté estudiando, este correspondiendo al conjunto de vegetación, que pertenece o no a la misma especie, que presenta alguna característica en común tanto en su forma como en su comportamiento, distinguiéndose generalmente a partir de su enfoque fisonómico, desde la noción de los conceptos de estratificación y cobertura, obteniéndose una detallada representación de la disposición vertical y horizontal de la vegetación in situ (Hernández, 2000). De este modo, en el “Manual de Métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y la vegetación” de Hernández (2000), se proponen los tipos biológicos existentes, del cual en relación con el tipo vegetacional que se esté observando es que se define la metodología adecuada para su registro (*Ver Figura 7*):

*Figura 7: Definición según tipo de formaciones vegetacionales*

TIPOS BIOLÓGICOS	
•	<b>Herbáceos (H)</b> : son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
•	<b>Leñosos bajos (LB)</b> : son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura. (Arbustos)
•	<b>Leñosos altos (LA)</b> : son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura. (Árboles)
•	<b>Suculentos (S)</b> : bajo esta denominación se agrupan principalmente las Cactáceas y Bromeliáceas, especies que presentan una fisiología muy particular, sobre todo respecto a la fijación del anhídrido carbónico. (Cactus o Quiscos y Chaguales o Puyas).

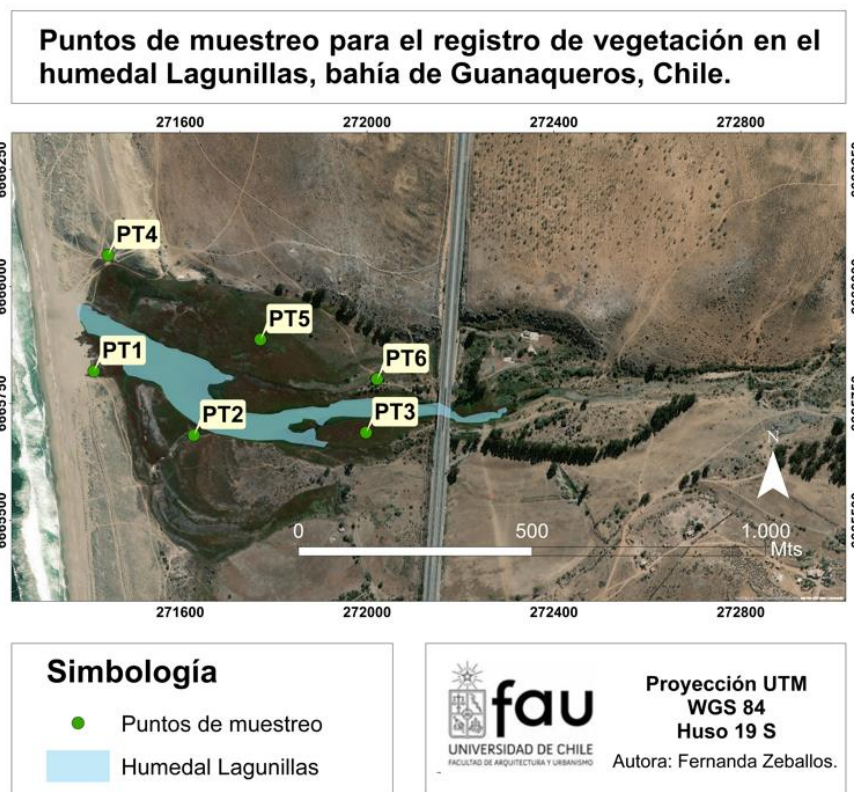
*Fuente: Hernández, 2000*

En primer lugar, para su observación en terreno se cuenta con una Planilla de terreno (*Ver Anexo I*), en donde se registra la especie y la cantidad de individuos identificados. Para ello, es necesario contar con cierta noción en vegetación o bien recurrir a un especialista botánico para una identificación

exitosa, por lo que, en caso de no poder reconocer la especie, se toma registro fotográfico y una muestra del individuo lo más detallado posible para posteriormente poder reconocerlo y realizar consulta a experto.

En segundo lugar, se definió la realizaron de 2 visitas a terreno al humedal Lagunillas, los días 20/06 y 08/11, con el fin de levantar información con respecto a conteo de especies para las distintas formaciones vegetacionales, para posteriormente realizar un análisis de diversidad a partir de la aplicación del Índice de Shannon. Para la evaluación de la vegetación se toman en consideración 6 estaciones de muestreo que se localizan en la vegetación aledaña al humedal. En este caso, se consideran 3 estaciones para evaluar la comunidad vegetacional desde el sector norte y otras 3 estaciones en el sector sur del humedal Lagunillas. En cuanto a la disposición, en base a los criterios propuestos en Hernández (2000), se opta por método de transecto con una equidistancia de 300 metros entre cada estación y otra (Ver Figura 8).

*Figura 8: Definición de Áreas de evaluación para el registro de la vegetación en humedal Lagunillas*



*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

Por otra parte, para el análisis de la diversidad de vegetación, se consideran los datos respecto a la procedencia y estado de conservación de las especies registradas. Por lo que, para determinar el origen de las formaciones vegetacionales se recurre a la “Guía de Reconocimiento de Especies Dominantes de la vegetación Región de Coquimbo” (CONAF, 2017) y a la “Flora Silvestre de Chile zona central” (Hoffmann, 2012). Asimismo, para reconocer si alguna de las especies observadas en terreno se encuentra clasificada en algún estado de conservación, se recurre a la Lista Roja de la Unión

Internacional para la Conservación de la Naturaleza (desde ahora UICN) y al listado de Especies Clasificadas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (desde ahora RCE), del año 2022.

Por último, en base a lo propuesto por Hernández (2000), se reconoce en una visita a terreno en el humedal Lagunillas los siguientes tipos biológicos: Herbáceos y Leñosos: Leñosos Bajos (LB) y Altos (LA), de los cuales se ahondará en la metodología utilizada para su registro a continuación.

### **i) Registro de vegetación herbácea**

Se entenderá por vegetación herbácea a *“aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no leñosos), teniendo tallos ricos en clorofila y fotosintéticos”* (Hernández, 2000), abarcando en este estudio a vegetación herbácea y algunas capas emergentes (palustres o halófitas). Para la realización del registro vegetacional, se utiliza el método de “Quadrat-Point”, considerada una técnica adecuada para catastrar el número de individuos de especies herbáceas, tales como praderas, pastizales o bofedales. Este método consiste en la evaluación mediante una cuadrícula con puntos equidistantes sobre la superficie de vegetación, registrando la presencia o ausencia de especies, considerándose especies, suelo desnudo o rocas que se vayan observando en la intercepción de 100 puntos espaciados por espacios de 10 cm dentro de un transecto total de 10 metros (Hernández, 2000).

### **II) Registro de Vegetación Leñosa**

Se entenderá por vegetación leñosa a *“aquellas especies que tengan tejido lignificado o leñoso”* (Hernández, 2000); por lo que abarca a las formaciones vegetacionales Arbóreas o Leñosos Altos (LA) y Arbustivos o Leñosos Bajos (LB) (*Ver Figura 7*). Para la realización del registro vegetacional, se utiliza el método de muestreo de parcela de tipo rectangular de área fija, seleccionando parcelas fijas de 10 metros de largo por 5 metros de ancho, considerándose una técnica adecuada para catastrar la cantidad de individuos relacionadas a comunidades arbóreas y arbustivas, según lo propuesto por Hernández (2000), se cuenta además con el apoyo de huincha de medir, estacas e hilo para poder realizar la parcela del área a muestrear.

### **3.2.3 Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales**

Para la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas, se recurre a la aplicación de la Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales, propuesta por Olivares (2019), creada a partir de la adaptación de ciertas métricas y criterios utilizados en 3 métodos de evaluación rápida ya existentes, en base a: “Ohio Rapid Assessment Method for Wetlands v5.0” (Mack, 2001), “California Rapid Assessment Method for Wetlands v6.1” (CWMW, 2013) y “Review of rapid methods for assessing wetland condition” (Fennessy et al. 2004) (*Ver Tabla 1*).

A partir de esta revisión bibliográfica, Olivares (2019) opta por la selección de las métricas (*resumidas en la Tabla 1*), que permiten evaluar la condición de los humedales con respecto aplicación en Chile. Además, en relación con los puntajes considerados para cada métrica, se le pondera mayor valor a la métrica relacionada a Hidrología, ya que se considera el principal atributo para el mantenimiento de la calidad en los humedales, considerado como estructura para la



biodiversidad y otros procesos ecológicos (Fennessy et al., 2007). En este sentido, esta guía de evaluación rápida es de fácil utilización, ya que permite su realización en terreno y en gabinete, siendo factible si se requiere realizar un monitoreo en un tiempo de corto plazo.

*Tabla 1: Resumen de las dimensiones y métricas que evalúa la Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales*

Dimensión	Métrica	
ESTRUCTURA FÍSICA (30)	Área (9)	
	ZONA DE AMORTIGUACIÓN (21)	% de Buffer (7)
		Ancho (7)
		Condición (7)
HIDROLOGÍA (40)	Fuentes (17)	
	Conectividad (15)	
	Hidroperiodo (15)	
VEGETACIÓN (30)	COMUNIDAD VEGETACIONAL (15)	n° estratos
		n° sp codominantes
		% sp invasoras
	Interdispersión (15)	

*Fuente: Olivares, (2019).*

En resumen, la guía de evaluación rápida del estado ecológico en humedales propuesta por Olivares (2019), consta de la evaluación de 3 dimensiones correspondientes a: (1) Estructura física, (2) Hidrología y (3) Vegetación y su vez contienen un total de 11 sub-métricas. La evaluación de estas 3 dimensiones entrega un puntaje ponderado máximo de 100 puntos, en donde Estructura física y Vegetación se les asigna un puntaje máximo de 30 puntos a cada uno e Hidrología un total de 40 puntos, teniendo que la dimensión hidrológica posee una mayor ponderación dado que es considerado un elemento central dentro de las características ecológicas de un humedal.

Para su desglose, en primer lugar, la estructura física contiene 4 submétricas correspondientes a: 1) Área y 2) Zona de amortiguación que engloba: a) porcentaje, b) ancho y c) condición del buffer. Las cuales se describen a continuación:

- 1) Área del humedal: esta submétrica evalúa el tamaño del humedal, otorgándole mayor valor a humedales de mayor tamaño, para ello se considera la superficie ocupada por el espejo de agua del humedal en un año normal sin eventos extraordinarios.
- 2) Zonas de amortiguación:
  - a) Porcentaje del buffer de amortiguación: esta submétrica considera la zona de amortiguación o estructura que sirve como elemento de resguardo de la integridad biológica, física y/ o química del humedal de la actividad humana. Se considera que los humedales que posean mayor desarrollo de vegetación y mayor porcentaje de cobertura en las zonas aledañas al cuerpo de agua proveen mayor calidad y equilibrio a las características ecológicas del humedal. Para poder considerar a la estructura colindante como zona de amortiguación, debe poseer al menos 5 metros de extensión medida de manera perpendicular al espejo de agua.
  - b) Ancho promedio del buffer de amortiguación: corresponde al promedio de las zonas de amortiguación existentes, otorgando mayor valor al buffer que sean más amplios dentro del

perímetro al espejo del humedal. Este se calcula considerando el perímetro de las zonas de amortiguación para cada lado perpendicular al espejo de agua (Norte, Sur, Este, Oeste), considerándose como extensión máxima 150 metros por cada lado.

Las sub métricas anteriormente descritas se pueden evaluar en trabajo de gabinete a partir del análisis de imágenes satelitales en Google Earth.

- c) Condición del buffer: esta métrica evalúa la condición de la estructura de amortiguación en relación con la calidad de este, en relación con la presencia de vegetación nativa/ no nativa, las condiciones del suelo y el impacto de la visitación humana.

Esta métrica solo puede ser evaluada en terreno, dado que se debe analizar el estado de la estructura de amortiguación, a partir de los elementos mencionados de manera in situ. En síntesis, la evaluación de estas 4 sub métricas permiten conocer el estado de la componente de Estructura física en donde se puede obtener un valor máximo de 30 puntos y un mínimo de 1 punto (*Ver Anexo 2*).

En relación con la dimensión hidrológica está considera la evaluación de 3 sub métricas, relacionadas a: 1) Fuentes de Agua, 2) Conectividad y 3) Hidroperíodo. Las cuales se describen a continuación:

- 1) Fuentes de Agua: esta submétrica evalúa la proveniencia de las fuentes de agua que componen o alimenta al humedal, valorándose la presencia de variadas fuentes de agua dado que, permite mayor calidad de las funciones y valores ecosistémicos, por lo que el evaluador debe verificar las fuentes de aguas existentes otorgando mayor valor a aguas de alto pH y de tipo superficial en relación con otros tipos de fuentes.
- 2) Conectividad: esta submétrica evalúa la capacidad que posee el agua de fluir en relación con la distribución de las unidades ambientales del paisaje y cómo estas influyen en los patrones de flujo de agua (Pringle, 2003), es decir, de moverse hacia las zonas laterales o de transición del humedal, en periodos donde pueda aumentar el nivel de agua. Se otorga mayor puntaje cuando no afecta en gran medida elementos que impidan el libre flujo de agua.
- 3) Hidroperíodo: esta submétrica evalúa la relación en la duración y frecuencia de tiempo en el que un humedal permanece inundado, por ende, el evaluador debe considerar si existe algún indicador en terreno que insinúe alguna alteración en el hidroperiodo.

Las sub-métricas anteriormente descritas deben ser evaluadas directamente en terreno, como resultado de su aplicación, permiten conocer el estado de la componente de hidrología, en donde se puede obtener un valor máximo de 40 puntos y un valor mínimo de 1 punto (*Ver Anexo 2*).

En relación con la dimensión de Vegetación está considera la evaluación de 4 sub-métricas, relacionadas a: 1) Comunidad vegetacional que engloba: a) N° de estratos, b) N° de especies codominantes y c) porcentaje de especies invasoras e 2) Interdispersión. Las cuales se describen a continuación:

1) Comunidad Vegetacional:

- a) N° de capas de plantas presentes: esta submétrica evalúa las alturas que presentan las diferentes especies que componen a la comunidad vegetacional, de la cual se consideran

aquellas capas de vegetación que mayormente predominan en la comunidad de plantas. Para ser consideradas en la evaluación deben cubrir al menos un 5% del área a evaluar del humedal, además puede considerarse en la métrica la vegetación viva y no viva, sin embargo, al momento de medir su altura no puede ser sujeta, considerándose la altura real de la planta para determinar la capa vegetacional a la cual pertenece.

Para ello se consideran 5 tipos de capas de plantas (*Ver Anexo 2*):

- b) N.º de especies codominantes: esta submétrica evalúa la cantidad de especies resultantes en cada capa considerándose a aquellas especies que posean mayor predominancia, por lo que a partir de la submétrica anterior se deben tomar en cuenta a las especies que pertenezcan a vegetación viva y que posean al menos un 10% de cobertura sobre el área a evaluar en el humedal. Olivares (2019) plantea que, estas plantas que se expresan en mayor cobertura dentro de la comunidad vegetacional proporcionan diferentes funciones y hábitats para la vida silvestre, por lo que se considera mayor complejidad del sistema cuando existe mayor número de especies codominantes en la estructura biótica.
- c) Porcentaje de especies invasoras: Esta submétrica evalúa la cantidad de especies invasoras presentes en la comunidad vegetacional, a partir de las especies registradas en la submétrica anterior. Esto permite al evaluador considerar la proporción de especies que puedan afectar de manera negativa sobre la biodiversidad del humedal, por lo que, se valora la ausencia o el menor grado de invasión presente en la evaluación.

2) Interdispersión horizontal: Esta sub-métrica evalúa el grado de dispersión de la vegetación valorando la coexistencia de diferentes tipos de plantas y la cantidad de bordes que se intersecan entre ellas. Olivares (2019) indica que, hay mayor valoración cuando existen múltiples zonas de plantas en la horizontal dado que demuestra una comunidad vegetacional compleja.

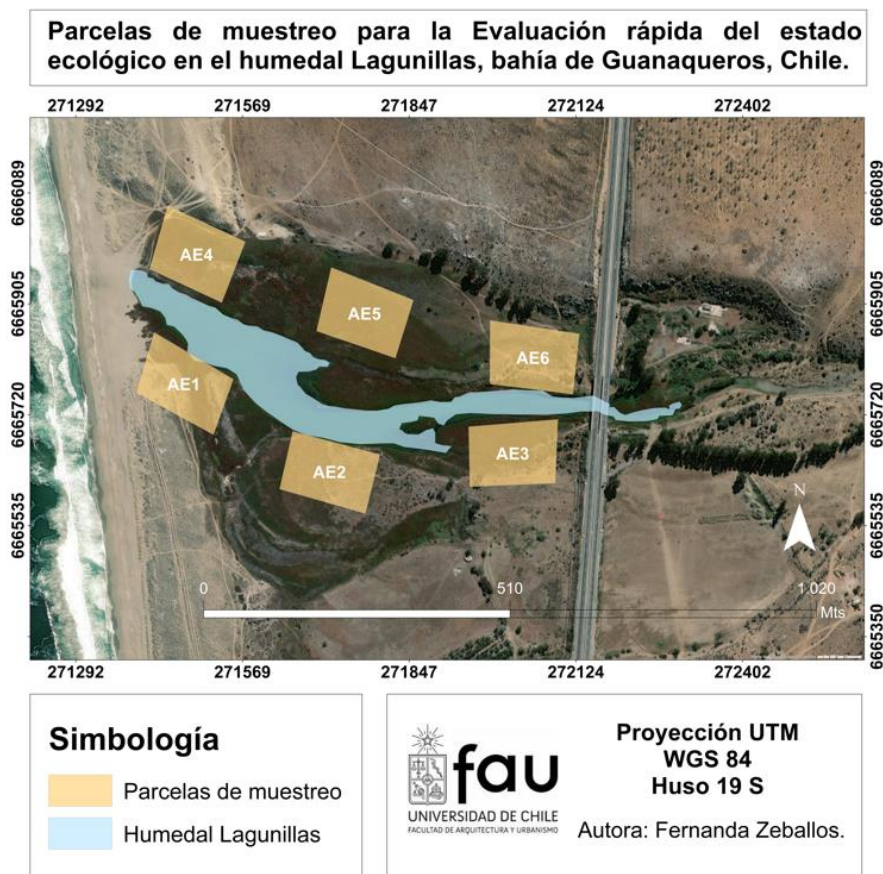
Las sub-métricas anteriormente descritas deben ser evaluadas directamente en terreno, como resultado de su aplicación, permiten conocer el estado de la componente de vegetación, en donde se puede obtener un valor máximo de 40 puntos y un valor mínimo de 0 puntos.

En síntesis, la evaluación de estas 3 dimensiones lograría poder hacer una evaluación rápida del estado ecológico del humedal Lagunillas. Por último, Olivares (2019), considera la variable de Perturbaciones antrópicas en la evaluación, dado que se estima como un factor que intervendría en el buen funcionamiento de la integridad de los componentes ecológicos del humedal, por lo que en la evaluación la presencia de esta variable supondría un puntaje negativo, que será restado del puntaje obtenido tras la evaluación del estado ecológico.

Por otra parte, se consideran las diferentes presiones antrópicas que podrían actuar sobre cada dimensión, estableciéndose 4 categorías en relación con el grado o intensidad del impacto que generan sobre cada dimensión evaluada, de acuerdo con su extensión, intención y reversibilidad, los cuales se enumeran para cada dimensión (*Ver Anexo 2*). A partir del valor resultante para cada dimensión, en caso de que existiese factor de estrés, se realiza un promedio del puntaje obtenido que será restado del puntaje final del estado ecológico.

Por último, para su aplicación en el humedal Lagunillas, se realizó un terreno en la época de primavera el día 08/11, en donde se define ubicar las áreas de evaluación sobre los mismos puntos de muestreo seleccionados para el registro de vegetación, los cuales se utilizarán para la evaluación de las métricas de “Vegetación” y “Estructura física” que se encuentran en la ficha de evaluación de esta guía. En este sentido, considerando que el humedal y el entorno a evaluar posee una extensión aproximada de 700.000 mts<sup>2</sup> y según lo propuesto por Olivares (2019), en donde el área mínima a considerar para la evaluación del estado ecológico debe ser de al menos un 10% del área total, se estima evaluar 6 parcelas rectangulares de 100 x 150 mtrs., evaluándose 90.000 mtrs<sup>2</sup>, abarcando al menos un 12,8% del área total (Ver Figura 7).

Figura 9: Definición de Áreas de evaluación para la aplicación de la guía de evaluación rápida en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

### i) Estimación del estado ecológico

Una vez aplicada las métricas para cada estación de muestreo en el humedal Lagunillas se debe hacer una sumatoria de cada submétrica dedicada para cada dimensión obteniendo un promedio simple para cada dimensión evaluada: 1) Estructura Física, 2) Hidrología y 3) Vegetación, para finalmente sumar las 3 ponderaciones resultantes, el que da como resultado el valor del estado ecológico estimado para el humedal en cuestión, obteniéndose un puntaje máximo de 100 puntos.

Posteriormente, se debe considerar la métrica de Perturbaciones antrópicas, en donde en caso de existir factor de estrés, definida para cada dimensión de la evaluación, se obtiene el valor final que muestra el impacto que generan para el estado ecológico del humedal. Dicho puntaje obtenido se le debe restar al valor resultante del estado ecológico estimado, teniendo el valor final de la evaluación.

Finalmente, para poder interpretar el resultado se debe transformar el puntaje obtenido a porcentaje, obteniéndose como máximo un total del 100% por los ítems evaluados (Olivares, 2019). Con estos datos, se realizan gráficos de tipo radial que permiten mostrar los valores resultantes para las dimensiones de Estructura física, Vegetación e Hidrología, para el total del estado ecológico del humedal, como también para el valor resultante para cada estación de muestreo, los cuales de acuerdo con la clasificación del estado ecológico y a los criterios establecidos son: “Muy bueno”, “Bueno”, “Moderado”, “Malo” y “Muy malo” (Olivares, 2019) (Ver Figura 9).

Figura 10: Categorías de evaluación del estado ecológico de humedales



Fuente: Olivares, 2019.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Análisis de la biodiversidad

#### 4.1.1 Biodiversidad y cambios estacionales: componente Avifauna

Para el análisis de diversidad de aves en el año 2022, se registró una riqueza total de 50 especies con una abundancia relativa de 3.390 individuos. En relación con la procedencia, se obtiene que 47 de las 50 especies registradas son nativas de Chile, representado por un 94% y las otras 2 especies siendo de carácter endémicas, es decir, exclusivas del territorio nacional, representado por un 6% de la

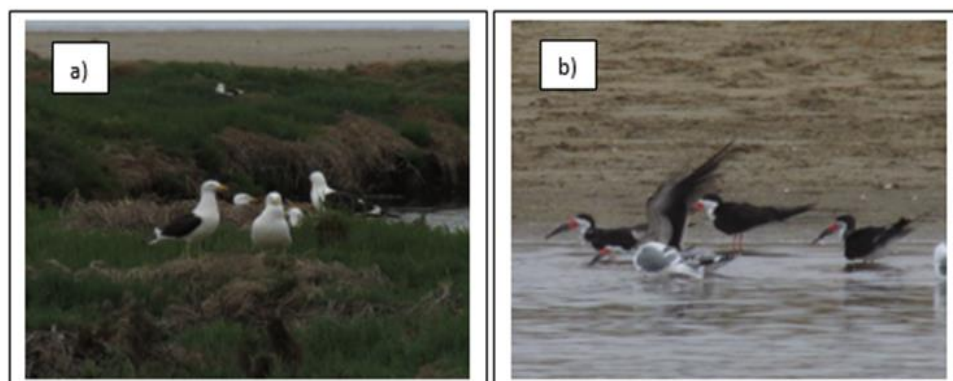
muestra siendo estas: Tenca chilena (*Mimus thenca*), Churrete costero (*Cinclodes nigrofumosus*) y Tapaculo (*Scelorchilus albicollis*).

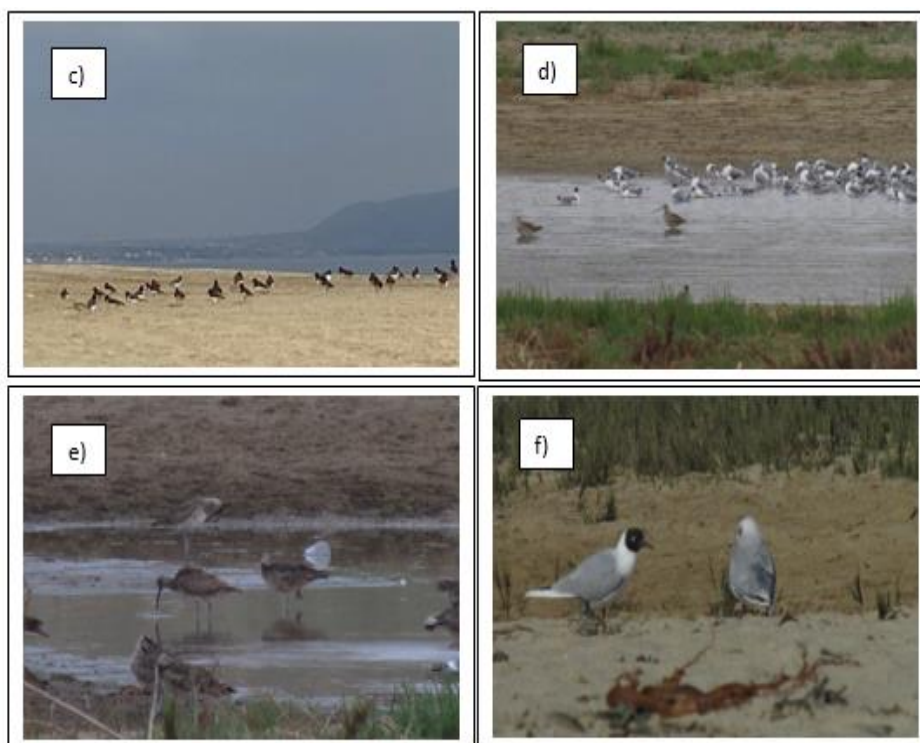
Por otra parte, se evidencia que 5 de las 50 especies catastradas se encuentra en alguna categoría de amenaza: 3 de estas en estado Casi Amenazado (NT) correspondiente a: Pelicano de Humboldt (*Pelecanus Thagus*), según RCE (DS 23/2019 MMA), Pilpilén común (*Haematopus palliatus*), según RCE (DS 16/2020 MMA) y a Gaviotín Elegante (*Thalasseus elegans*), según RCE (DS 16/2020 MMA), y otras 2 especies en estado Vulnerable (VU), correspondiente a : Gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), según RCE (DS 16/2020 MMA) y Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*), según RCE (DS 23/2019 MMA).

A rasgos generales, se puede evidenciar que existe un aumento de la biodiversidad en la riqueza y abundancia de especies en la época de primavera, esto se evidencia a partir de las observaciones en los puntos de muestreos y en las diferencias de diversidad resultantes para cada punto para las épocas de otoño-primavera, resultando en:

Para la observación de otoño, se puede apreciar para la zona de playa en la *Figura 11*, una baja diversidad en general para los puntos de muestreo n° 1,2 y 3 y muy baja diversidad para el punto de muestreo n°4, obteniéndose valores entre 0,8 a 1,5. Esto se debe a que, en esta zona se observa en mayor predominancia de 3 a 4 especies de las 11 especies avistadas, las cuales poseen mayor proporción de individuos en comparación a las otras especies, que se encuentran en pocos ejemplares (*Ver anexo 3*).

En contraste con lo observado en otoño, para la observación de la zona de playa en primavera, se obtiene a modo general valores medios para los puntos de muestreo n° 2,3 y 4 y altos de diversidad en el punto de muestreo n°1, con valores entre 1,8 a 2,1 (*Ver Figura 11*). Esto se explica, debido a que la variedad de especies y la proporción de individuos avistados para el monitoreo de primavera fue mucho más homogéneo, en donde sumado a las especies residentes ya observadas para el registro de otoño, se hace presente la llegada de aves migratorias en la época de primavera como: Rayadores (*Rynchops niger*), Gaviotas de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), Gaviotas de Cahuil (*Chroicocephalus maculipennis*), entre otros; que ocupan la zona intermareal para su alimentación y la transición entre la costa y la zona del humedal para descanso y refugio, evidenciándose mayor variedad de especies (*Ver Imagen 1*).



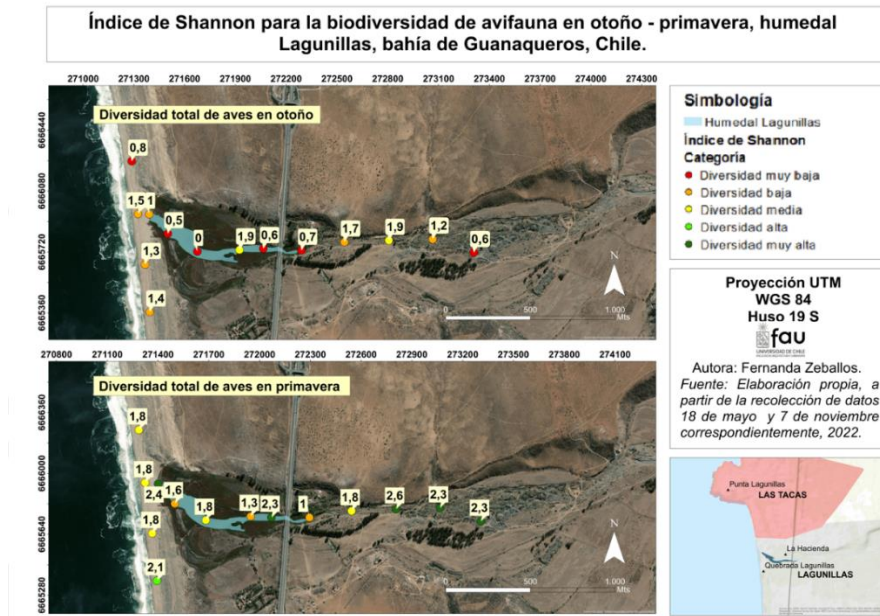


*Imagen 1: Registro fotográfico de algunas aves residentes y aves migratorias en la época de primavera a) Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), b) Rayadores (*Rynchops niger*), c) Grupo de Pilpilenes (*Haematopus palliatus*), d) Grupo de Gaviotas de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) e) Zarapito común (*Numenius phaeopus*) y f) Gaviotas de Cahuil (*Chroicocephalus maculipennis*). Fuente: Elaboración propia, 2022.*

Para la zona del espejo de agua, en la época de otoño se obtienen en general valores muy bajos para los puntos de muestreo n° 6, 7,9 y 10, bajo en el punto n° 5 y medio de diversidad para el punto n° 8, con valores que van desde 0 hasta 1,9 (Ver Figura 11). Este resultado, se debe principalmente a que se observaron otras especies de aves que no eran exclusivamente del ambiente de humedal o aves acuáticas, tales como Jotes (*Coragyps atratus* y *Cathartes aura*) o aves de interior como Golondrinas (*Tachycineta leucopyga*), entre otros; las cuales se excluyeron del cálculo de diversidad de Shannon, pero si fueron consideradas para el registro total de abundancia y riquezas de especies.

En este sentido, al excluirlas del cálculo de diversidad se observó una disminución en la riqueza de especies, encontrándose hasta una sola especie en algunos puntos de muestreo (punto n° 7), obteniéndose valor 0, a su vez en otros casos la predominancia de alguna especie también afectó la diversidad resultante, apreciándose en los puntos n° 6,9 y 10 en mayor proporción individuos de Chercán común (*Troglodytes aedon*) (Ver Anexo 4).

Figura 11: Mapa diversidad de Shannon de aves épocas de otoño-primavera en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

A su vez el punto de muestreo n°8 arroja una diversidad media, ya que en este sector del humedal era donde existía una mayor concentración de especies, esto se cree dado que es el sector del espejo de agua, que más resguardado se encuentra de perturbaciones y también se observa “una plataforma de vegetación halófila”, ubicado en medio del espejo de agua, el que la mayoría de las especies ocupan como estructura para descanso y alimentación.

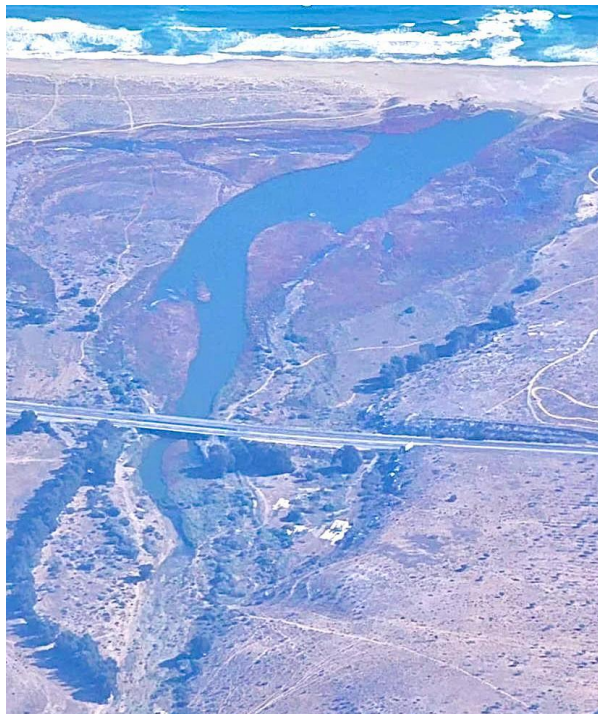


Imagen 2: El Humedal Lagunillas visto desde fotografía aérea, se puede observar dentro del cuerpo de agua una “plataforma de vegetación halófila”. Fuente: Proyecto Adelaida, 2023.



En contraste para la observación realizada en primavera, para el espejo de agua se obtienen en general valores bajos en los puntos de muestreo n° 6,8 y 10, medio en el punto n°7 y valores muy altos de diversidad en los puntos n° 5 y 10, con valores que van de 1 a 2,3 (Ver Figura 11). Esto se puede apreciar dado que la proporción y riqueza de especies aumentan en comparación con la observación de otoño, evidenciándose en mayor proporción diversidad de especies para las zonas medias del espejo de agua, lo que aumenta el valor para la diversidad obtenida.

Esto se ve reflejado, en mayor presencia de aves acuáticas y migratorias que ocupan el espejo de agua como zona de descanso y alimentación en la época de primavera- verano, agrupándose en mayor medida en los puntos n°5, sector transicional entre la barra de arena y espejo de agua agrupándose en mayor medida diversos gaviotines, playeros, gaviotas y rayadores, como por otro en el punto n°10 encontrándose en mayor medida aves acuáticas como taguas, cisnes coscorobas, pimpollos y hualas en este sector.

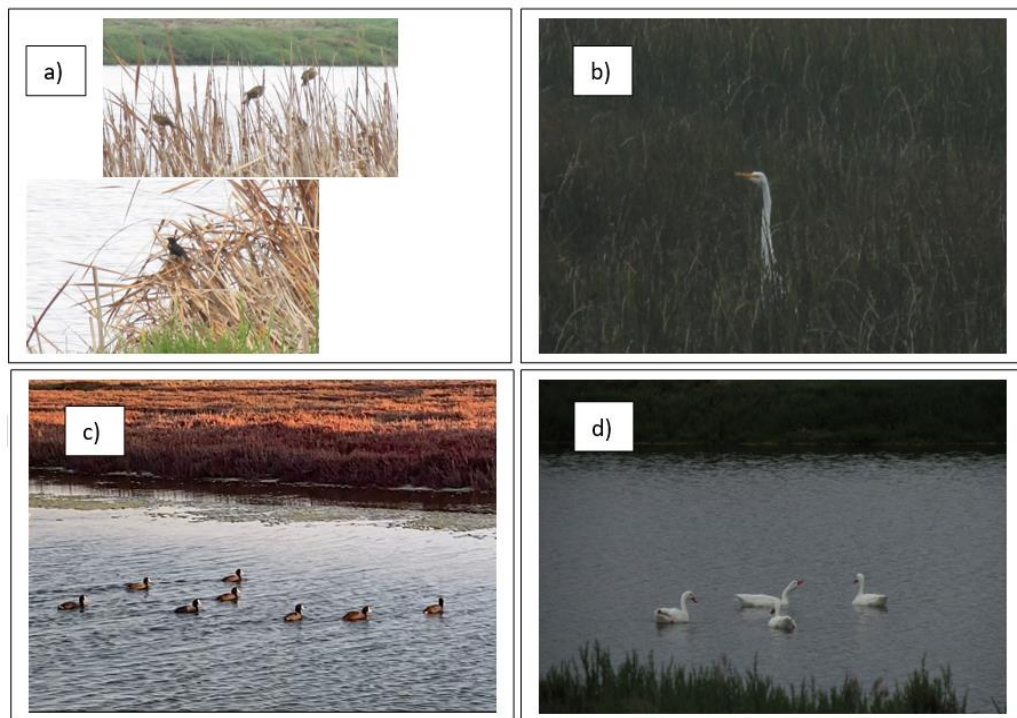


Imagen 3: Registro fotográfico de algunas especies que se pudieron observar en el cuerpo de agua del humedal Lagunillas: a) *Chercanes y trile sobre Junco*, b) *Garza grande entre vegetación halófitas*, c) *Grupo de Taguas común* y d) *Individuos de cisnes coscoroba en el humedal*. Fuente: *Elaboración propia, 2022*.

Por último, para la zona de Quebrada para el registro de otoño se obtienen en general valores muy bajos en los puntos de muestreos n° 11 y 13, bajo en punto n° 14 y medio de diversidad para el punto n° 13, con valores entre 0,6 a 1,9 (Ver Figura 11). Esto se puede apreciar dado el poco desarrollo de vegetación para el sector de Quebrada en esta época, evidenciándose el desarrollo de herbáceas y arbustos de baja densidad para el refugio y alimentación de la avifauna.

En el punto de muestreo que marca valores medios de diversidad, se condice dado que en este sector se halla nuevamente un afloramiento de agua que está estancada, con desarrollo de vegetación de

Totora (*Typha angustifolia*), el cual sirve de refugio y alimentación para distintas aves como el Cometocino de Gay (*Phrygilus gayi*) y Churrete costeros (*Cinclodes nigrofumosus*) y algunos anfibios e insectos que habitan estas pequeñas charcas (Ver Imagen 4). También se apreciaron a lo largo de toda la observación para la zona de Quebrada a Picaflores que habitan los Eucaliptus (*Eucalyptus globulus*) localizado en algunos tramos de la quebrada

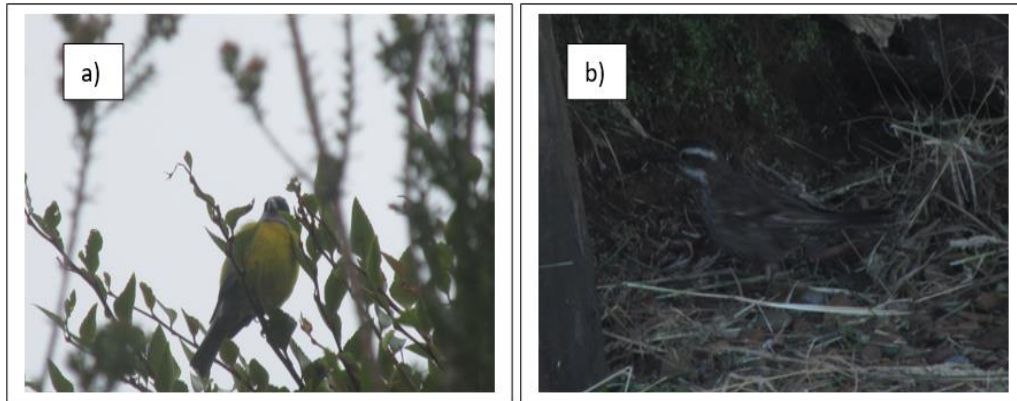


Imagen 4: Registro fotográfico de algunas aves en el sector de quebrada: a) Cometocino de gay y b) Churrete costero. Fuente: Elaboración propia, 2022.

En contraste para la observación realizada en primavera, se obtienen en general valores medio para el punto de muestreo n° 11 y muy altos de diversidad para los puntos n° 12,13 y 14, con valores que varían entre 1,8 a 2,6 (Ver Figura 11), esto dado que existe mayor desarrollo vegetacional para este sector en la época de primavera.

#### Variación de los cambios estacionales de la diversidad para componente de avifauna:

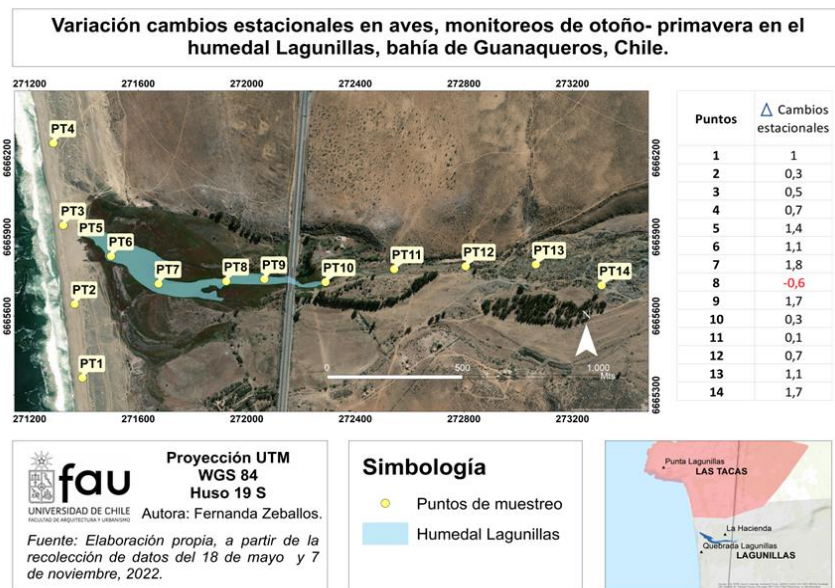
En relación con la variación en la diversidad de aves en las épocas de otoño y primavera, se aprecia un crecimiento de la diversidad para la época de primavera, en relación con los resultados obtenidos en la época de otoño (Ver Figura 12). Esto se presume ya que, se realiza una diferencia entre los resultados obtenidos en la diversidad del Índice de Shannon para la época de primavera, menos los resultados de la época de otoño, obteniéndose que:

Existe un crecimiento de la diversidad de aves de al menos un 58% promedio para los puntos observados en la zona de playa, observándose mayores variaciones en los puntos de muestreo n°1 y 4, en donde las variaciones son del 125% (1 pto) y el 50% (0,7 pts.) respectivamente. Por otro lado, podemos observar que la zona con mayor variación fue la zona del espejo de agua, en la cual al menos en un 140% promedio de los puntos observados hubo mayor diversidad para la época de primavera, exceptuando el punto de muestreo n°8 en donde la diversidad en este punto decrece en un 31,6%, observándose que la variación del índice de Shannon en este punto disminuye en -0,6 pto, a pesar de ello, la diversidad para el resto del espejo de agua se distribuye y crece exponencialmente aumentando la variación en estos puntos mayores a 1,1 pto de lo calculado por el Índice de Shannon.

Por último, para la Zona de Quebrada este creció al menos un 105% promedio para los puntos observados, también teniendo alzas considerables de diversidad producto del desarrollo vegetacional en esta época producto de las lluvias invernales, a su vez, el punto que tuvo mayor variación fue el

nº14 en donde su variación es de más del 283% obteniéndose diferencias por lo resultante en el Índice de Shannon de 1,7 pts.

Figura 12: Variaciones de los cambios estacionales de aves en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas

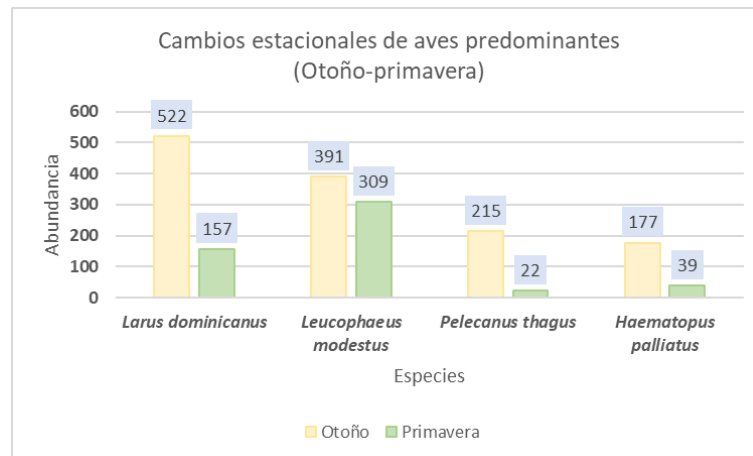


Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por último, algunos hallazgos generales, a partir de la observación de aves en las 14 estaciones de muestreo, se evidencia una mayor predominancia de las aves playeras, las cuales se avistaron principalmente en la zona de playa y en la zona del espejo de agua del Humedal Lagunillas. Para la época de otoño, esta predominancia representa un 82,4% de lo catastrado sobre la muestra y en primavera disminuye a un 43,4%. Las principales aves que se avistaron para ambos monitoreos corresponden a Gaviota Dominicana (*Larus Dominicanus*), Gaviota Garuma (*Leucophaeus modestus*), Pelicano de Humboldt (*Pelecanus thagus*) y Pilpilén común (*Haematopus palliatus*).

En relación con los cambios estacionales de la abundancia y riqueza en estas especies, se puede apreciar que, existe una disminución de más del 35% promedio de la abundancia de estas especies en la época de primavera. Además, en el monitoreo de primavera se destaca la llegada de aves migratorias que se abastecen en los meses de primavera y verano de las zonas costeras y desembocaduras, como Playeros, destacándose: Playero Grande (*Tringa semipalmata*), y Playero de Baird (*Calidris bairdii*), Rayadores (*Rynchops niger*) y Gaviotín Elegante (*Thalasseus Elegans*), este último considerado amenazado en el mundo y en Chile con la categoría Casi Amenazado (NT), debido a los efectos antrópicos sobre su hábitat, sitios de nidificación y sobreexplotación de los recursos marinos, escaseando su alimento (RCE, 2019).

Gráfico 1: Variación estacional de aves predominantes en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

También en esta época aparecen en la zona de quebrada aves que no se observaron para el registro de otoño, pero se avistaron en cantidades menores a 10 individuos para cada especie como: Dormilona tontita (*Muscisaxicola maclovianus*), Bandurrilla de los bosques (*Upucerthia saturator*), Chirihues (*Sicalis luteola*) y Tapaculo (*Scelorchilus albicollis*), este último endémico de Chile.

#### 4.1.2 Biodiversidad y cambios estacionales: componente Vegetación

Para el análisis de diversidad de vegetación en el año 2022, se registró una riqueza total de 53 especies, con una abundancia relativa de 680 individuos. En relación con el tipo de formación vegetacional un 50,9% son de tipo herbáceo, un 37,7% de tipo arbustivo y un 11,3% de tipo arbóreo. En cuanto a la procedencia, 19 de las 53 especies registradas son nativas de Chile, representado por un 35,8%, 15 especies son introducidas, representado en un 28,3% y las otras 19 especies son de tipo endémico de Chile, representando un 35,8% del total de la muestra. Por otra parte, conservación la mayoría de las especies vegetacionales no se encuentran clasificadas, reconociéndose sólo la especie de Algarrobo (*Prosopis chilensis*) en estado Vulnerable (VU), según DS 13 /2013 MMA.

A rasgos generales, se puede evidenciar que existe un aumento de la biodiversidad estacional en relación con los registros obtenidos para los terrenos de otoño y primavera, teniendo un aumento en la riqueza y abundancia de especies, esto se observa a partir de los puntos de muestreos establecidos para el registro de vegetación. Esto se evidencia a partir de los datos levantados, en los cuales se aplica el Índice de Shannon para obtener la diversidad presente en el humedal Lagunillas para la época de otoño y primavera, resultando en:

Para la observación de otoño de la formación vegetacional de tipo herbáceo, se puede apreciar a partir de la Figura 12, una muy baja diversidad en los puntos de muestreo n° 1,2, 4 y 5 correspondientes a las zonas proximales y medias del humedal, y diversidad baja para el punto n°3 y media para el punto n° 6, correspondientes a las zona distales del humedal, obteniéndose valores entre 0,3 a 1,8. Por otra parte, para la componente de vegetación se evalúa considerar el espectro total de diversidad para el total de especies catastradas, como también la diversidad resultante, sin considerar las especies de origen introducidas, ya que su presencia se considera un menor valor para el estado de salud del

humedal, por lo que se quiere evaluar cómo varía la diversidad excluyendo a dichas especies del cálculo, ya que pueden afectar de manera negativa en el normal funcionamiento y desarrollo de las demás formaciones vegetacionales.

A partir de ello, se obtienen para la formación vegetal del tipo herbáceo, valores muy bajos de diversidad en todos los puntos de muestreos cuando se excluyen a las especies introducidas, obteniéndose valores que van desde 0 a 0,9. Esto se debe a que 11 de las 27 especies herbáceas registradas son de origen alóctono representando al menos un 40% de la muestra, del cual en todos los puntos de muestreo se encontró la presencia con un porcentaje considerable de la especie de Hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*), la cual género que al eliminarla de la muestra afectará en el cálculo de diversidad, dejando en algunos casos a una sola especie o pocos individuos para cada punto de muestreo, lo que no permite obtener un número de diversidad de mayor valor.



Imagen 5: Registro fotográfico de algunas especies herbáceas introducidas en la época de otoño. a) Hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*), b) *Erodium botrys* y c) Yuyo (*Brassica rapa*). Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 13: Mapa diversidad de Shannon de vegetación herbáceas en la época de otoño en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

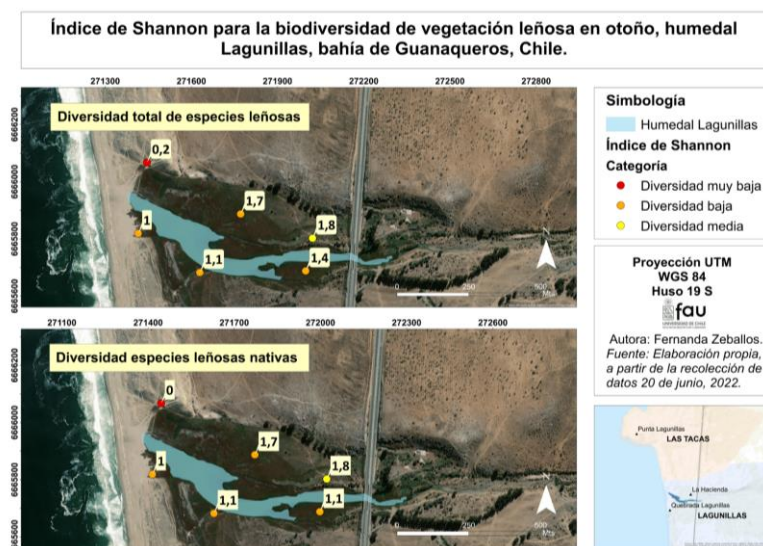
Para la formación vegetal de tipo leñosa se obtiene una diversidad general baja en los puntos de muestreo n° 1,2,3 y 5, muy bajo para el punto n° 4 y diversidad media para el punto n°6, obteniéndose valores que varían entre 0,2 a 1,8. Estas diferencias variables se deben a que existe mayor concentración de especies lignificadas cercanas a la zona de quebrada, por lo que en las zonas proximales y medias existe poco desarrollo de vegetación lignificada, a su vez la especie Sosa (*Sarcocornia fruticosa*), es la formación vegetal con mayor dominancia en las zonas aledañas al cuerpo de agua y que funciona como estructura amortiguadora, estando presente en todas las estaciones de muestreo, encontrándose en mayor porcentaje de individuos que las demás especies lignificadas, disminuyendo el valor de la diversidad, o a su vez obteniéndose valores cercanos a 0.



Imagen 6: Registro fotográfico de *Sarcocornia fruticosa* desde distintas vistas al humedal Lagunillas. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por otra parte, el punto de muestreo n°6 fue el que mayor diversidad de vegetación lignificada se observó, encontrándose especies como Crespilla (*Haplopappus velutinus*), Ñipa (*Escallonia angustifolia*), Cola de Ratón (*Pleocarphus revolutus*), Sosa (*Sarcocornia fruticosa*), Hierba del salitre (*Frankenia chilensis*), Malvilla (*Cristaria pinnaria*) y Vautro (*Baccharis macraei*). Por último, en cuanto a las especies invasoras presentes solo 1 de las 13 especies registradas es de origen alóctono correspondiente al Miosporo (*Myoporum laetum*) por lo que no afectó en mayor grado los valores de diversidad presente.

Figura 14: Mapa diversidad de Shannon de vegetación leñosa en época de otoño-primavera en el humedal Lagunillas

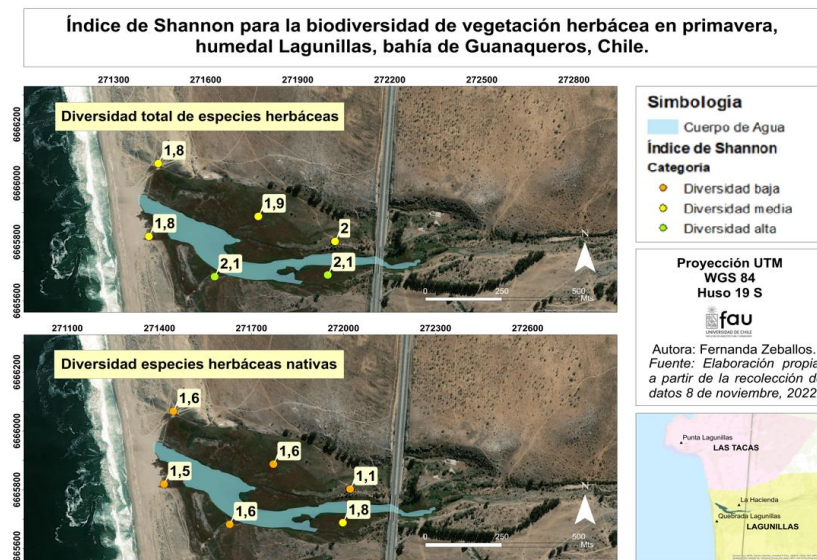


Fuente: Elaboración propia, 2023.

En contraste para la observación de la formación vegetacional de tipo herbáceo en la época de primavera, se puede apreciar a partir de la *Figura 14*, una diversidad media para los puntos muestreo n°1,4,5 y 6 y alta en los puntos n° 2 y 3, con valores que varían entre 1,8 a 2,1 (*Ver Figura 14*). En general, esto se debe dado que existe un aumento considerable de la comunidad vegetacional herbáceas para la época de primavera, pasando de 10 especies registradas para la época de otoño a 23 para la época de primavera aumentando en un 130% su riqueza. A partir de lo anterior, es que en el registro de primavera en el humedal Lagunillas se pudieron presenciar especies como: Añañuca amarilla (*Rhodophiala bagnoldii*), Pata de guanaco (*Cistanthe Longiscapa*), Suspiros (*Nolana acuminata*), Oxalis megalorrhiza y Churqui (*Oxalis gigantea*).

En relación con la situación de las especies exóticas herbáceas, estas incidieron en una disminución de la diversidad, si se consideran los valores resultantes para el registro de nativas en primavera. Esto debido a que, 8 especies de las 24 registradas representan al menos un 40% de lo muestra, teniendo mayor presencia especies como Hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*) y Yuyo (*Brassica rapa*), decreciendo la diversidad de valores medios a bajos y altos a medios como puede evidenciarse en los puntos de muestreo, obteniéndose una diferencia promedio de -126,4% en los puntos registrados, obteniéndose valores que varían desde 1,1 a 1,8 (*Ver Figura 14*).

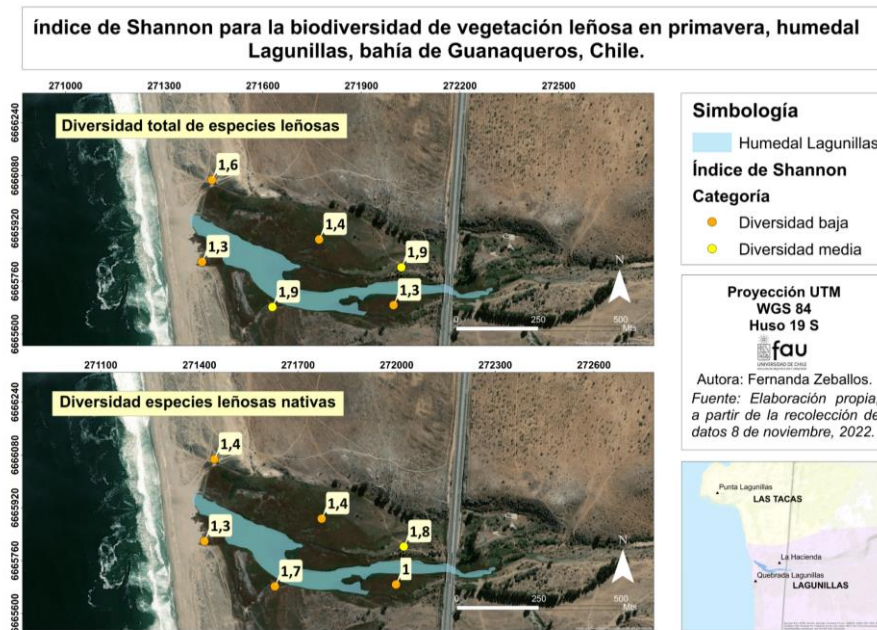
*Figura 15: Mapa de diversidad de Shannon de vegetación herbácea en primavera en el humedal Lagunillas*



*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

A su vez, también para la formación vegetacional de tipo leñosa en primavera, se obtuvo una diversidad baja en los puntos de muestreo n° 1,3,4,5 y media en los puntos n° 2 y 6, con valores que varían entre 1,3 a 1,9. Esto se condice dado el aumento de riqueza de especies, pasando de 13 especies registradas en la época de otoño a 20 especies en la época de primavera, teniendo un aumento del 53% en la riqueza de especies. Por otra parte, la cantidad de especies exóticas presentes en la muestra afectan solo en un punto de muestreo variando su diversidad de media a baja en el punto n°2, dado que la presencia de Limoncillo (*Thymophylla pentachaeta*), no posee un número considerable de individuos dentro de lo registrado (*Ver Figura 15*).

Figura 16: Mapa de diversidad de Shannon de vegetación leñosa en primavera en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

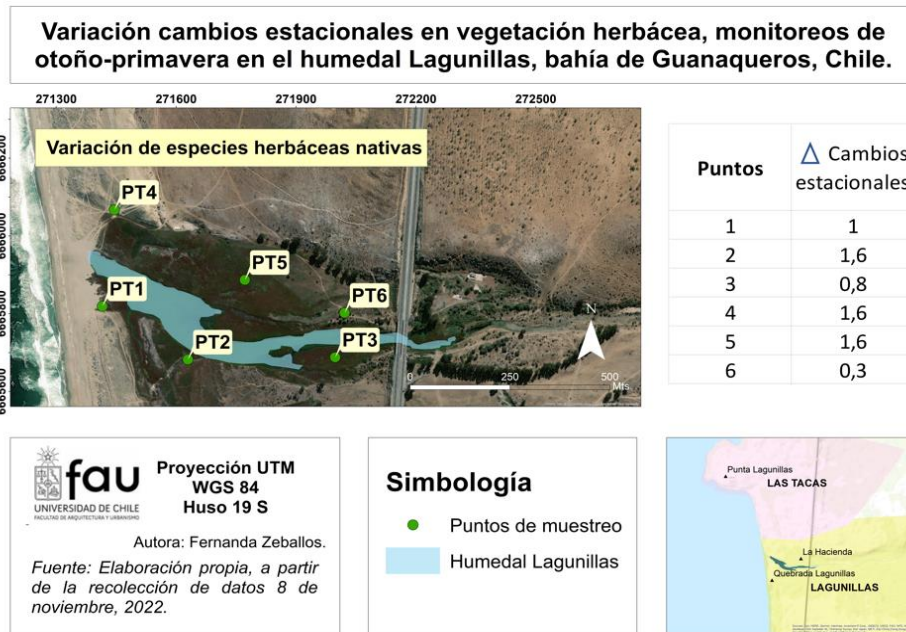
Variación de los cambios estacionales de la diversidad para componente de vegetación:

En relación con la variación en la diversidad de vegetación en las épocas de otoño y primavera, se aprecia un crecimiento de la diversidad para la época de primavera en relación con los resultados obtenidos en la época de otoño. Esto se presume ya que, se realiza una diferencia entre los resultados obtenidos en la diversidad del Índice de Shannon para la época de primavera menos los resultados de la época de otoño en relación con la diversidad obtenida por el índice, para las especies nativas obteniéndose que:

Para la variación de la diversidad de la vegetación herbácea hubo un aumento de la diversidad en al menos un 140% promedio para los puntos de muestreo, los que tuvieron un mayor crecimiento fueron los puntos n° 1 (con una variación de un 1 pto), y los puntos n° 2,4 y 5 (con una diferencia de 1,6 pts en cada punto) con un incremento de más del 160%.



Figura 17: Variaciones de los cambios estacionales de la vegetación herbácea en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por otra parte, en relación a la variaciones estacionales de las formaciones vegetacionales herbáceas que poseen al menos un 10% de predominancia en la muestra, constituidas por las hierbas acuáticas Junco (*Scirpus nodosus*) y Totorá (*Typha angustifolia*) y hierbas estuarinas como Brea (*Tessaria absinthioides*) y Chépica (*Distichlis spicata*), se obtiene un aumento promedio de la abundancia en un 27%, siendo las herbáceas con mayor abundancia de individuos para la época de primavera el Junco (*Scirpus nodosus*), con 20 individuos más y la Chépica (*Distichlis spicata*), con 11 individuos más en relación a lo registrado para la época de primavera. La única excepción fue la Brea (*Tessaria absinthioides*) que disminuyó en un 50% su abundancia, registrando 9 individuos menos según lo observado para la época de otoño.



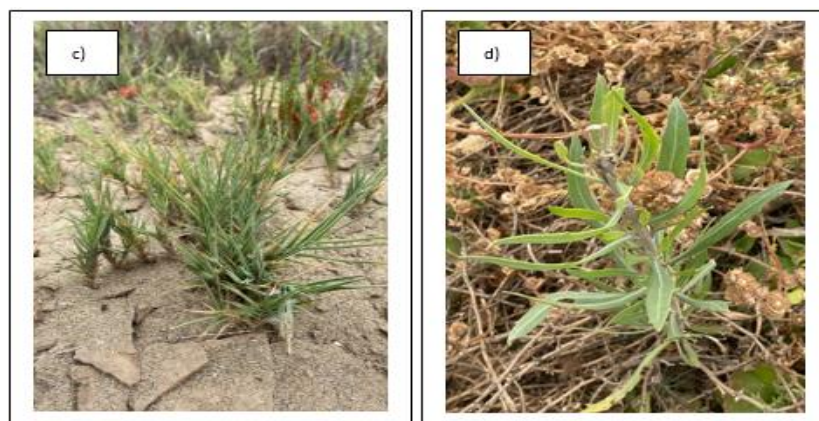
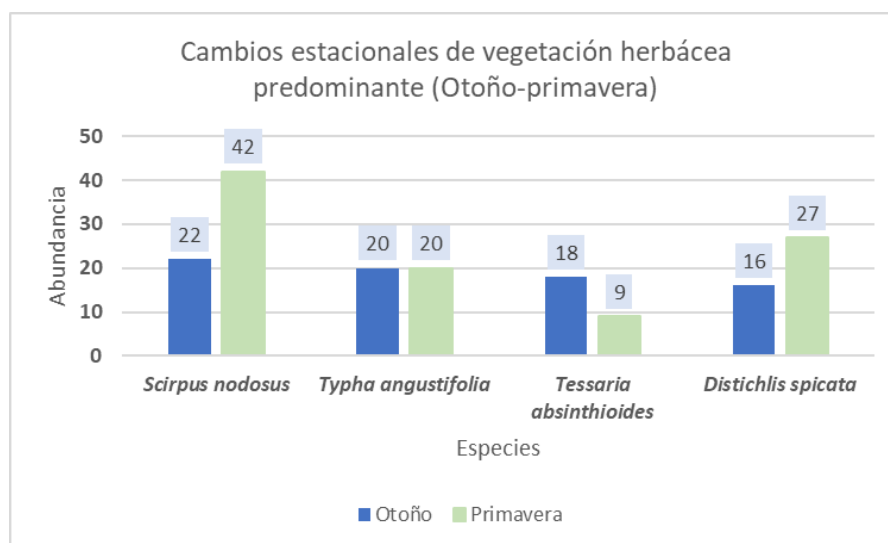


Imagen 7: Registro fotográfico de hierbas acuáticas. a) Totora (*Typha angustifolia*), b) Junco (*Scirpus nodosus*), c) Chépica (*Distichlis spicata*) y d) Brea (*Tessaria absinthioides*). Fuente: Elaboración propia, 2022.

Gráfico 2: Variación estacional de la vegetación herbácea predominante en el humedal Lagunillas

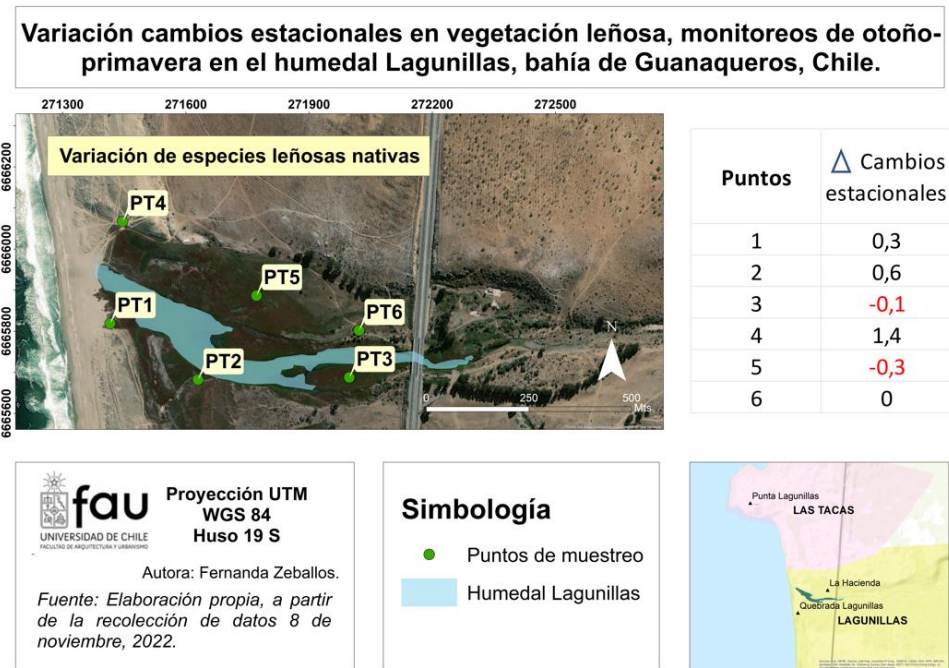


Fuente: Elaboración propia, 2023.

Otra consideración importante es la variación estacional de herbáceas introducidas, que poseen una predominancia de al menos un 10% de lo registrado, especies como Hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*), especie considerada exótica invasora, representa un 21,7% del total de la muestra para el registro de otoño y disminuye a un 12,8% en primavera y Yuyo (*Brassica rapa*), que representa un 9,3% de lo registrado en otoño y aumenta a un 12,8 en los registros de primavera.

Para la variación de la diversidad leñosa, hubo un aumento del 32,9% promedio para los puntos de muestreo. Los puntos con mayor incremento de diversidad se divisaron en las estaciones n° 2 y 4 con un alza del 54,5% y 140% respectivamente. Por otro lado, hubo un decrecimiento de la diversidad en los puntos n° 3 y 5, con una disminución del -9,1% y -17,6% respectivamente (Ver gráfico 3).

Figura 18: Variaciones de los cambios estacionales de la vegetación leñosa en los puntos de muestreo en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Esta disminución leve de la diversidad de especies para la época de primavera se evidencia en el punto de muestreo n°3, dado que, para el registro de otoño, se encuentra más abundancia de especies en relación con el registro de primavera, además, se encuentra la presencia de la especie *Miosporo (Myoporum laetum)*, especie arbórea de origen introducida, en el registro de primavera, el cual para este análisis va a afectar negativamente en el cálculo de la diversidad de Shannon.

Por otra parte, en el punto de muestreo n°5 existe una considerable disminución de la diversidad, debido a la predominancia de la Sosa (*Sarcocornia fruticosa*), en el registro de primavera, el cual abarca al menos un 56% de lo registrado en este punto de muestreo, en contraste con el registro de otoño que esta especie representa el 38% de lo registrado, por ende, esta mayor dominancia va a afectar al cálculo de equidad de Shannon en este punto, disminuyendo el valor de su diversidad.

Otra consideración importante en este análisis, son las variaciones estacionales en la Sosa (*Sarcocornia fruticosa*), especie nativa que posee al menos un 44% de la dominancia para los registros estacionales, disminuye la cantidad de individuos registrados, pasando de un 48,3% a un 40,6% de lo registrado en primavera.

Por último, es importante destacar, la observación de algunas especies leñosas de origen nativo y endémico que en otoño no se presenciaron, como: Chilca (*Baccharis salicifolia*), con 8 individuos, Crespilla (*Haplopappus velutinus*), con 8 individuos y Algarrobo (*Prosopis Chilensis*), con 7 individuos, está última en categoría Vulnerable (VU) para el RCE, entre otros. También se observan especies del Desierto Florido como Malvilla (*Cristaria pinnata*), con 21 individuos, Coronilla de Fraile (*Encelia Canescens*), Crespilla (*Haplopappus cerberoanus*), con 11 individuos, Cuerno de

cabra (*Adesmia aegiceras*), con 10 individuos, y Palo Negro (*Heliotropium stenophyllum*), con 9 individuos, entre otros.



*Imagen 8: Registro fotográfico de especies leñosas en las variaciones estacionales de vegetación. A) Baccharis salicifolia, b) Algarrobo (Prosopis chilensis), c) Malvilla (Cristaria pinnata), d) Coronilla de Fraile (Encelia canescens), Palo negro (Heliotropium stenophyllum) y f) Adesmia aegiceras. Fuente: Elaboración propia, 2023.*

#### **4.2 Guía de Evaluación rápida para el estado ecológico de humedales**

A continuación, se presentan los resultados conferidos a los ítems evaluados:

##### **I) Estructura física:**

En relación con el análisis realizado para la evaluación del estado ecológico en el humedal Lagunillas, se obtiene para la dimensión de Estructura física un puntaje ponderado de 20 puntos de un máximo de 30 puntos. Se puede observar que, para el sub ítem que evalúa el tamaño del humedal, se obtiene un tamaño promedio de 5,33 ha. para el humedal Lagunillas, el cual es calculado a partir de la delimitación del espejo de agua, a través del análisis de imágenes satelitales y composición de bandas para la delimitación de masas de agua, como también en base a bibliografía consultada (Zuleta & Contreras, 2019; CAACH, 2005). El cual, para la evaluación y aplicación de esta métrica se considera un humedal de tamaño medio, por ende, se obtiene un puntaje de 5 puntos del máximo de 9 puntos esperado (*Ver Tabla 2*).

Por otra parte, para el sub ítem de zona de amortiguación que contiene las métricas de: % del buffer, ancho y condición de la zona de amortiguación, se observa que hay ciertas áreas de evaluación que ponderan un menor puntaje, dado que se localizan en zonas límites del humedal Lagunillas no teniendo buffer de amortiguación, como es el caso de las AE1, AE4 y AE6. Por ejemplo, aquellas

áreas que colindan con la zona de Playa no poseen estructura vegetacional que amortigüe el paso al espejo de agua, quedando expuesto por el sector oeste y aquellas áreas que colindan con la zona de quebrada, se empieza a estrechar la estructura vegetacional que la rodea, siendo estas áreas límites y cercanas al fin del espejo de agua.

A pesar de ello, el ancho promedio del buffer de amortiguación se considera amplio, ya que entrega buena cobertura en cuanto al resguardo y hábitat para la fauna del humedal Lagunillas, obteniéndose un promedio de 6 puntos del máximo de 7 puntos para este sub ítem (*Ver Tabla 2*). Por último, con relación a la condición de la zona de amortiguación, se considera en general en un buen estado, dado que existe un predominio de vegetación nativa en el lugar, sin embargo, se presenta intervención de baja intensidad producto de la visitación humana y pastoreo de caballos, como es el caso del AE6 el cual posee una mala condición de su zona de amortiguación, siendo evaluado con un puntaje de 1 punto de un máximo de 7 puntos esperado (*Ver imagen 10*).

## **II) Hidrología:**

En cuanto a la dimensión de hidrología para el humedal Lagunillas, se obtiene un puntaje aproximado de 31 puntos de un máximo de 40 puntos (*Ver Tabla 2*). Aquí se analizan el sub ítem de fuentes de agua de las cuales se provee o se alimenta el humedal Lagunillas. Tras hacer una revisión bibliográfica y constatación del estado para la masa de agua en terreno, se asume que, el humedal posee aguas subterráneas de alto pH dado que se observa el desarrollo de especies halófitas herbáceas como Juncos (*Scirpus nodosus*) y Totoras (*Typha angustifolia*) sobre este.

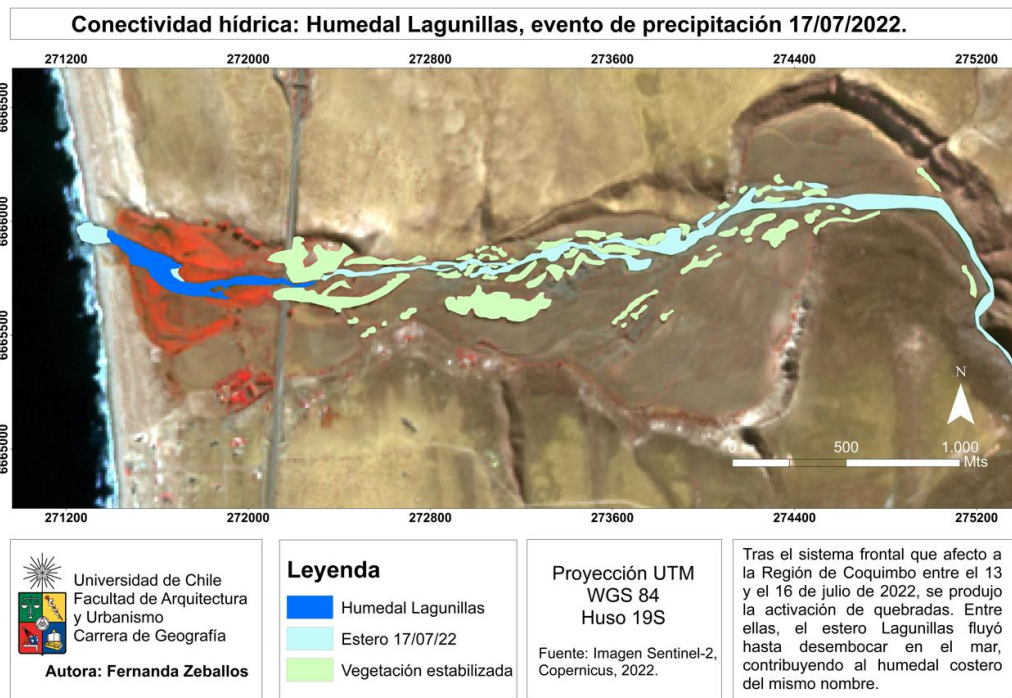
A su vez, tras consulta bibliográfica y observación en terreno, se evidencia la presencia de peces como la Lisa (*Mugil cephalus*) y de la lamprea de bolsa (*Geotria australis*), y anfibios como Sapo de rulo (*Rhinella arunco*) y Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) y a la Rana chilena (*Calyptocephalella gayi*) (Zuleta & Contreras, 2019), esta última en estado Vulnerable (VU), según RCE (DS MMA, 2018). los cuales durante la estación de verano se refugian bajo estas formaciones (Zuleta & Contreras, 2019), lo cual podría significar por constancia visual valores de pH mayores a 7,5 ya que dichas especies no podrían sobrevivir a aguas con pH más ácidos (USGS, s/f; MMA-ONU Medio Ambiente, 2021). Por último, recibe aportes de aguas mediante precipitación en temporada nival, por ende, se evalúa con un puntaje de 6 puntos de un máximo de 17 puntos esperado (*Ver tabla 2*).

En relación con el sub ítem de conectividad hídrica del humedal, este se evalúa en categoría B (*Ver Anexo 2, sub ítem de conectividad*), dada las limitaciones visibles del flujo de agua asociadas a la estabilización de vegetación presente a lo largo de quebradas y laterales, por lo que la restricción es de carácter intermitente por condiciones naturales del ambiente, por lo que se evalúa con un puntaje de 10 puntos de un máximo de 15 puntos (*Ver Tabla 2*).

En ejemplo, tras el Sistema frontal que aquejo a la Región de Coquimbo a mediados de julio del 2022, en donde se estima que cayó al menos 60 mm de precipitación para el sector de la costa, afectando a su vez en la activación de esteros y quebradas en la región (CEAZA, 2022). Entre ellos, esto causo que el estero Lagunillas se juntara con el humedal Lagunillas en la zona de costa, viéndose rara vez su desembocadura con el mar (CEAZA, 2022). Asimismo, fue posible vislumbrar que tras la

existencia de vegetación estabilizada en la zona de quebrada este mismo demostró como el estero fue tomando su curso a partir de estas limitancias naturales en el paisaje (*Ver Figura 17*).

*Figura 19: Conectividad hídrica del humedal Lagunillas, tras los eventos de precipitación del mes de julio del 2022*



*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

Por último, en relación con el sub ítem de hidroperiodo se evalúa con categoría A ya que se considera que los patrones de inundación son naturales en un periodo de año normal, se observa vegetación terrestre estabilizada en el fondo de quebrada del cual podría causar una reducción de la extensión de la inundación, la cual no afecta en gran medida, tampoco existe evidencia de ingeniería o ecología directas que perturbe el periodo normal de inundación, por ende se evalúa con un puntaje máximo de 15 puntos (*Ver Tabla 2*).

### III) Vegetación:

Finalmente, se evalúa la dimensión de Vegetación para el humedal Lagunillas, donde se obtiene un puntaje aproximado de 23 puntos de un máximo de 30 puntos. Aquí se analiza el sub ítem de comunidad vegetal bajo 3 variables, relacionadas con: n° de capas presentes, n° de especies codominantes y el porcentaje de invasión. En promedio, se observan más de 4 capas para cada área de evaluación, dominando entre 6 a 7 especies, con un porcentaje de invasión inferior al 15%, por lo que se interpreta un buen desarrollo y diversidad de la cobertura vegetal, por ende, se evalúa con un puntaje promedio de 10 puntos de un máximo de 15 puntos esperados (*Ver Tabla 2*). Por último, en relación con el sub ítem de interdispersión de las capas vegetacionales se considera alta, observándose alto grado de complejidad y ocupación de la comunidad vegetal, asignándose un valor promedio de 13 puntos de un máximo de 15 puntos esperados (*Ver Tabla 2*).

#### IV) Perturbaciones Antrópicas:

Por último, se evaluó la existencia de estresores para cada dimensión evaluada, considerando a su vez la intensidad que cada perturbación genera sobre esta. Se obtiene en promedio, una afectación de los atributos evaluados en -2,9 puntos, restado al puntaje total obtenido. Esto se debe, dada la presencia de residuos sólidos tales como colchones, restos de cañerías de PVC, boyas de plumavit y escombros en el sector distal del humedal Lagunillas, correspondientes al sector de quebrada, el cual significa un factor estresante de intensidad media sobre el atributo de Hidrología, obteniéndose un valor promedio sobre esta dimensión de -3,3 puntos (*Ver Imagen 9*).



*Imagen 9: Registro fotográfico de factores estresantes sobre el atributo de hidrología en la zona distal del humedal Lagunillas. Fuente: Elaboración propia, 2023.*

A su vez, se presencia factores estresantes asociados al pastoreo de caballos, presencia de perros callejeros y paso de vehículos motorizados, que afectan directamente sobre algunas áreas de evaluación de la zona buffer, significando un factor de estrés de intensidad media sobre el atributo de Estructura física, obteniéndose un valor promedio de afectación sobre esta dimensión de -0,7 puntos (*Ver Imagen 10*).





Imagen 10: Registro fotográfico de factores estresores sobre el atributo de Estructura física. Fuente: Elaboración propia, 2022; HumedalRioElqui, 2023.

Por último, existen factores estresantes asociados a la presencia y aumento de especies vegetacionales invasoras, los cuales se ven aumentados a partir de los cambios estacionales, de los registros de otoño-primavera, los cuales significan un factor de estrés de moderada extensión para el atributo de Vegetación, dado que pueden ser evaluados para su restauración en el corto plazo, obteniéndose un valor promedio de afectación sobre esta dimensión de -4,7 puntos. Finalmente, tras la evaluación realizada se obtiene un puntaje 71,4 puntos (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Resumen de evaluación rápida de estado ecológico del humedal Lagunillas

TEMA	SUBTEMA	HUMEDAL LAGUNILLAS						Promedio	
		AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6		
1. ESTRUCTURA FÍSICA (30)	Área (9)	5	5	5	5	5	5	5	
	ZONA DE AMORTIGUACIÓN (21)	% de Buffer (7)	1	7	7	4	7	4	5
		Ancho (7)	4	7	7	4	7	7	6
		Condición (7)	4	7	4	4	4	4	4
	<b>Sub total</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	
2. HIDROLOGÍA (40)	Fuentes (17)	6	6	6	6	6	6	6	
	Conectividad (15)	10	10	10	10	10	10	10	
	Hidroperíodo (15)	15	15	15	15	15	15	15	
	<b>Sub total</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	
3. VEGETACIÓN (30)	COMUNIDAD VEGETACIONAL (15)	nº de estratos	10	15	15	15	15	10	
		nº especies codominantes	5	5	10	5	5	0	
		% de invasión	15	10	5	15	15	10	
	Promedio	10	10	10	11,7	11,7	6,7	10	
	Interdispersión (15)	15	15	10	15	15	10	13,3	
<b>Sub total</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>26,7</b>	<b>26,7</b>	<b>16,7</b>	<b>23,3</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>74</b>	<b>74,7</b>	<b>80,7</b>	<b>64,7</b>	<b>74,3</b>		
4. PERTURBACIONES ANTRÓPICAS	Hidrología	0	0	-10	0	0	-10	-3,3	
	Vegetación	0	-1	-1	-1	0	-1	-0,7	
	Estructura Física	-10	-1	-1	-10	-1	-5	-4,7	
<b>TOTAL</b>	<b>-3,3</b>	<b>-0,7</b>	<b>-4,0</b>	<b>-3,7</b>	<b>-0,3</b>	<b>-5,3</b>	<b>-2,9</b>		
<b>TOTAL FINAL</b>							<b>71,4</b>		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

#### 4.2.1 Análisis del estado ecológico

A partir de la aplicación de la guía de Evaluación rápida del estado ecológico elaborada por Olivares (2019), se obtiene un puntaje final de 71,4 puntos, el cual en base a la Tabla 2, se puede expresar que el estado ecológico del humedal Lagunillas es bueno. A partir de ello, se elabora el presente gráfico radial (Ver Figura 19), el cual hace un análisis general de la evaluación del estado ecológico, por cada dimensión evaluada y como está también varió dependiendo del área de evaluación analizada, siendo estos los resultados:

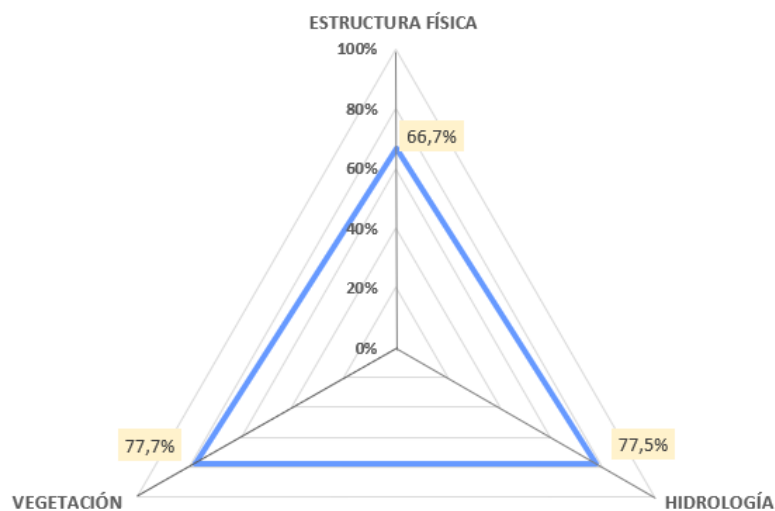


A partir del *Gráfico 3*, la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas es buena considerando que la métrica mejor evaluada fue la Métrica de Vegetación, llegando al valor del 77,7%, seguida del atributo de Hidrología con 77,5% y por último Estructura física con un 66,7% (*Ver gráfico 3*). Esto se explica debido a, que la variable de estructura física era la que estaba más expuesta a factores estresantes y por ende mayormente amenazada, del cual también por considerarse la zona amortiguadora y de transición al cuerpo de agua es la que está más expuesta a cualquier perturbación o exposición antrópica.

Si bien, la zona buffer se compone por una parte por el atributo de Vegetación, cuando se analizan específicamente los estresores que afectan directamente a este atributo, asociadas al porcentaje de invasión de especies no propias del sector, estas perturbaciones sobre la comunidad vegetacional no eran suficiente por sí mismas para expresar un menor valor sobre la evaluación del estado ecológico, dado que sus afectaciones podrían recuperarse en un corto plazo.

Por último, el atributo de Hidrología resultó ser el mejor evaluado, dado que se rodea del atributo de Estructura física que la contiene y la resguarda de perturbaciones directas, además el humedal es de tipo estuarino y permanente, lo cual lo hace un hábitat preferencial para una diversidad de especies considerándose en la métrica en buen estado.

*Gráfico 3: Evaluación rápida del estado ecológico del humedal Lagunillas*



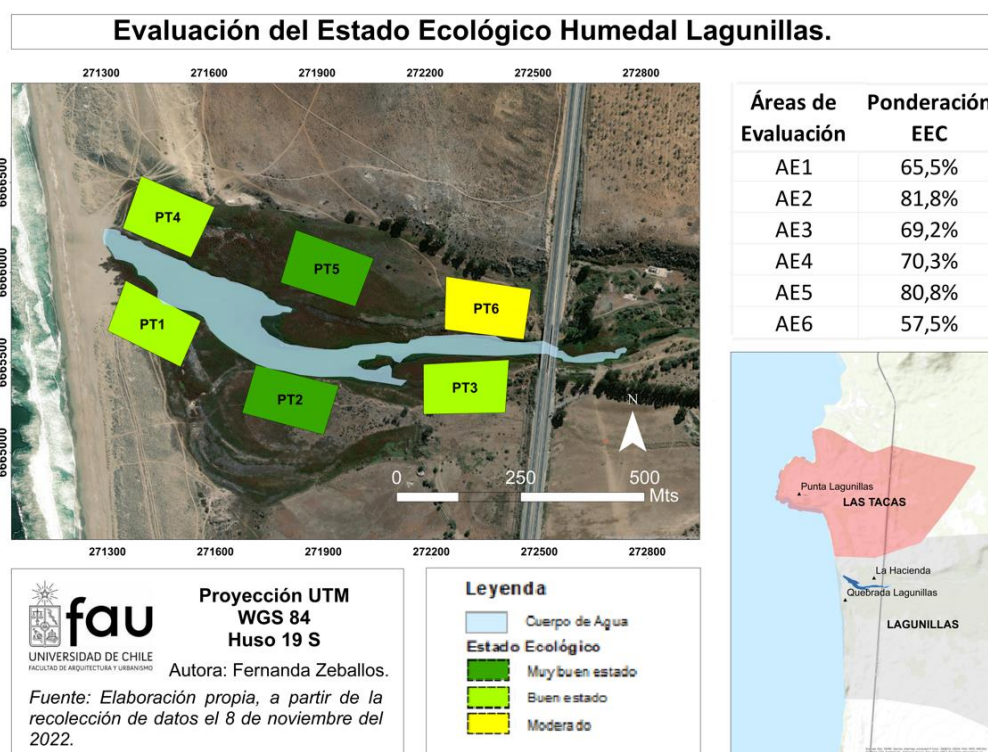
*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

En cuanto al análisis del estado ecológico interpretado para cada área de evaluación, se puede observar que las AE1, AE4 y AE6 poseen una ponderación del estado ecológico moderado para el atributo de Estructura física, teniendo el peor puntaje el AE1 con un 46,7% (*Ver Gráfico 4*). A su vez el AE6, posee una ponderación del estado ecológico moderado para el atributo de Vegetación, con un 55,7%, siendo el AE con peor condición con respecto a las demás áreas evaluadas. Este punto en particular posee muchos factores estresores, además de estar en cercanía con la carretera de alta

velocidad, residuos sólidos y con una mayor proporción de especies invasoras de tipo leñosa, significando en un gran impacto para la vegetación del área.

Por otra parte, las áreas mejor evaluadas son las AE2, con un valor del estado ecológico para el atributo de Estructura física con un muy buen estado ecológico y las áreas de evaluación AE1, AE2, AE4 y AE5 para el atributo de Vegetación con un muy buen estado ecológico (*Ver Gráfico 4*). El AE2 es la AE5 con mejor evaluación, en general, presenta buena estructura de amortiguación, con una amplia cobertura vegetal y de variada diversidad, además posee poca presencia de estresores dado que, posee un limitado acceso para la visitación humana, predominando la condición nativa del origen de la vegetación. Además, este sector se observa muy visitado como fuente de alimentación de garzas y taguas, siendo el sector preferente de diversas aves que visitan el humedal Lagunillas (*Ver Figura 19*).

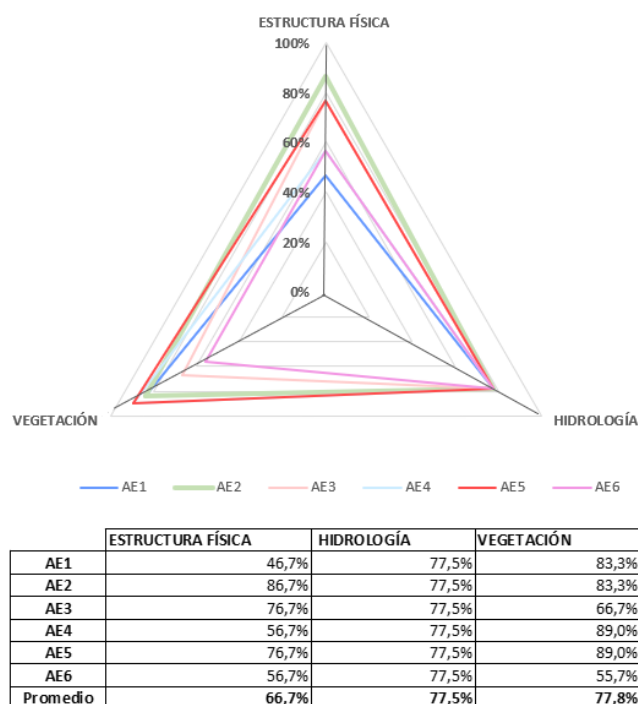
*Figura 20: Resultados de la Evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas*



*Fuente: Elaboración propia, 2023.*

Por último, el atributo de Hidrología presenta un buen estado ecológico para todas las áreas de evaluación, que se evidencia en la condición saludable del espejo de agua del humedal Lagunillas, esto se percibe en la gran cantidad de fauna que alberga (insectos, aves, peces y anfibios), siendo un humedal de importancia para la biodiversidad de la zona.

Gráfico 4: Evaluación rápida del estado ecológico por Áreas de Evaluación en el humedal Lagunillas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

## CAPÍTULO V: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 5.1 Discusiones

En base a los resultados obtenidos, es posible afirmar que, la Guía rápida de Evaluación del Estado Ecológico en humedales propuesta por Olivares (2019) aplicada en esta memoria, es una buena opción para conocer el estado ecológico del humedal Lagunillas. Un aspecto interesante es que fue una buena herramienta para poder identificar y evaluar las perturbaciones, generar un indicador que permita hacer un seguimiento para la disminución de estas. Esta guía ha sido aplicada en la evaluación del estado ecológico y avifauna acuática de 3 humedales en la comuna de Pichilemu (Olivares, 2019) y en la evaluación de las condiciones ecosistémicas de los humedales urbanos en Quilicura (Llanos, 2022).

En el primer estudio mencionado, de los 3 humedales de Pichilemu estudiados por Olivares (2019), los humedales Petrel y Ancho presentan buen estado ecológico mientras que el humedal Bajel obtiene un estado moderado (Olivares, 2019). En segundo lugar, con respecto a su aplicación en los humedales urbanos de Quilicura se obtuvo un buen estado para el humedal de Batuco, moderado para humedal Kula Kura y mal estado para el humedal de Puente Negro (Llanos, 2022). Por último, tras su aplicación en la presente investigación en el Humedal Lagunillas se concluye que presenta un buen estado ecológico, de manera similar a otros evaluados.

Dentro de las principales amenazas presentes en estos dos estudios destacan, perturbaciones antrópicas propias de las cercanías al núcleo urbano como: empresas sanitarias, remoción de vegetación para la construcción de viviendas residenciales y rellenos de humedal para la construcción de estas mismas (Olivares, 2019; Llanos, 2022). Algo diferentes son las amenazas en el humedal Lagunillas ya que se asocian a residuos y escombros, codominio de especies vegetacionales introducidas en algunas áreas de evaluación, tránsito de vehículos motorizados, pastoreo, presencia de perros, entre otros.

Como se puede vislumbrar, la metodología propuesta en la Guía de Evaluación rápida del estado ecológico en humedales es bastante buena para el análisis del estado de salud en humedales y sus áreas de evaluación, entregando información valiosa con respecto a la condición de la estructura, hidrología y vegetación en los humedales, siendo relevante para medidas de conservación, restauración y estrategias para la disminución de las perturbaciones antrópicas existentes. Sumado a ello, se propuso en esta investigación analizar los cambios estacionales de la biodiversidad, lo que permitió conocer el grado de impacto de estas amenazas sobre el humedal Lagunillas, siendo urgente su consideración para conservación legal.

En este sentido, a partir de los resultados obtenidos, se pudo evidenciar una disminución del -45,5% de la abundancia registrada en la zona de Playa para la época de primavera, en el registro de Pilpilenes (*Haematopus palliatus*), ave residente que nidifica en las costas en Chile, generalmente en dunas de playas cercanos a sitios con piedrecillas o conchuelas, que se encuentra actualmente en estado Casi Amenazado (NT), según RCE DS 16 /2020 (RCE, 2019a), reflejándose una disminución en al menos un -78% de lo observado en otoño.

Esto podría tener relación con las amenazas existentes sobre las costas chilenas y aves playeras que las habitan, las cuales son similares a las ocurridas en otros humedales costeros a lo largo de Chile. En ejemplo, en la desembocadura del río Maipo donde Oliveros et al. (2021), plantea que la amenaza a esta especie se relaciona con la presencia de ganado y perros callejeros, además de la alta intensidad de la actividad humana y residuos sólidos sobre su hábitat. En lugares como la desembocadura del Río Elqui, el problema radicaría en la sobrevivencia de huevos y polluelos de Pilpilén, los cuales son cazados por perros y en dónde misma situación se repetiría al sur de Mantagua, en la Playa de Ritoque (Macaroni, 2022).

Otras amenazas, consideran el exceso de visitas, como es la situación ocurrida en la marisma de la Isla Rocuant, debido a la llegada de motos, autos y jeeps, los cuales se desplazan sobre la orilla de playa aplastando muchas veces huevos e individuos de pilpilenes, teniéndose registro de muertes de esta especie por aplastamiento (Macaroni, 2022). Asimismo, en la visita a terreno se constata dentro de la bahía de Guanaqueros, en el sector de la duna de Morillos, una mayor presencia de 4x4 y perros callejeros en la playa, lo que ha generado, en efecto, una disminución en la presencia de esta especie, agudizándose más en los meses de verano, de los cuales se prevé que es debido a las variables anteriormente mencionadas sobre su hábitat.



*Imagen 11: Polluelos y huevos de Pilpilén (*Haematopus palliatus*), expuestos a atropellos por tránsito de vehículos y depredación por perros en terreno de playa. Fuente: Ladera Sur, s/f.*

Por otro lado, para la vegetación se constató como amenaza la incidencia y predominancia de especies introducidas, las cuales en la variación de los cambios estacionales fueron aumentando en los registros de primavera afectando considerablemente sobre la diversidad nativa de tipo herbácea estudiada. Esta situación, se hace presente según el MMA-ONU Medio Ambiente (2021), dado los cambios estacionales vislumbrados en las aguas superficiales, lo que ha favorecido el establecimiento y estabilización de especies invasoras, las cuales también se propagan a partir del ropaje de visitantes, animales o vehículos en estos ecosistemas, lo que en consecuencia, disminuyen la capacidad de adaptación de las especies nativas que ahí se desarrollan, que están acostumbradas a los ciclos de inundación natural.

En constancia de esta situación, Zuleta & Contreras (2019), mencionan que los humedales costeros de la Región de Coquimbo contienen un gran número de especies introducidas registradas, lo que ha sugerido un deterioro constante de la comunidad vegetal, apreciándose a especies como Alfilerillo (*Erodium cicutarium*) y Triguillo (*Schismus arabicus*), siendo reflejo del régimen de perturbación antrópica. A su vez, especies como Hierba del rocío (*Mesembryanthemum crystallinum*) y *Ambrosia chamissonis* están en al menos 13 de los 17 humedales costeros de la Región.

En este sentido, el Plan Regular Comunal (PRC) de Coquimbo (2019), alude que en los humedales de la región se encuentran ecosistemas del matorral costero, donde viven especies con grandes problemas de conservación, y por lo tanto constituyen condicionantes para limitar el desarrollo urbano en las zonas costeras. Por lo que, en este plan se proponen usos de suelo que sean más adecuados para “controlar el deterioro” en estas formaciones, sin embargo, se proponen usos como zonas de área verde, equipamientos recreativos e intensidades habitacionales de baja densidad como lo son las parcelaciones de agrado, debido a que este instrumento no forma parte de un instrumento de protección en si, por ende, limita, pero no restringe.

A su vez, el PRC reconoce como estos usos de suelo generan un impacto sobre la fauna del sector, definiendo que el humedal Lagunillas es una zona con alto endemismo, riqueza y diversidad de especies, donde existe una alta carga de turistas en época estival, caza y crecimiento inmobiliario en

el sector. Por ende, los actuales usos de suelos, definidos en el PRC de Coquimbo, comprometen impactos de gran relevancia para la restauración y /o preservación de este humedal y en otros humedales en la región de Coquimbo (I. Municipalidad de Coquimbo, 2019)

Algunas de las medidas que se han adoptado para la disminución de amenazas sobre las aves playeras, son algunos convenios internacionales, como el proyecto “Red de Soluciones costeras para la ruta migratoria del Pacífico”, coaliciones entre ONG internacionales, organizaciones locales, distintas mesas de trabajo, en alianzas de secretarías regionales y distintas gobernanzas locales, dependiendo del territorio a proteger para la disminución de amenazas sobre esta especie, que se enfocan principalmente, en amenizar las amenazas sobre el hábitat del Pilpilén, a partir de, ciencia ciudadana, planes de gestión, cercos perimetrales temporales, jaulas anti depredación, instalación de señaléticas informativas, entre otras medidas (Parque Humedal Río Maipo, s/f; Luna, 2022).

En el contexto de la Región de Coquimbo, se han levantado campañas como “Salvemos el Pilpilén”, organizado por el MMA, ONU Medio Ambiente y GEF Humedales, en el marco de la “Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile, Hotspot de la biodiversidad, a través del manejo adaptativo de los ecosistemas de borde costero” que consiste en la demarcación de sitios de nidificación, a través de diferentes acciones de difusión y sensibilización sobre el Pilpilén, tras ser considerado especie símbolo del ecosistema dunario de la región (GEF Humedales Costeros, 2021).

Por último, otras acciones se basan en sitios de protección con posibles o confirmados lugares de nidificación, a su vez, existen normativas como orden ministerial n°2 de 1998 de “prohibiciones de ingreso y tránsito de vehículos sobre terreno de playa, dunas costeras y bienes nacionales”, que administra el Ministerio de Defensa y la normativa de Ley de Caza por DS N°5/1998, permitiendo tener cierta fiscalización y monitoreo para la conservación de esta especie (RCE, 2019).

En relación a los mecanismos de protección sobre la vegetación, se creó la “Guía de Buenas Prácticas ambientales en humedales costeros de Chile” (MMA-ONU Medio Ambiente, 2021), con la finalidad de, prevenir las perturbaciones de los hábitats y especies vegetacionales, para ello, se proponen recomendaciones para la prevención de introducción de especies invasoras, como la minimización de suelos desnudos, la no utilización de estas especies en diseño de paisajismo, monitoreo de los impactos ambientales de estas sobre el medio, entre otras. En ejemplo de ello, en el Plan de Conservación de Humedal de Batuco (2018-2023), se busca la identificación de los tamaños de población de las especies invasoras, para evaluar la viabilidad de la disminución de estas en el mediano y largo plazo.

También en estrategias en torno a humedales del SNASPE, del “Programa Nacional para la conservación de humedales insertos en el SNASPE”, dentro del convenio de eficiencia institucional, CONAF (2010) focaliza la realización de investigaciones en los aspectos biológicos, actividades en torno a educación ambiental, restricciones de uso público según sea el caso, tratamiento sobre presiones humanas que depredan la flora, entre otros.

En esta misma línea, durante la realización de esta investigación, en las salidas a terreno, se constató algunas de las perturbaciones anteriormente tratadas en la biodiversidad, de la cual no se evidenció fiscalización, a pesar de que la normativa chilena no permite el ingreso de vehículos motorizados en

playas, existe poco control en cuanto a la normativa ambiental en Chile, puesto que no se da seguimiento. A su vez, según la OCDE (2005), esto se cree dada la falta de financiamiento y destinación de personal que se dedique a dicha labor, siendo este muy reducido y cuya financiación se ha estancado los últimos años, siendo la inversión muy escasa.

En este sentido, Bergamini et al. (2017) expone que, el problema de la fiscalización ambiental en Chile radica en las falencias que presenta, puesto que no existe órgano de inspección ambiental, se carece de una definición adecuada o estándares para la fiscalización, con énfasis en la sanción y fiscalización en terreno, siendo la actividad sancionadora altamente ineficiente, esta también se da de manera voluntaria a partir de la ciudadanía, ya que no existen lineamientos ni estrategia a nivel nacional, dándose de manera fragmentada y sin procedimientos conocidos, por lo que el personal fiscalizador tampoco poseen las competencias, siendo muchas veces procedimientos reactivos no preventivos.

En síntesis, se ha expuesto en este capítulo los principales aportes sobre la aplicación de evaluaciones del estado ecológico para el reconocimiento de la condición de nuestros humedales y, por ende, la importancia de la disponibilidad de datos para la adopción de medidas oportunas tras los impactos y amenazas anteriormente expuestas en estos ecosistemas. Es de ello, relevante exponer que humedal Lagunillas es un ecosistema acuático de gran importancia, según lo señalado por la I. Municipalidad de Coquimbo (2017), menciona que este humedal forma parte de una extensa y compleja red de humedales costeros que albergan una alta biodiversidad de flora y fauna. Su valor individual se incrementa al encontrarse dentro de la cadena de sitios de la región semiárida, la cual se encuentra altamente desertificada, siendo sitios valiosos y altamente escasos en Chile.

A su vez, la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH, 2005), destaca la importancia del humedal Lagunillas y de otros humedales costeros como parte del patrimonio cultural de la región. Estos humedales poseen registros arcaicos de los vínculos históricos de la sociedad con estos cuerpos de agua, representando un sustento vital para las comunidades de cazadores-recolectores-pescadores de la cultura de El Molle y Diaguitas, quienes han desarrollado a lo largo del tiempo, distintas estructuras y prácticas ancestrales relacionadas con el uso de la tierra y la zona costera. Estas conexiones, se han visto expresadas en canciones, narrativas y danzas que reflejan el profundo respeto y estima que estas poblaciones han tenido hacia los humedales.

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos anteriormente, es evidente las valiosas y características únicas del humedal Lagunillas, con respecto a sus variables biológicas, culturales e hidrológicas para la conservación medioambiental de este humedal para el sector y la región. Es de ello, que actualmente la fundación Proyecto Adelaida, que se emplaza en el sector y trabaja arduamente para su conservación y protección, está trabajando en conjunto con la Municipalidad de Coquimbo para la postulación y aprobación de este humedal en la declaratoria de humedal urbano, por lo cual, en base a los datos y resultados generados en esta memoria, servirán como antecedentes para la futura declaratoria para la proposición de este humedal como Humedal Urbano.

## 5.2 Conclusiones

La presente memoria permitió la evaluación del estado ecológico del humedal Lagunillas, con respecto a las variables de estructura, hidrología y vegetación, incorporándose a la evaluación las perturbaciones antrópicas. Sumado a ello, se realiza un análisis de los cambios estacionales de la biodiversidad, evaluando los cambios transcurridos entre la época de otoño y primavera de la avifauna y vegetación registrada, en base a la abundancia, riqueza y dominancia de especies.

Se concluye que el humedal Lagunillas exhibe un buen estado ecológico, lo cual se refleja en las observaciones de una riqueza de más de 50 especies de aves con un registro total de 3390 individuos, exhibiendo un aumento del número y abundancia de aves registradas para la época de primavera. Pese a esto, se aprecia una disminución de las aves playeras en primavera, dándose la mayor variación en la especie Pelicano de Humboldt (*Pelecanus Thagus*) con una disminución del 90% de sus individuos, Pilpilén común (*Haematopus palliatus*) con un 78% de sus individuos y Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) en un 70% de sus individuos registrados.

A su vez, existe un aumento de especies registradas en el espejo de agua del humedal Lagunillas, como sitio de descanso y reproducción, siendo mucho más evidente en la época estival con la llegada de las aves migratorias a las costas de Chile, tales como Gaviota de Franklin y Andina, Zarapitos, Playero de Baird, Rayadores, Piquero de Humboldt y Gaviotín elegante, entre otros.

Para el análisis de la vegetación, se obtiene una riqueza de 53 especies con un registro de 680 individuos, habiendo un aumento del número y abundancia de especies leñosas y herbáceas para la época de primavera, expresado en el desarrollo y aparición de flores y arbustos típicos del Desierto Florido, del cual se reconoce una mayor riqueza de herbáceas en el sector dunar y zona proximal del espejo de agua, como también un reverdecimiento de los sectores distales del humedal en la zona de quebrada.

Sin embargo, existen algunas consideraciones preocupantes como lo son la presencia de perturbaciones antrópicas en el humedal Lagunillas, las cuales han impactado en diversas maneras, siendo las más destacadas el tránsito de vehículos motorizados por el sector de duna y terreno de playa, presencia de perros callejeros, siendo amenazas de gran intensidad sobre el hábitat de aves playeras. Por otro lado, existe otras amenazas presentes que han afectado en menor intensidad como el pastoreo de caballos, escombros y aumento de la proporción de especies vegetacionales introducidas, de las cuales han afectado en mayor proporción en las zonas distales/límites del espejo de agua y sobre la vegetación del humedal Lagunillas.

Un ejemplo de ello se vio expresado en los análisis del estado ecológico, donde el atributo de estructura física fue el más afectado por las perturbaciones anteriormente mencionadas. Así, los sectores más afectados son las AE1 y AE4 que se encuentran aledañas al sector de playa, y AE6 cercana a la zona distal del espejo de agua con un estado moderado, afectado principalmente por los escombros arrojados en este sector debajo de la carretera de alta velocidad que cruza al humedal.

En el atributo de vegetación, el sector más afectado es la AE6, con un estado moderado, destacándose la perturbación por especies vegetacionales introducidas y escombros en esta área de evaluación. Por



último, el atributo de hidrología para las áreas de evaluación analizadas presenta un buen estado ecológico, esto dado a que el cuerpo de agua presenta gran área buffer y zona de amortiguación vegetal, generando una mayor presión sobre el atributo de vegetación, solo viéndose afectado indirectamente por la presencia de escombros en las áreas distales del cuerpo de agua.

En síntesis, este estudio ofrece un análisis global de la biodiversidad y del estado ecológico del humedal Lagunillas y su entorno. Asimismo, las metodologías expuestas para llevar a cabo esta investigación resultan ser de gran utilidad y de fácil aplicación, entregando información valiosa e integral acerca del estado ecológico de los humedales, además de ser un método de bajo costo.

Por ende, se destaca la importancia de realizar monitoreos de manera constante para el reconocimiento del estado ecológico de los humedales, que permitan contrastar datos en las diferentes estaciones del año, y a lo largo de los años para establecer medidas de conservación y restauración adecuadas.

Esta es la primavera vez que se evalúa el estado ecológico de este humedal, y los datos provistos en este estudio entregan insumos valiosos acerca del estado de la biodiversidad e integridad de los componentes ecológicos del humedal Lagunillas, de utilidad para el diseño de planes y programas de conservación por parte de diferentes organizaciones socioambientales e instituciones públicas y privadas.

## 6. Bibliografía

Arroyo, M.; Donoso, C.; Murua, R.; Pisano, E.; Schlatter, R. & Serey, I., (1996) Toward an Ecologically Sustainable Forestry Project. Concepts, Analysis and Recommendations. Protecting Biodiversity and Ecosystem Processes in the Río Cónдор Project. Tierra del Fuego. Departamento de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile. 253 págs.

Bardi, F.; Bonelli, S.; Ibáñez, M.; Ramírez, M. & Reichle, S. (2019). Plan de conservación humedal Batuco (2018-2023). Recuperado de: [https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Humedal\\_batuco\\_1020\\_V4\\_LowRes.pdf](https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Humedal_batuco_1020_V4_LowRes.pdf)

Bergamin, K.; Irrazabal, R.; Monckerberg, JC. & Pérez, C. (2017). Principales problemas ambientales en Chile: desafíos y propuestas. Centro de Políticas Públicas UC. Recuperado de: [https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2017/07/N%C2%BA95\\_Principales-problemas-ambientales-en-Chile.pdf](https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2017/07/N%C2%BA95_Principales-problemas-ambientales-en-Chile.pdf)

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), (1981). Decreto 771: Promulga la convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas, suscrito en Irán el 2 de febrero de 1971. Ministerio de Relaciones Exteriores. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=15511>

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), (2017). Humedales: Definiciones, funciones y amenazas. Recuperado de: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=111594&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), (2020). Ley 21.202: Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Ministerio de Medio Ambiente. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461>

California Wetland Monitoring Workgroup (CWMW), (2013). California Rapid Assessment Method for Wetlands (CRAM) v6.1. Recuperado de: [https://www.cramwetlands.org/sites/default/files/May2013\\_CRAM%20Field%20Book%20BBE\\_v61.pdf](https://www.cramwetlands.org/sites/default/files/May2013_CRAM%20Field%20Book%20BBE_v61.pdf)

Caviedes, B., (1999). Manual de métodos y procedimientos estadísticos. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 67 págs.

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), (2022). CEAZA informa sobre sistema frontal que llegará a la Región de Coquimbo durante esta semana. Recuperado de: <http://www.ceaza.cl/2022/07/12/ceaza-informa-sistema-frontal-llegara-la-region-coquimbo-esta-semana/>

Collins, J.; Stein, M.; Sutula, R.; Clark, A.; Fetscher, L.; Grenier, C.; Grosso, & Wiskind, A. (2007). California Rapid Assessment Method (CRAM) for Wetlands, v. 5.0.1. 151 pp.

Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH), (2005). Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. 136 págs.

Couve, E.; Vidal, C. & Ruiz, J. (2016). Aves de Chile: sus islas oceánicas y Península Antártica. FS Editorial

CIREN, (2012). Estado actual de los suelos de la Región de Coquimbo uso y degradación: Propuesta de Implementación, capacitación y actualización de sistemas de información comunal para la toma de decisiones (SIG) en la Región de Coquimbo. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29041>

CONAF, (2016). Casi 7 millones de chilenos afectados por la desertificación. Recuperado de: <https://www.conaf.cl/casi-7-millones-de-chilenos-afectados-por-la-desertificacion/>

CONAF & ENCCRV (2016). Programa de Acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía: PANCD-Chile 2016-2030. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/2033/PC17613.pdf?sequence=1>

Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), (2006). Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Recuperado de: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/03/ecotipos-V2-102007.pdf>

Convención Ramsar, (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas: Compilación de Tratados de las Naciones Unidas N° 14583.

Convención Ramsar, (2018). Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Gland (Suiza). Secretaría de la Convención de Ramsar. Recuperado de: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_s.pdf)

Corporación Nacional Forestal (CONAF), (2010). “Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado”. Recuperado de: [https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1369258173CEIHUMEDALES.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1369258173CEIHUMEDALES.pdf)

Corrochano, A. (2007). El Estado Ecológico de las Aguas Superficiales: Un nuevo enfoque en la Gestión del Agua.

Cruz, A. (2022). Desierto Florido 2022: Miniguía para que sepas cómo reconocerlo. Recuperado de: <https://www.blog.recorrido.cl/destinos/desierto-florido-2022-guia-como-conocerlo/>

De la Maza, M & Bonacic, C. (2013). 3. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 202 págs. Recuperado de: <https://agronomia.uc.cl/159-manual-para-el-monitoreo-de-fauna-silvestre-en-chile/file>

De la Vega, F. (2020). Día Mundial de la lucha contra la desertificación y la sequía: Expertos de la U. de Chile alertan sobre los riesgos de la desertificación en el país. Universidad de Chile. Recuperado de: <https://www.uchile.cl/noticias/164396/academicos-u-de-chile-alertan-sobre-riesgos-de-la-desertificacion>

Departamento General de Irrigación, (2016). Bienes y servicios que brindan los ecosistemas de humedales. Recuperado de: [https://aquabook.irrigacion.gov.ar/443\\_0](https://aquabook.irrigacion.gov.ar/443_0)

Di Castri, F., Hajek, E. (1976). Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.

Di Minin, E.; Correia, R. & Toivonen, T., (2022). Quantitative conservation geography. Trends in Ecology and Evolution, Volumen 37, n° 1, págs. 42-52. Recuperado de: [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347\(21\)00227-5?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0169534721002275%3Fshowall%3Dtrue#relatedArticles](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347(21)00227-5?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0169534721002275%3Fshowall%3Dtrue#relatedArticles).

Directiva Marco del Agua (DMA), (2000). Anexo V 1.2. Recuperado de: [https://lexpacency.es/eu/32000L0060/ANX\\_V/](https://lexpacency.es/eu/32000L0060/ANX_V/)

Errázuriz, M. (2019). Desertificación en Chile: el desafío de proteger la productividad de las tierras. Ladera Sur. Recuperado de: <https://laderasur.com/articulo/desertificacion-en-chile-el-desafio-de-proteger-la-productividad-de-las-tierras/>

Faúndez L., Faúndez A., Flores R. & Bobadilla P. 2017. Guía de Reconocimiento Especies Dominantes de la Vegetación Región de Coquimbo. CONAF-BIOTA- GEF/SIMEF. Santiago, Chile. 252 p

Fennessy, M.; JACOBS, A. & KENTULA, M. (2004). Review of Rapid Methods for Assessing Wetland Condition. EPA/620/R-04/009. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Fennessy, S. & Jacobs, A. & Kentula, M. (2007). An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/225664104\\_An\\_evaluation\\_of\\_rapid\\_methods\\_for\\_assessing\\_the\\_ecological\\_condition\\_of\\_wetlands](https://www.researchgate.net/publication/225664104_An_evaluation_of_rapid_methods_for_assessing_the_ecological_condition_of_wetlands)

GEF Humedales Costeros, (2021). Campaña salvemos al Pilpilén. Recuperado de: <https://gefhumedales.mma.gob.cl/seminario-aves-playeras-de-la-bahia-de-coquimbo/>

Gelambi, M. (2018). ¿Qué es el índice de Shannon y para qué sirve? Lifeder. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>

Green, A. & Figueroa, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. ISBN 84-8108-276-7, págs. 47-60. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2244831>

Gobierno Regional Región de Coquimbo (GORE), (2015). Coquimbo. Recuperado de: <https://www.gorecoquimbo.cl/coquimbo/gorecoquimbo/2015-05-08/161013.html#:~:text=Coquimbo%20es%20una%20ciudad%2Dpuerto,vecina%20ciudad%20de%20La%20Serena.>

Hernández, J. (2000). Manual de Métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y la vegetación. Recuperado de: <https://www.gep.uchile.cl/Publicaciones/Manual%20de%20M%C3%A9todos%20y%20Criterios%20para%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20y%20Monitoreo%20de%20la%20Flora%20y%20la%20Vegetaci%C3%B3n.pdf>

Hoffman, A. (2012). Flora silvestre de Chile, Zona central. Fundación Claudio Gay. Santiago: Quinta edición.

Ilustre Municipalidad de Coquimbo, (2017). Resumen Ejecutivo: Estudio línea base humedal y parque El Culebrón, Coquimbo. Recuperado de: [http://cienciaciudadana.ceaza.cl/images/documentos/Linea\\_Base\\_Mankuk\\_2017.pdf](http://cienciaciudadana.ceaza.cl/images/documentos/Linea_Base_Mankuk_2017.pdf).

Ilustre Municipalidad de Coquimbo, (2019). Memoria explicativa: Actualización Plan Regulador Comunal de Coquimbo. Recuperado de: [https://www.municoquimbo.cl/images/estructura/Plano%20Regulador%20Secplan/1\\_Memoria%20Explicativa\\_Junio\\_2019.pdf](https://www.municoquimbo.cl/images/estructura/Plano%20Regulador%20Secplan/1_Memoria%20Explicativa_Junio_2019.pdf)

Kirwan, K. & Megonigal (2013). Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. Revista Nature, Págs. 53-60. Recuperado de: <https://www.nature.com/articles/nature12856>

Lasso, C.; Gutiérrez, F. & Morales- Betancourt, D., (2014). Criterios biológicos y ecológicos: aportes para la identificación, caracterización y delimitación de los humedales interiores de Colombia. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9590/2112%20Criterios%20biol%C3%B3gicos%20y%20ecol%C3%B3gicos%20aportes%20para%20la%20identificaci%C3%B3n%20C%20caracterizaci%C3%B3n%20y%20delimitaci%C3%B3n%20de%20los%20humedales%20interior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Londoño, J. (2012). Discusiones sobre la presencia de aves rapaces, aves migratorias y aves bajo algún grado de amenaza en la ciudad de Pereira, Risaralda. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a10.pdf>

Luna, D. (2022). Chile: Se Activa Mesa Local para Resguardar la Reproducción del Pilpilén. Recuperado de: <https://whsrn.org/es/chile-se-activa-mesa-local-para-resguardar-la-reproduccion-del-pilpilén/>

Llanos, J. (2022). Evaluación de condiciones ecosistémicas de los humedales urbanos en Quilicura-Lampa ante el cambio climático y la influencia antrópica durante el periodo 1985-2020. Memoria para optar al título de geógrafo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/189951/evaluacion-de-condiciones-ecosistemicas-de-los-humedales-urbanos-en-Quilicura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Macaroni, G. (2022). “Hemos visto polluelos atropellados”: los invasores que arrasan con los retoños del Pilpilén común en las playas. Recuperado de: <https://www.lacuarta.com/icarito/noticia/hemos-visto-polluelos-atropellados-los-invasores-que-arrasan-con-los-retonos-del-pilpilén-comun-en-las-playas/335KMKDULNGI3NJHUB6XWZMH24/>

Mack, J. (2001) Ohio Rapid Assessment Method for Wetlands, Manual for Using Version 5.0. Ohio EPA Technical Bulletin Wetland/2001-1-1. Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, 401 Wetland Ecology Unit, Columbus, Ohio

Manzanilla, G.; Mata, J.; Treviño, E.; Aguirre, O.; Rodríguez, E. & Yerena, J. (2020). Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo León. Recuperado de: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/703/2294#info>

Marquet, P.; Valladares, F.; Magro, S.; Gaxiola, A. & Enrich-Prast, A. (2019). Cambio global: Una mirada desde Iberoamérica, Capítulo 5: Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias para la humanidad, págs. 89-110.

Marquet, P; Fernández, M.; Pliscoff, P.; Smith-Ramírez, C.; Arellano, E.; Armesto, J.; Bustamante, R.; Camus, P.; Durán, A.; Echeverría, C.; Fuentes-Castillo, T; Gaxiola, A.; Gaymer, C.; Gelcich, S.; Huckle-Gaete, R.; Manushevich, D.; Martínez-Harms, M.; Naretto, J.; Quirici, V.; Ramírez de Arellano, P. (...) & Tironi, M. (2019). Áreas protegidas y restauración en el contexto del cambio climático en Chile. Informe de la mesa Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP 25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Recuperado de:

[https://cdn.digital.gob.cl/filer\\_public/c7/35/c7357618-2efa-4625-858f-01690b6b33f2/10biodiversidad-restauracion-marquet.pdf](https://cdn.digital.gob.cl/filer_public/c7/35/c7357618-2efa-4625-858f-01690b6b33f2/10biodiversidad-restauracion-marquet.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2014). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile, 140 pp. Recuperado de: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/Libro\\_Convenio\\_sobre\\_diversidad\\_Biologica.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/Libro_Convenio_sobre_diversidad_Biologica.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2018) (a). Estrategia Nacional de Biodiversidad: 2017-2030. Recuperado de: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia\\_Nac\\_Biodiv\\_2017\\_30.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2018) (b). Plan Nacional de Protección de humedales 2018-2022. Recuperado de: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan\\_humedales\\_Baja\\_confrase\\_VERSION-DEFINITIVA.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf)

MMA – ONU Medio Ambiente, (2021). Guía de buenas prácticas ambientales en Humedales Costeros de Chile. Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 104 p. Recuperado de: <https://estrategia-aves.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/03/MMA-ONU-2021-Guia-de-buenas-practicas-ambientales-humedales-costeros.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA), (2022). Curso Diagnóstico y Reparación de Humedales Costeros. Academia de formación ambiental Adriana Hoffman.

Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico (Miteco), (s/f). Estado ecológico. Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/concepto-estado/Estado-Ecologico.aspx>

Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico (Miteco), (2021). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Recuperado de: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas\\_tcm30-514230.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas_tcm30-514230.pdf)

Myers, N. Mittermeier, R.; Mittermeier, C.; Da Fonseca, G. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Revista Nature* 403: págs. 853-858.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp. Recuperado de: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Moreno, J., Galante, E., Ramos, M.A., Araujo, R., Baxeiras, J., Carranza, J., Daufresne, M., Delibes, M., Enghoff, H., Fernández, J., Gómez, C., Marco, A., Nicieza, A.G., Nogales, M., Papes, M., Roura, N., Sanz, J.J., Sarto i Monteys, V., Seco, V., Soriano, O., Stefanescu, C. (2005). Impactos sobre la biodiversidad animal. En *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*, ISBN:84–8320–303–0, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM), pp. 249–302.

Recuperado de: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/06\\_biodiversidad\\_animal\\_2\\_tcm30-178497.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/06_biodiversidad_animal_2_tcm30-178497.pdf)

Noss, R. (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: pags.355-364.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), (2005). Evaluaciones del desempeño ambiental. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1288/1/S0500003\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1288/1/S0500003_es.pdf)

Office of Technological Assessment (OTA), (1987). Technologies to maintain biological diversity. OTA-F-300. US Government Printing Office, Washington DC

Olivares, P. (2019). Evaluación del estado ecológico y avifauna acuática de tres humedales en la comuna de Pichilemu, región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Memoria para optar al título de geógrafo. Universidad de Chile, págs. 1-115. Recuperado de: [https://humelab.uchilefau.cl/wp-content/uploads/2019/11/Memoria\\_Olivares-min.pdf](https://humelab.uchilefau.cl/wp-content/uploads/2019/11/Memoria_Olivares-min.pdf)

Oliveros, A.; Malhue, P. & Pinochet, M. (2021). Amenazas del Pilpilén en la desembocadura del Río Maipo en la provincia de San Antonio, Chile. *Brotos científicos, revista de investigaciones escolares*, vol. 5. n°1, 32-42 págs. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/355492771>

Parque Humedal Río Maipo, (s/f). Programa Conservación. Recuperado de: <https://humedalriomaipo.cl/programas/programa-conservacion/#:~:text=Las%20principales%20acciones%20a%20realizar,del%20cerco%20de%20nificaci%C3%B3n%202022.>

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31 (8), 583-590. Recuperado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&tlng=es).

Plataforma Costera, (2020). Conservación del humedal Lagunillas. Recuperado de: <https://www.plataformacostera.org/proyectos/conservacion-del-humedal-lagunillas/>

Pringle, C. (2003). What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important? Recuperado de: <https://pringlelab.ecology.uga.edu/wp-content/uploads/2013/12/Pringle-2003-Hydrological-Processes.pdf>

Proyecto Adelaida, (2021). Lagunillas humedal. Recuperado de: [proyectoadelaida.org/lagunilla-humedal/](http://proyectoadelaida.org/lagunilla-humedal/)

Ramírez, C.; San Martín, C. & Rubilar, H. (2002). Una propuesta para la clasificación de los humedales chilenos. *Revista Geográfica de Valparaíso (Chile)* 33: 265-273.

Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), (2019a). *Haematopus palliatus*. Recuperado de: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp->

content/uploads/2019/12/Thalasseus\_elegans\_anteriormente\_llamada\_Sterna\_elegans\_16RCE\_PAC.pdf

Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), (2019b). *Thalasseus elegans*. Recuperado de: [https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Thalasseus\\_elegans\\_anteriormente\\_llamada\\_Sterna\\_elegans\\_16RCE\\_PAC.pdf](https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Thalasseus_elegans_anteriormente_llamada_Sterna_elegans_16RCE_PAC.pdf)

Ruza, J. (2008). El concepto del estado ecológico: indicadores biológicos utilizados. Proceso de establecimiento de objetivos ambientales: Las condiciones de referencia y el ejercicio de intercalibración europea. Recuperado de: <https://docplayer.es/15155979-Jornada-sobre-estado-ecologico-y-gestion-del-agua.html>

Salazar, M.; Vallejo, F. & Salazar, F. (2019). Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia. Recuperado de: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/5744/5601#info>

Salinas, V., (2021). Sobre la protección de nuestros humedales: ¿se asegura con la reciente ley 21.202? Laboratorio de Ecosistemas Urbanos. Recuperado de: <https://www.ecosistemasurbanos.cl/post/sobre-la-protecci%C3%B3n-de-nuestros-humedales-se-asegura-con-la-reciente-ley-21-202#:~:text=La%20%C3%BAnica%20v%C3%ADa%20normativa%20es,de%20una%20flora%20y%20fauna>

Santibáñez, G.; Castillo, S. & Martínez, Y. (2015). Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del Valle de México. Recuperado de: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002015000200015](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002015000200015)

Secretaría de la Convención Ramsar, (2016). Introducción a la Convención sobre los humedales 2016. Recuperado de: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1\\_5ed\\_introductiontoconvention\\_s\\_final.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf)

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), (2004). Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Recuperado de: <https://biblioteca.sag.gob.cl/DataFiles/12-2.pdf>

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), (2006). Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), (2012). Manual para elaboración de Línea base componente fauna silvestre.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), (2023). Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile. Recuperado de: [https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2023/06/Guia-EVA-Humedales\\_2023.pdf](https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2023/06/Guia-EVA-Humedales_2023.pdf)



SurPlan, (2021). Informe etapa 2 diagnóstico y tendencias estudio actualización plan Regulador Intercomunal de la Provincia del Elqui. Recuperado de: [http://www.surplan.cl/participacion/PRI%20ELQUI/PRIELQ\\_INF\\_ET2\\_v2.pdf](http://www.surplan.cl/participacion/PRI%20ELQUI/PRIELQ_INF_ET2_v2.pdf)

Squeo, F. (2000). Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. CONAF. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32429>

Squeo, F.; Arancio, G.; Marticorena, C.; Muñoz, M. & Gutiérrez, J. (2001). Diversidad Vegetal de la IV Región de Coquimbo, Chile. Researchgate. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/267388597\\_Diversidad\\_Vegetal\\_de\\_la\\_IV\\_Region\\_de\\_Coquimbo\\_Chile/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/267388597_Diversidad_Vegetal_de_la_IV_Region_de_Coquimbo_Chile/citation/download)

Tabilo E.; Vargas S.; Casale J. & Chávez C. (2021). Identificación de Áreas Prioritarias de Restauración del Humedal Desembocadura del Río Elqui y sus Subcuencas Aportantes, Región De Coquimbo. Licitación No.2/2020 Coquimbo Proyecto GEF Humedales Costeros, ONU Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente

Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), (2020). Los humedales y la biodiversidad. Recuperado de: <https://www.iucn.org/es/news/america-del-sur/202001/los-humedales-y-la-biodiversidad#:~:text=Este%20a%C3%B1o%202020%20se%20reconoce,cr%C3%ADan%20o%20viven%20en%20ellos.>

USGS, (s/f). Propiedades del agua: pH. Recuperado de: <https://water.usgs.gov/gotita/phdiagram.html>

Vargas, O. (2011). Restauración ecológica, biodiversidad y conservación. Acta Biológica Colombiana. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028008017>

Vielma, A. (2015). Las aves como componentes de la identidad en un contexto de movilidad rural-urbana en la zona central de Chile. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/284164615\\_Las\\_aves\\_como\\_componentes\\_de\\_la\\_identidad\\_en\\_un\\_contexto\\_de\\_movilidad\\_rural\\_urbana\\_en\\_la\\_zona\\_central\\_de\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/284164615_Las_aves_como_componentes_de_la_identidad_en_un_contexto_de_movilidad_rural_urbana_en_la_zona_central_de_Chile)

Villareal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios para la biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia, 236 págs. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequen>.

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

## 7. Anexos

### Anexo 1: Plantilla para terreno

Lugar:			Fecha:	Condiciones climáticas (viento, sol, lluvia, temperatura, etc.):													
Comuna:			N° de observadores:														
			Comentarios:														
Nombre Común	Especie	Origen	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Abundancia por punto																	

## Anexo 2: Ficha de Terreno de evaluación rápida del estado ecológico en humedales

Ficha de Terreno de Evaluación rápida de Humedales	
Localidad:	Fecha
Humedal:	Evaluador
Superficie del Humedal (ha)	Puntaje de Evaluación
Área de Evaluación	
<b>ITEM 1: Área del humedal (máx. 9 pts)</b>	
Selecciona una clase de tamaño y asigna un puntaje	
<input type="checkbox"/>	20.2 ha (9 pts)
<input type="checkbox"/>	10.1 a 20.2 ha (7 pts)
<input type="checkbox"/>	4 a 10.1 ha (5pts)
<input type="checkbox"/>	1.2 a 4 ha (4 pts)
<input type="checkbox"/>	0.12 a 0.12 ha (2pto)
<input type="checkbox"/>	0.04 ha (1 pto)
<input type="checkbox"/>	<b>SubTotal Ptos</b>
<b>ITEM 2: Zonas de Amortiguación (máx 21 pts)</b>	
<b>2.1 Porcentaje de área de evaluación con zona de amortiguación</b>	
75-100% de AE con zona de amortiguación (7 pts)	
<input type="checkbox"/>	50-74% de AE con zona de amortiguación (4 pts)
<input type="checkbox"/>	25-49% de AE con zona de amortiguación (1 pto)
<input type="checkbox"/>	0-24% de AE con zona de amortiguación (0 pto)
<b>2.2 Calcular Ancho promedio de buffer de amortiguación</b>	
<input type="checkbox"/>	Amplio (7 pts)
<input type="checkbox"/>	Medio (4 pts)
<input type="checkbox"/>	Estrecho (1 pto)
<input type="checkbox"/>	Muy Estrecho (0 pts)
<b>2.3 Condición de la zona de amortiguación</b>	
<input type="checkbox"/>	Condición óptima (7 pts)
<input type="checkbox"/>	Condición buena (4 pts)
<input type="checkbox"/>	Condición media (1 pto)
<input type="checkbox"/>	Condición mala (0 pto)
<input type="checkbox"/>	<b>SubTotal Ptos</b>
<b>ITEM 3: Hidrología (máx. 40 pts)</b>	
<b>3.1 Fuentes de Agua. Marque todas las que apliquen</b>	
<input type="checkbox"/>	Aguas subterráneas de alto PH
<input type="checkbox"/>	Otras aguas subterráneas
<input type="checkbox"/>	Precipitación
<input type="checkbox"/>	Agua superficial estacional
<input type="checkbox"/>	Agua superficial perenne

<b>3.2 Conectividad</b>	
<input type="checkbox"/>	A) Sin mayor restricción de flujo de agua a zonas adyacentes (15 pts)
<input type="checkbox"/>	B) Restricciones medias al flujo de agua a zonas adyacentes (10 pts)
<input type="checkbox"/>	C) Grandes restricciones no naturales de flujo de agua a zonas adyacentes (5 pts)
<input type="checkbox"/>	D) Restricciones no naturales de flujo de agua a zonas adyacentes en prácticamente todo el humedal (0 pto)
<b>3.3 Hidroperiodo</b>	
<input type="checkbox"/>	Hidroperiodo con patrones de inundación y drenaje normales (15 pts)
<input type="checkbox"/>	Hidroperiodo con patrones de inundación de mayor magnitud o duración, y drenaje normales (10 pts)
<input type="checkbox"/>	1) Hidroperiodo con patrones de inundación normales, pero sujeto a patrones de drenaje más rápidos; 0
<input type="checkbox"/>	2) Hidroperiodo con patrones de inundación de magnitud o duración sustancialmente menor a lo que se espera en condiciones normales, pero sujeto a patrones de drenaje normales (5 pts)
<input type="checkbox"/>	Tanto inundación como drenaje se desvían de las condiciones naturales (aumentadas o disminuidas en magnitud y/o duración) (0 pts)
<input type="checkbox"/>	<b>SubTotal Ptos</b>
<b>ITEM 4: Estructura biótica (máx 30 pts)</b>	
<b>4.1 Comunidad Vegetacional</b>	
<b>A) Número de capas presentes</b>	
<input type="checkbox"/>	4-5 (15 pts)
<input type="checkbox"/>	3 (10 pts)
<input type="checkbox"/>	1-2 (5 pts)
<input type="checkbox"/>	0 (0 pts)
<b>B) Número de especies codominantes</b>	
<input type="checkbox"/>	12 (15 pts)
<input type="checkbox"/>	9-11 (10 pts)
<input type="checkbox"/>	6-7 (5 pts)
<input type="checkbox"/>	0-5 (0 pts)
<b>C) Porcentaje de invasión</b>	
<input type="checkbox"/>	0-15 % (15 pts)
<input type="checkbox"/>	16-30% (10 pts)
<input type="checkbox"/>	31-45% (5 pts)
<input type="checkbox"/>	46-100% (0 pts)
<b>4.2 Interspersión horizontal</b>	
<input type="checkbox"/>	Alta (15 pts)
<input type="checkbox"/>	Moderada (10 pts)
<input type="checkbox"/>	Baja (5 pts)
<input type="checkbox"/>	Nula (0 pts)
<input type="checkbox"/>	<b>SubTotal Ptos</b>

### 5. Perturbaciones Antrópicas

#### 5.1 Estresores atributo hidrología

Lista de verificación de factores de estrés		
Estresor	Presente	Efecto significativo
Descargas puntuales, plantas de tratamiento, otras descargas de aguas no pluviales		
Descargas difusas (drenaje urbano, agrícola)		
Desvíos de flujos o entradas no naturales		
Presas (embalses, recarga o descarga de cuencas)		
Obstrucciones de flujo (alcantarillas, cruces pavimentados)		
Diques		
Extracción de aguas subterráneas		
Zanjas		
Gestión activa de hidrología		
Otro		
<b>Puntaje Total</b>		

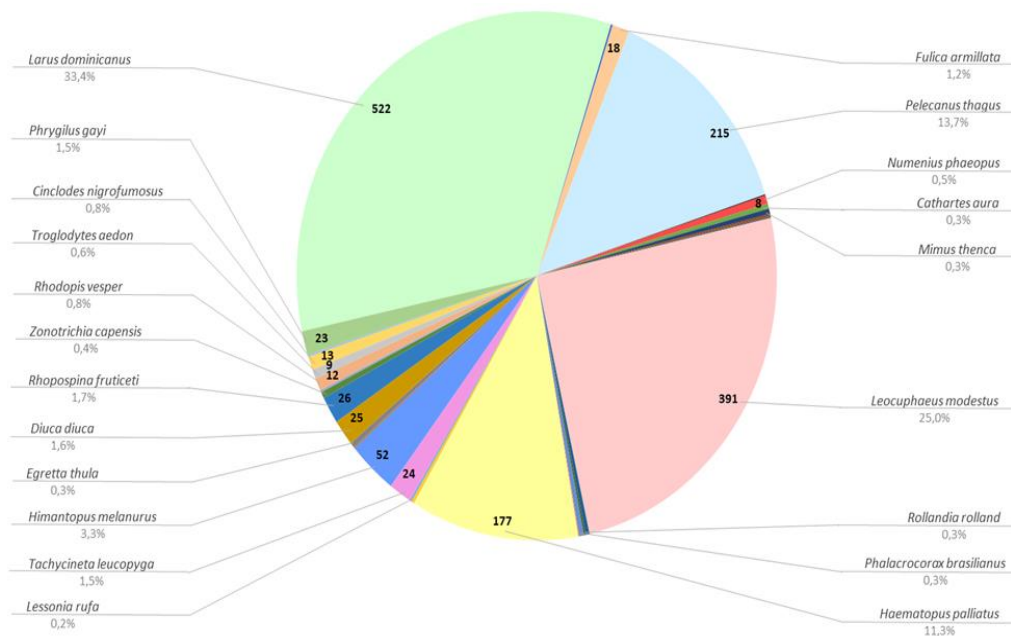
#### 5.2 Estresores atributo estructura biótica

Lista de verificación de factores de estrés		
Estresor	Presente	Efecto significativo
Siembra, pastoreo, herbivoría excesiva		
Visita humanas excesivas		
Predación y destrucción de hábitat por fauna no nativa y depredadores domésticos		
Remoción de árboles		
Eliminación de residuos leñosos		
Tratamiento de especies de plantas no nativas		
Aplicación de plaguicidas		
Extracción o almacenamiento de recursos biológicos (pesca, acuicultura)		
Falta de manejo de vegetación para conservar RRNN		
Falta de tratamiento de plantas invasoras		
<b>Puntaje Total</b>		

5.3 Estresores atributo zona de amortiguación (500 metros)

Lista de verificación de factores de estrés			Efecto Significativo	Puntaje
Estresor	Presente	Efecto significativo	A	+4
Zona urbana / residencial			B	+3
Industria / comercial			C	+2
Tráfico aéreo				
Represas u otras regulaciones				
Cultivo de tierras secas				
Agricultura intensiva				
Huertos / viveros				
Corrales de engorde ganado				
Ganadería				
Corredor de transporte				
Pastizales				
Campos deportivos / parques urbanos				
Recreación pasiva (senderismo)				
Recreación activa (4x4, caza, pesca, ciclismo, montaña)				
Extracción de recursos físicos (roca, sedimentos, petróleo, gas)				
Extracción de recursos biológicos (acuicultura, pesca, comercial)				
<b>Puntaje Total</b>				

Anexo 3: Gráfico de abundancia y riqueza de aves para la época de otoño



Anexo 4: Tabla por puntos de muestreo de aves en otoño

Nombre Común	P1	P2	P3	P4	Abundancia Acumulada
Perrito	20				20
Gaviota Garuma	30	224	54	83	391
Pipilén común	77		8	92	177
Pelicano de Humboldt	4	12	101	98	215
Piquero de Humboldt	1				1
Zarapito Común	2		3	3	8
Jote de Cabeza Colorada	5				5
Gaviota Dominicana	40	250	104	128	522
Chorlo Nevado			2		2
Colegial Austral			1		1
Yeco			1	2	3
<b>Abundancia por punto</b>	<b>179</b>	<b>486</b>	<b>274</b>	<b>406</b>	<b>1345</b>

Nombre Común	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Abundancia Acumulada
Cisne Coscoroba	2						2
Tagua común	16			2			18
Huala	1						1
Garza Chica	2			3			5
Perrito	32						32
Chercán común		1	5	2		5	13
Churrete costero		4			3	6	13
Garza Cuca				2			2
Pimpollo común				4			4
Pitotoy Chico				2			2
Yeco				2			2
Garza Grande					1		1
<b>Abundancia por punto</b>	<b>53</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>95</b>

Nombre Común	P11	P12	P13	P14	Abundancia Acumulada
Tenca chilena	2	1	2		5
Chercán común	1				1
Picaflor Grande	2				2
Diuca común	2	2	2		6
Golondrina chilena	1	6	8	9	24
Chincol	3	3			6
Yal común		8			8
Tijeral común		2			2
Picaflor del Norte		8		4	12
Colegial austral		2			2
Minero común		2			2
Cometocino de Gay		23			23
Gorrión			3		3
<b>Abundancia por punto</b>	<b>11</b>	<b>57</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>96</b>

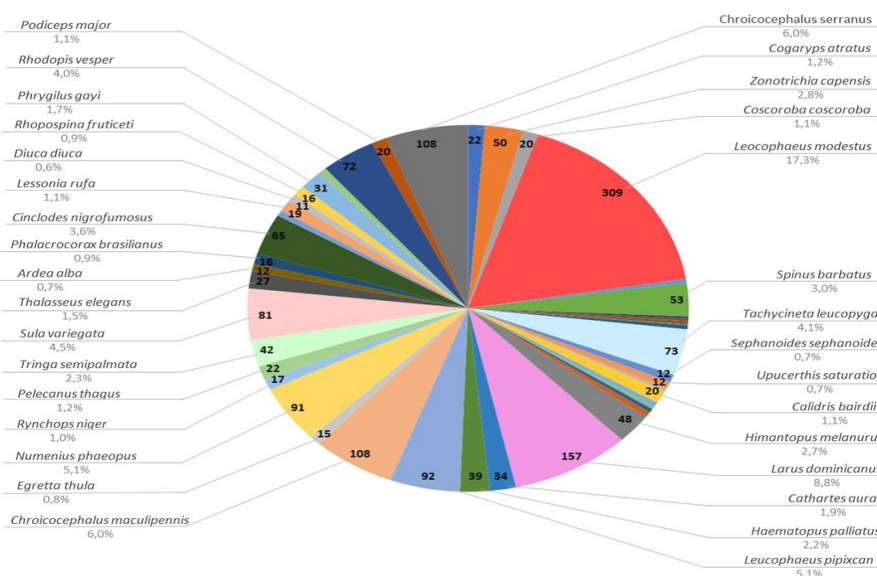
Anexo 5: Tabla por punto de muestreo de aves en primavera

Nombre común	P1	P2	P3	P4	Abundancia acumulada
Gaviota Garuma	90	27	139	22	278
Chorlo nevado			8		8
Perrito				13	13
Gaviota dominicana	38	23	29	18	108
Pipilén común	5			18	23
Gaviota de Franklin	23	4		15	42
Gaviota Andina	11	12	25	13	61
Zarapito común	22	12	32	11	77
Rayador			4		4
Pelicano de Humboldt	13		8		21
Playero Grande	12	3	7		22
Piquero de Humboldt	5	7	22	19	53
Gavitotín elegante			20		20
Cormorán Yeco		2			2
<b>Abundancia por punto</b>	<b>219</b>	<b>90</b>	<b>294</b>	<b>129</b>	<b>732</b>

Nombre científico	P11	P12	P13	P14	Abundancia acumulada
Jote Cabeza Negra		2	1	4	7
Chincol	3	6	7	10	26
Tortola			2		2
Jilguero	9	21	1	7	38
Tijeral				2	2
Golondrina		15	6	4	25
Picaflor chico	3	9			12
Bandurilla común		4	8		12
Tapaculo		4			4
Dormilona tontita		8			8
Agilucho común		1	1	2	4
Chirihue			4	2	6
Churrete costero	15	9		13	37
Tiuque	5				5
Colegial		4	2		6
Diuca	1	2		2	5
Yal	2	1	2	3	8
Cometocino de Gay		11	12	8	31
Minero		4	6		10
Picaflor del norte	12	8	4	7	31
<b>Abundancia por punto</b>	<b>50</b>	<b>112</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>282</b>

Nombre científico	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Abundancia acumulada
Jote Cabeza Negra		2	10			3	15
Chincol		3	5	10	1	5	24
Cisne coscoroba		6	6	4	4		20
Tortola				4			4
Jilguero					8	7	15
Tenca					3		3
Tijeral					2		2
Trile					5		5
Loica					2		2
Chercán					6		6
Golondrina	5		7	10	15	11	48
Playero de Baird		17					17
Gaviota dominicana	24	4	11	2	8		49
Gaviota Garuma	13		6		7	5	31
Jote cabeza colorada	5	8	8	13			34
Pipilén común	16						16
Gaviota de Franklin	50						50
Gaviota Andina	47						47
Garza chica	2		5		8		15
Zarapito común	14						14
Rayadores	5			8			13
Pelicano de Humboldt	1						1
Playero Grande	20						20
Piquero de Humboldt	28						28
Gavitotín elegante	7						7
Garza grande	5		3		2	2	12
Yeco	3					11	14
Churrete costero		5			15	8	28
Tiuque	3			1			4
Colegial	8	5					13
Diuca		1	2			3	6
Yal		3			3		8
Picaflor del norte				18		23	41
Huala		4		8	8		20
<b>Abundancia por punto</b>	<b>273</b>	<b>58</b>	<b>64</b>	<b>80</b>	<b>123</b>	<b>69</b>	<b>667</b>

### Anexo 6: Grafico de abundancia y riqueza de aves en primavera



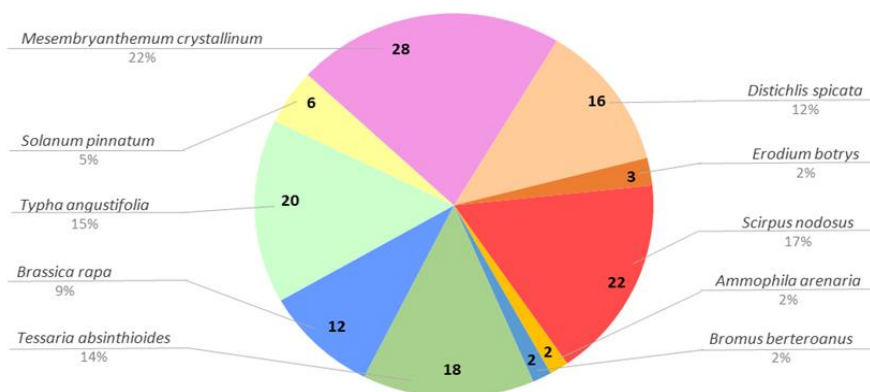
### Anexo 7: Tabla por punto de muestreo de vegetación herbácea en otoño

Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Acumulado
<i>Distichlis spicata</i>	5		5			6	16
<i>Erodium botrys</i>						3	3
<i>Scirpus nodosus</i>				22			22
<i>Ammophila arenaria</i>						2	2
<i>Bromus berteruanus</i>						2	2
<i>Tessaria absinthioides</i>	16				1	1	18
<i>Brassica rapa</i>			6	4		2	12
<i>Typha angustifolia</i>		2	18				20
<i>Solanum pinnatum</i>			6				6
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	2	4	3	3	9	7	28
<b>Abundancia por punto</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>38</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>129</b>

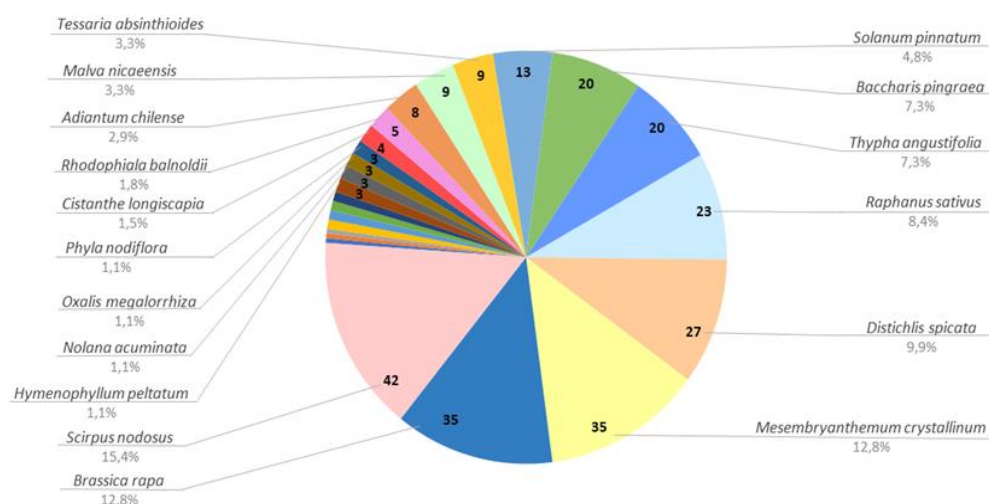
### Anexo 8: Tabla por punto de muestreo de vegetación herbácea en primavera

Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Acumulado
<i>Distichlis spicata</i>	10		2	10	5		27
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	3	8	4	5	5	10	35
<i>Plantago hispidula</i>	1						1
<i>Malva nicaeensis</i>	1	2	3			3	9
<i>Nolana acuminata</i>	1	1			1		3
<i>Solanum pinnatum</i>	1		5	2	1	4	13
<i>Hymenophyllum peltatum</i>	3						3
<i>Oenothera coquimbensis</i>	2						2
<i>Cistanthe glandiflora</i>	1						1
<i>Anthemis cotula</i>		1	1				2
<i>Oxalis megalorrhiza</i>		3					3
<i>Chenopodium album</i>		2					2
<i>Hordeum murinum</i>		1					1
<i>Raphanus sativus</i>		6	9		2	6	23
<i>Adiantum chilense</i>		2	6				8
<i>Brassica rapa</i>		1	28	1		5	35
<i>Phyla nodiflora</i>		2	1				3
<i>Cistanthe longiscapia</i>			1	3			4
<i>Scirpus nodosus</i>			3	32	3	4	42
<i>Thypha angustifolia</i>			2	18			20
<i>Rhodophiala balnoldii</i>				4	1		5
<i>Foeniculum vulgare</i>						2	2
<i>Tessaria absinthioides</i>					5	4	9
<i>Baccharis pingraea</i>			12	8			20
<b>Abundancia por punto</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>77</b>	<b>83</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>273</b>

Anexo 9: Gráfico de abundancia y riqueza de especies herbáceas en otoño



Anexo 10: Gráfico de abundancia y riqueza de especies herbáceas en primavera



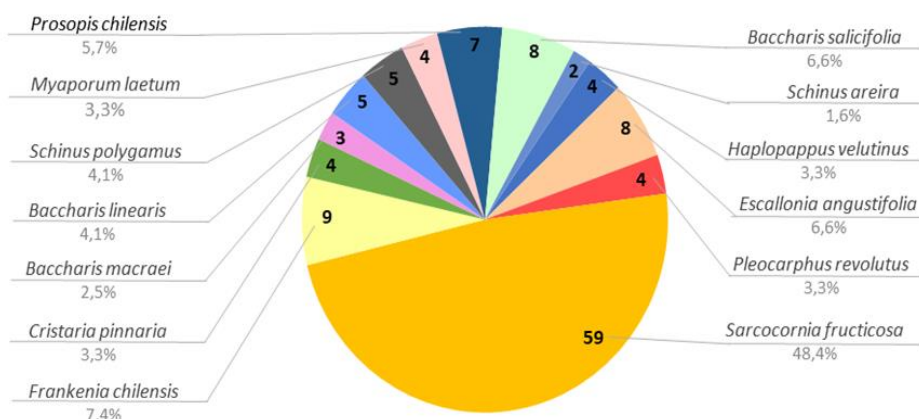
Anexo 11: Tabla por punto de muestreo de vegetación leñosa en otoño

Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Acumulado
Haplopappus velutinus						4	4
Escallonia angustifolia						8	8
Pleocarpus revolutus						4	4
Sarcocornia fructicosa	10	7	5	14	12	11	59
Frankenia chilensis	2				4	3	9
Cristaria pinnaria	2				2	2	4
Baccharis macraei	1				2	2	3
Baccharis linearis		5					5
Schinus polygamus		5					5
Myoporum laetum			3	1			4
Prosopis chilensis			3		4		7
Baccharis salicifolia			3		5		8
Schinus areira					3		2
<b>Abundancia por punto</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>122</b>

Anexo 12: Tabla por punto de muestreo de vegetación leñosa en primavera

Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Acumulado
<i>Sarcocornia fructicosa</i>	20	6	4	3	22	8	63
<i>Cristaria pinnata</i>	6			10	5		21
<i>Encelia canescens</i>	4	4		2	1		11
<i>Frankenia chilensis</i>	1			3	2		6
<i>Haploppapus linifolius</i>	1						1
<i>Thymophylla pentachaeta</i>		2					2
<i>Oxalis gigantea</i>		1		2			3
<i>Haploppapus bezanillus</i>		1					1
<i>Baccharis macraei</i>		1			1	2	4
<i>Heliotropium stenophyllum</i>		1	4			4	9
<i>Pleocarpus revolutus</i>			1				1
<i>Myoporum laetum</i>			2		1		3
<i>Lavatera arborea</i>				2			2
<i>Haploppapus cerberoanus</i>					5	4	9
<i>Lithraea caustica</i>						2	2
<i>Olea europaea</i>						2	2
<i>Atriplex repanda</i>						2	2
<i>Adesmia aegiceras</i>	4	6					10
<i>Chorizanthe frankenioides</i>					2	1	3
<b>Total acumulado</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>39</b>	<b>25</b>	<b>155</b>

Anexo 13: Gráfico de abundancia y riqueza de especies leñosas en otoño



Anexo 14: Gráfico de abundancia y riqueza de especies leñosas en primavera

