

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA LOCAL DEL SISTEMA SOCIO-
ECOLÓGICO EL PAJONAL, MAIPÚ, REGIÓN METROPOLITANA DE
SANTIAGO**

FABIÁN IGNACIO ESCÁREZ OLIVEROS

Santiago, Chile

2022

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA LOCAL DEL SISTEMA SOCIO-
ECOLÓGICO EL PAJONAL, MAIPÚ, REGIÓN METROPOLITANA DE
SANTIAGO.**

**LOCAL HISTORY RECONSTRUCTION OF SOCIAL-ECOLOGICAL
SYSTEM EL PAJONAL, MAIPÚ, REGIÓN METROPOLITANA DE
SANTIAGO.**

FABIÁN IGNACIO ESCÁREZ OLIVEROS

Santiago, Chile

2022

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA LOCAL DEL SISTEMA SOCIO-
ECOLÓGICO EL PAJONAL, MAIPÚ, REGIÓN METROPOLITANA DE
SANTIAGO**

Memoria para optar al Título Profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

FABIÁN IGNACIO ESCÁREZ OLIVEROS

Profesores Guía

Sr. Álvaro Gutiérrez I.
Ingeniero Forestal, Ph.D.

Sra. Paulina Aldunce I.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc., Ph. D.


**Paulina
Aldunce
Ide**
Firmado digitalmente por
Paulina Aldunce Ide
Fecha: 2022.09.22
22:39:49 -04'00'

Calificaciones

6,3

7,0

Profesores Evaluadores

Sr. Gerardo Ubilla B.
Geógrafo, Mg. Sc. Dr.

Sr. Oscar Seguel S.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

Firmado digitalmente por
Gerardo Ubilla Bravo
Fecha: 22/09/2022
Hora: 10:40



6,0

6,7

Santiago, Chile

2022

AGRADECIMIENTOS

Solo puedo comenzar agradeciendo enormemente a mi familia; a mi madre por ser el gran pilar de sabiduría y comprensión siempre que la necesité; a mi padre por sus actos de servicio con los cuales me demuestra su cariño; a mi hermano David por su cariño y simpatía, y por compartir conmigo muchos conocimientos y pasatiempos que hoy son importantísimos en mi vida; a mi hermana Denisse por su empatía, sabiduría y cariño, y por ser un enorme ejemplo a seguir; a Boris por su ejemplo de perseverancia y superación; y al grupo familiar que formamos juntas que es más que la simple suma “aritmética” de nuestras cualidades. Gracias por la preocupación, los consejos oportunos, los cuidados, los conocimientos y los buenos momentos, me siento afortunado de tenerles en mi vida.

Agradezco también a mis amistades, tanto del liceo como de la “U”, quienes fueron apoyo emocional e intelectual; inolvidables serán los recuerdos de desvelo en las madrugadas por interminables informes, o las jornadas de estudio con algo más que solo cuadernos y apuntes, y cómo no, también los numerosos descansos en los pastos regalando, jugando y conversando. Así mismo, gracias totales a las personas con las que compartí pasatiempos, pues forman parte de aquello que me mantenía física y mentalmente saludable durante los 5 años de formación.

Gracias al tremendo grupo humano que es la Asamblea Territorial Clotario Blest, que fueron sin duda un soporte emocional, intelectual y revolucionario durante el periodo de desarrollo y escritura de este proyecto, gracias a los cuales también éste mismo proyecto tomó forma y pudo ejecutarse. Agradezco también a los vecinos y vecinas del barrio Clotario Blest, quienes me abrieron las puertas de su hogar y sus memorias con las cuales pude concretar esta investigación, espero retratar aquí sus diversos puntos de vista. Gracias también a Álvaro y Paulina, mis dos profesores guía, quienes confiaron en mí y en este proyecto nacido desde el territorio.

Casi terminando, agradecer al arte y al deporte. A la música, ya que guitarreando y cantando pude sacar de adentro tanto dolor y frustración al conocer el estado ambiental de Chile y el mundo, así como también hablar de amores y amistades; al circo por llenarme el corazón y regalarme amistades, es el camino que conocí temprano y por el cual me decidí; al Teatro por darme seguridad y confianza, y ver otras formas de vivir; gracias al ciclismo, por llevarme a todos lados ahorrando tiempo y ganando vida.

Finalmente, agradecerme a mí mismo por la constancia y el esfuerzo, por saber distinguir y valorar las múltiples simbiosis que me han traído hasta acá y se han entremezclado dando resultados impensados y novedosos; mi historia personal es también colectiva.

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Área de Estudio	11
3.2. Determinación del estado actual del humedal	12
3.2.1. Determinación del cuerpo de agua	13
3.2.1.1. Imágenes satelitales.....	13
3.2.1.2. Delimitación.....	13
3.2.1.3. Validación.....	13
3.2.2. Determinación de la avifauna.....	14
3.3. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años.....	16
3.3.1. Observación en terreno	17
3.3.2. Entrevista semiestructurada	17
3.3.2.1. Fases de la entrevista.....	17
3.3.2.2. Definición de preguntas guía.....	18
3.3.2.3. Perfil y cantidad de entrevistados.....	19
3.3.2.4. Registro y análisis.....	19
3.4. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal	20
4. RESULTADOS	23
4.1. Determinación del estado actual del humedal	23
4.1.1. Determinación del cuerpo de agua	23
4.1.2. Determinación de la avifauna.....	24
4.2. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años.....	25
4.2.1. Observación en terreno	25
4.2.2. Entrevista semiestructurada	27
4.2.2.1. Periodo 1920-1980: El Totoral y la urbanización temprana.....	31
4.2.2.2. Periodo 1980-2000: Urbanización y deterioro.....	31
4.2.2.3. Periodo 2000-2018: Basural El Pajonal.....	32
4.2.2.4. Periodo 2018-presente (2021): Proyecto parque El Pajonal.....	33
4.3. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal	34
5. DISCUSIÓN	38
5.1. Determinación del estado actual del humedal	38
5.1.1. Determinación del cuerpo de agua	38
5.1.2. Determinación de la avifauna.....	39
5.2. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años.....	40
5.3. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal	44
6. CONCLUSIONES	45

7. BIBLIOGRAFÍA	46
8. ANEXOS	53
Anexo I. Área de intervención Parque El Pajonal, piezas y zonificación	53
Anexo II. Comparación multitemporal El Pajonal	55
9. APÉNDICES	58
Apéndice I. Distritos y Zonas Censales.....	58
Apéndice II. Planilla de registro para avifauna.	58
Apéndice III. Guion de la entrevista semiestructurada	59
Apéndice IV. Carta consentimiento informado.....	61
Apéndice V. Registro avistamiento de aves	62
Apéndice VI. Edad y sexo de los entrevistados	63
Apéndice VII. Resumen SASE	63

RESUMEN

Los sistemas socio-ecológicos son sistemas adaptativos complejos, integrados por un subsistema social y uno ecológico que interactúan y se modifican constantemente. En cuanto al subsistema ecológico corresponde a un ecosistema, el cual queda definido por las características del medio, los humedales corresponden a ecosistemas donde el agua es el principal factor controlador de las funciones, interacciones y especies. Los humedales poseen un gran valor ecológico por presentar alta biodiversidad, variadas funciones y servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos ecosistemas son sumamente frágiles y actualmente enfrentan grandes presiones antrópicas que causan su degradación, de manera local con la contaminación y el relleno, y de manera global, con la influencia del cambio climático, entre otros. Un ejemplo concreto de humedal bajo estas presiones se encuentra en el límite entre las comunas de Maipú y Cerrillos, este espacio es conocido como El Pajonal y de él se posee poca información oficial y científica. Esta investigación tiene como objetivo reconstruir la historia local del sistema socio-ecológico, utilizando principalmente entrevistas semi estructuradas, determina el estado actual del ecosistema mediante el cuerpo de agua y la avifauna como bioindicador y, finalmente, describe el sistema socio-ecológico representado por el humedal utilizando el marco Situación de Acción Socio-Ecológica (SASE).

Se calculó que el cuerpo de agua del Humedal El Pajonal es una laguna estacional con una extensión aproximada de 2,7 ha, recargada exclusivamente por las precipitaciones y con bajo tiempo de permanencia, restringiendo la presencia de especies ligadas exclusivamente a humedales. Se registraron 17 especies de aves, todas ellas generalistas, asemejándose más a la diversidad del matorral espinoso que a un humedal. Se distinguieron cuatro etapas en la historia del sistema socio-ecológico, verificando el deterioro constante y la pérdida progresiva de servicios ecosistémicos debido a la contaminación, la urbanización y el cambio climático. Por estas razones se advierte el colapso del subsistema ecológico y el deterioro del sistema completo. Las interacciones entre los habitantes y el humedal han estado marcadas por este progresivo deterioro ecológico, alejándose emocionalmente de este espacio. Las decisiones futuras sobre este espacio deben considerar aspectos socio-ecológicos, el escenario de cambio climático y generar más información sobre variaciones inter e intra anuales.

Palabras clave: Humedal urbano, sistema socio-ecológico, situación de acción socio-ecológica

SUMMARY

The social-ecological systems are complex adaptive systems, which are made up of social and ecological subsystems that constantly interact and modify. The ecological subsystem is an ecosystem, which is defined by its abiotic conditions, wetlands correspond to an ecosystem where water is the main controlling factor of functions, interactions and species. These are great ecological value due to their high biodiversity, many ecosystem functions and services. Nevertheless, these ecosystems are extremely fragile and face large anthropic pressures that cause their degradation, locally due to contamination and filling, and globally due to the influence of climate change. A particular example of a wetland affected by these pressures is located on the border between Maipú and Cerrillos, it is known as El Pajonal, about which there is little official and scientific information. This research aims to reconstruct local history of the system, mainly through semi-structured interviews, determines the current ecological status using the lagoon and birdlife as a bioindicator, and finally, describe the social-ecological system using the Social-Ecological Action Situation framework.

The body of water is a seasonal lagoon with an approximate extension of 2.7 ha, recharged exclusively by rainfall and with a short residence time, restricting the presence of species exclusively linked to wetlands. 17 species of birds were recorded, all of them generalists, resembling more the diversity of island hills than a wetland. The history has been marked by four stages, verifying the constant deterioration and progressive loss of ecosystem services due to pollution, urbanization and climate change. For these reasons, the collapse of the ecological subsystem is considered as emerging phenomenon and, with it, deterioration of the entire system. Thus, the interactions between the inhabitants and the wetland have been marked by this progressive ecological collapse, emotionally distancing themselves from this space. Future decisions about this space should consider these socio-ecological aspects and the climate change scenario, it is also valuable to generate more scientific information on inter and intra-annual variations.

Keywords: Urban wetland, social-ecological system, social-ecological action situation.

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) son sistemas adaptativos complejos, integrado por los subsistemas social y ecológico, donde los componentes de ambos interactúan entre sí en múltiples escalas temporales y espaciales, permitiendo que se organice a sí mismo constantemente (Resilience Alliance, 2010; Schlüter et al., 2019). Por un lado, el subsistema social puede describirse, de manera amplia, como el conjunto de interacciones entre la cultura, la política, la economía y la organización social; las interacciones entre estos componentes tienen lugar y, a la vez, modifican el subsistema ecológico o entorno (Salas et al., 2011). Por otro lado, el subsistema ecológico corresponde a un ecosistema, entendidos como sistemas particulares conformados por comunidades de organismos y un ambiente físico, donde existe intercambio de energía y materia determinados por los factores abióticos que lo componen (Tansley, 1935). Existen, de esta forma, variados ecosistemas dependiendo de las características del medio, que de manera general, pueden agruparse en terrestres, marinos y acuáticos continentales, estos últimos también son conocidos como humedales (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2018).

Los humedales son ecosistemas de alta biodiversidad y fragilidad, en ellos, el agua determina la estructura y funciones ecológicas (Sec. Convención Ramsar, s.f.; Wildlife Conservation Society [WCS], 2019). El principal acuerdo mundial por la conservación de los humedales es la Secretaría de la Convención Ramsar (2016), la cual tiene como misión “la conservación y el uso racional de los humedales” y los define de manera amplia, agrupando a toda superficie cubierta de agua, permanente o estacional, dulce o salobre, léntica o lótica e incluso agua marina con profundidad menor a seis metros. Estos ambientes son sumamente importantes tanto a nivel local como global, y se estima que abarcan entre el 4 y el 6% de la superficie del planeta, además, desde un punto de vista antropocéntrico, se identifican diversos servicios ecosistémicos otorgados por los humedales, entre ellos se pueden mencionar la formación de suelo, provisión de aire limpio, regulación de carga y descarga de napas, fuente y sumidero de gases de efecto invernadero, reguladores del clima y ser sitios con valor espiritual, recreativo, estético y educacional, por lo que históricamente han sido lugares de asentamiento humano (Bravo, 2010; MMA-CEA, 2011; Díaz y Burguillo, 2018; WCS, 2019; Sec. Convención Ramsar, 2016). Sin embargo, y a pesar de su relevancia, los humedales enfrentan constantes presiones antrópicas que causan su degradación, entre ellas es posible mencionar la influencia del cambio climático, a través de sequías por disminuciones anómalas de las precipitaciones; así como también presiones locales como la alteración física, contaminación e introducción de especies (Bravo, 2010; MMA-CEA, 2011; Amstein, 2016; Sec. Convención Ramsar, 2016; Figueroa, 2018).

En Chile, se han identificado más de 40 mil humedales considerando las turberas del sur de Chile (Amstein, 2016; WCS, 2019). De ellos, tan solo 16 son reconocidos como de importancia internacional y están protegidos por la Convención Ramsar (MMA-CEA, 2011; Sec. Convención Ramsar, 2016). Por otro lado, el documento Diseño del Inventario Nacional de Humedales concluye que solo el 0,5% de los humedales del país son parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), y

que, dentro de los ecosistemas representados en el SNASPE, los humedales representan solo el 2,7% de la superficie protegida (MMA-CEA, 2011). En Chile, al igual que en otras partes del mundo, una de sus principales amenazas es la expansión urbana, ejemplo de esto es posible encontrar desde las áreas costeras de Coquimbo, pasando por los humedales del área metropolitana del Gran Concepción, hasta los humedales urbanos en la ciudad de Punta Arenas (Amstein, 2016; Figueroa, 2018; WCS, 2019).

Un ejemplo concreto de humedal urbano bajo presiones antrópicas se encuentra en el límite administrativo entre las comunas de Maipú y Cerrillos, dentro de los barrios Clotario Blest y Villa los Presidentes de Chile respectivamente, de él existe muy poca información oficial, por ende, la historia local entendida según Gutiérrez y Mateo (2008) como el estudio de un espacio concreto y delimitado por quien relata, se vuelve una fuente de información relevante (Miraglia, 2017). Este sitio es conocido por los vecinos como El Pajonal y comprende aproximadamente 16 ha, aquí la historia local da cuenta de la existencia de una laguna que cohabitó junto a los vecinos los primeros años del poblamiento del barrio, en la década de 1970 (I. Municipalidad de Maipú, 2015; Fundación Junto al Barrio [JAB], 2016). Posteriormente, los límites del terreno y el mismo humedal fueron usados como vertederos ilegales acumulando toda clase de basura y escombros, llegando a considerarse el segundo vertedero ilegal más grande de Chile (JAB, 2016). Este proceso de degradación, y consecuente colapso, puede entenderse en el marco de los SSE, como un fenómeno emergente del sistema socio-ecológico representado por el humedal. Los fenómenos emergentes son los cambios y transformaciones que surgen de las interacciones entre las diferentes entidades que conforman los SSE (Schlüter et al., 2019).

Actualmente (2020), gran parte de la basura y escombros fueron removidos para comenzar el proceso de construcción de un parque por etapas (JAB, 2016; La Batalla, 2016; Colombo, 2018). Sin embargo, las obras realizadas por la I. Municipalidad de Maipú continúan perpetuando las presiones sobre este ecosistema al acumular y rellenar el humedal con puzolana, poniendo en riesgo la salud de los vecinos por inhalación de este material el cual puede provocar irritación de las vías respiratorias, cáncer, y daños en los órganos tras exposiciones prolongadas (Amstein, 2016; Polpaico, 2017; Silva, 2019).

Esta investigación reconstruirá la historia local de este sistema socio-ecológico, para contribuir a la comprensión de este, y aportar conocimientos para acciones que puedan desarrollarse en el futuro en este sitio, y así contribuir a una posible restauración que comprenda tanto aspectos sociales como ecológicos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Reconstruir la historia local del sistema socio-ecológico representado por el Humedal El Pajonal, Maipú, Región Metropolitana de Santiago.

2.2. Objetivos Específicos

- 1.- Determinar el estado actual del subsistema ecológico del humedal.
- 2.- Identificar los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años.
- 3.- Describir el sistema socio-ecológico representado por el humedal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de Estudio

El área de estudio, o sistema focal, son los Barrios Clotario Blest de la comuna de Maipú, y las villas Los Presidentes de Chile, Las Torres y Desco, correspondientes a la comuna de Cerrillos. La delimitación exacta fue hecha en base a la Cartografía Microdatos Censo 2017: Manzanas; los distritos y zonas censales consideradas pueden observarse en el Apéndice 1 (INE, 2018). En estos barrios se ubica el humedal El Pajonal, con un área de aproximadamente 16 ha, uno de sus límites actuales son 2 ha. de viviendas definitivas y tomas de terreno en la zona norte, que anteriormente formaban parte del predio (Figura 1). Este humedal se encuentra en la zona sur-poniente de la provincia de Santiago, Región Metropolitana, aproximadamente a 15 km del centro cívico de la ciudad, pertenece a la subcuenca Mapocho Bajo y se encuentra cercano al Zanjón de la Aguada, afluente del Río Mapocho y uno de los principales cursos de agua de la subcuenca, sobre este punto, es interesante destacar que existen problemas de anegamiento producto de las precipitaciones en algunos sectores aledaños al humedal (DGA, s.f.; I. Municipalidad de Maipú, 2015). Al igual que el resto de las comunas de la región, el clima es mediterráneo con estación seca y cálida prolongada, precipitaciones invernales entre 200 y 480 mm/año, en cuanto a la temperatura, en verano el promedio es de 20,4°C mientras que en invierno es de 8,7°C (BS Consultores, 2015).

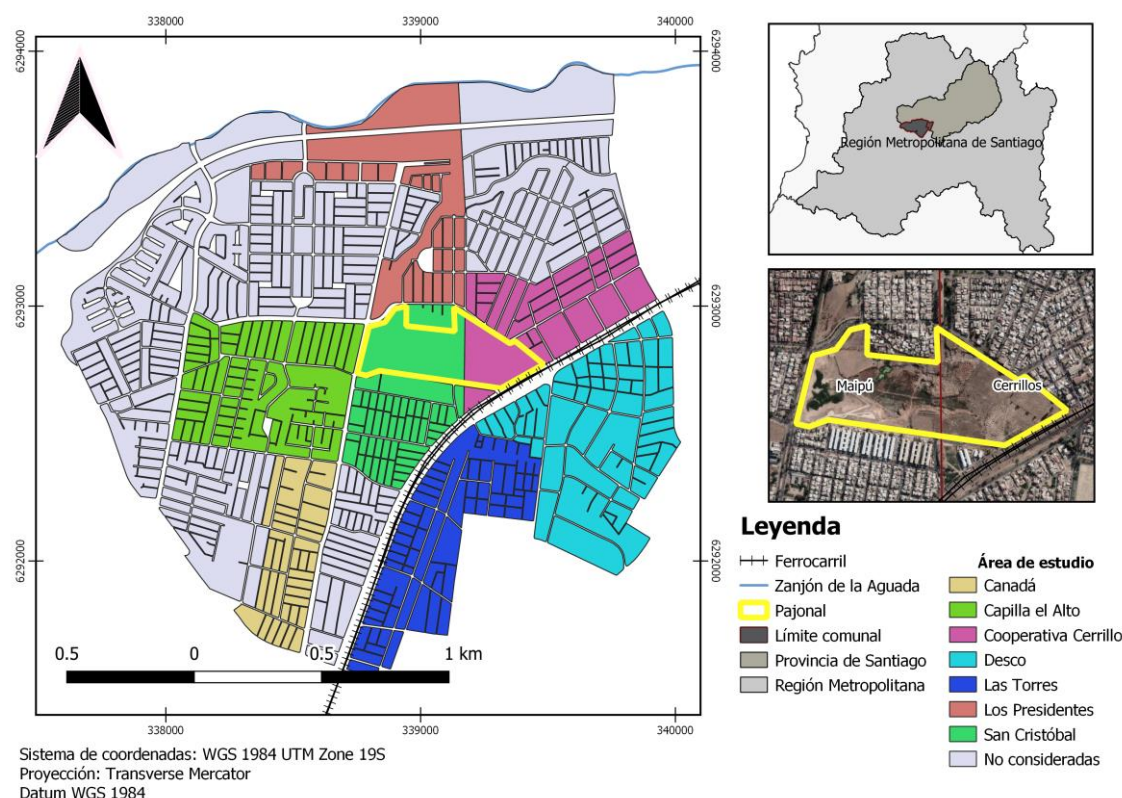


Figura 1. Área de Estudio. Adaptado de Cartografía Microdatos Censo 2017: Manzanas.

El humedal, se utilizó durante dos décadas aproximadamente como vertedero irregular y llegó a ser el segundo vertedero ilegal más grande Chile (JAB, 2016). Recientemente, para dar cumplimiento a lo estipulado en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), este predio fue comprado y cercado por la I. Municipalidad de Maipú, la cual además removi6 la mayor parte de la basura, esto con el fin de construir aqu6 un parque intercomunal junto a la Municipalidad de Cerrillos, el proceso de dise6o del parque ya est6 en marcha y cuenta con participaci6n ciudadana (La Batalla, 2016; Colombo, 2018). Si bien el dise6o est6 en proceso de desarrollo, la Municipalidad de Maipú comenz6 el a6o 2019 obras de construcci6n en 2,5 ha del predio, est6s obras tienen por finalidad la creaci6n de una plaza y contemplaron el relleno de una parte del humedal con pomacita, o puzolana, la instalaci6n de ca6er6as para el sistema de riego y del tendido el6ctrico (Silva, 2019). Estas acciones tienen dos aspectos relevantes, por un lado, la afectaci6n del humedal producto del relleno con material externo y, por otro lado, la afectaci6n a la comunidad debido al manejo inadecuado de la puzolana, compuesto que puede provocar da6os en las v6as respiratorias tras exposiciones prolongadas (Amstein, 2016; Polpaico, 2017).

En cuanto al aspecto social, en el 6rea de estudio convergen desde grupos socio-econ6micos medianamente acomodados (C2 y C3), hasta otros grupos m6s vulnerables con viviendas precarias, elevada deserci6n escolar e inestabilidad laboral entre otras (I. Municipalidad de Cerrillos, 2011; I. Municipalidad de Maipú, 2015). En base al 6ltimo censo realizado (INE, 2018), la poblaci6n total dentro del 6rea de estudio es de 56.311 habitantes, distribuidos seg6n g6nero de manera casi homog6nea, donde el 49% corresponde a poblaci6n masculina mientras que el 51% a poblaci6n femenina, 27.354 y 28.957 personas respectivamente. En conjunto, el 6rea de estudio cubre una superficie de 425 ha aproximadamente, con una densidad poblaciones de 13.243 hab/km².

3.2. Determinaci6n del estado actual del humedal

Se entender6 en este estudio por estado actual al momento en que se levant6 la informaci6n, esto es durante el a6o 2020. La determinaci6n del estado se acot6 a dos componentes, los cuales representan las principales entidades del sistema ecol6gico representado en el humedal. Por una parte, se abord6 la entidad biof6sica correspondiente al cuerpo de agua debido a su relevancia para el ecosistema como determinante de la estructura y funciones ecol6gicas, destacando que el cuerpo de agua fluct6a considerablemente en periodos anuales e interanuales (Sec. Convenci6n Ramsar, 2016; WCS, 2019; PAN Estudio, 2020a). Por otra parte, se determin6 una entidad ecol6gica correspondiente a la avifauna presente, debido a que son un buen indicador biol6gico del estado de los humedales y tambi6n por presentar cualidades que facilitan su identificaci6n (Villareal et al., 2004).

3.2.1. Determinación del cuerpo de agua

3.2.1.1. Imágenes satelitales. Se utilizaron imágenes provenientes del satélite Sentinel 2 a través del motor de procesador de datos de Google, Earth Engine, estas imágenes poseen resolución de 10x10m. Se trabajó con datos Nivel 2A, estas son imágenes calibradas y ortorectificadas radiométricamente y con corrección atmosférica, que proveen la reflectancia al tope de la atmósfera (European Space Agency [ESA], 2015). La cobertura de nubes fue menos al 10% para disminuir el sesgo producido (Vittek et al., 2014). Finalmente, en cuanto a las épocas de interés, estas corresponden a las estaciones de primavera 2019 y 2020, ya que con estas estaciones es posible analizar la variabilidad hídrica del humedal en un año hidrológico en particular (García et al., 2006; Lizama, 2019). Todas las imágenes fueron re-proyectadas en el datum WGS-84 UTM 19S usando la herramienta Earth Engine (Chuvieco, 1995).

Las imágenes utilizadas fueron de finales de primavera. Los códigos ID de cada imagen se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Imágenes Sentinel-2 utilizadas

Código ID Sentinel-2	Fecha
20191210T143719_20191210T144557_T19HCC	12 de dic. de 2019
20201209T143721_20201209T144639_T19HCC	09 de dic. de 2020

3.2.1.2. Delimitación. Si bien existen índices específicos para identificar cuerpos de agua, como es el caso del índice de agua de diferencia normalizada (NDWI por sus siglas en inglés), en esta investigación no se pudo emplear esta herramienta ya que las imágenes satelitales para el invierno 2020 estaban dañadas o cubiertas de nubes, imposibilitando su utilización para el análisis. En cambio, se utilizó la aplicación de GPS móvil MAPinr en un dispositivo celular (Huawei Y6) con soporte A-GPS y GLONASS, con los cuales se recorrió la laguna formada durante el invierno 2020 y se registraron los límites de esta (Dabove and Manzino, 2014; Nowak et al., 2020).

3.2.1.3. Validación. Para validar esta delimitación, se aprovechó la relación existente entre las variables de precipitación, humedad del suelo y el índice de vegetación de diferencia normalizada, o NDVI por sus siglas en inglés (Nicholson et al., 1990; Belda et al., 1999; Wang et al., 2001; Tiedemann y Zerda, 2008). En otras palabras, los lugares donde se acumuló agua durante el invierno deben corresponder a aquellos lugares donde la vegetación se encuentre más vigorosa en primavera, y por lo tanto, con un mayor valor del NDVI (Tucker, 1979; Lizama, 2019). Para estimar este índice se utilizaron diferentes bandas del espectro electromagnético, estas pueden observarse en el Cuadro 2 elaborado en base al United States Geological Survey (USGS, s/f).

Cuadro 2. Características de las bandas espectrales Sentinel 2 (USGS, s/f).

Banda	Resolución espectral (µm)	Resolución espacial (m)
Azul	0,490	10
Verde	0,560	10
Rojo	0,665	10
Infrarrojo cercano (NIR)	0,842	10

El NDVI puede utilizarse para diferenciar cobertura vegetal de otras coberturas de suelo, sus valores fluctúan entre -1 y 1, donde los valores negativos indican poco vigor vegetal y/o zonas desprovistas de vegetación, mientras que valores positivos indican zonas donde domina la vegetación, a mayor valor de NDVI también es mayor el vigor de la vegetación (Rouse et al., 1974). Este índice se calcula de la siguiente manera:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{rojo}}{\rho_{NIR} + \rho_{rojo}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde,

NDVI: Índice de agua de diferencia normalizada

ρ_{NIR} : banda espectral del infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés)

ρ_{rojo} : banda espectral del rojo

Finalmente, para comunicar de mejor manera los resultados, los valores del índice se filtraron para que solo reflejaran la presencia o ausencia de vegetación, para ello solo se muestran aquellos valores de NDVI mayores a 0,2 que corresponde al límite inferior del índice para especies arbustivas y pastizales (Muñoz, 2013; Earth Observing System [EOS], 2018).

3.2.2. Determinación de la avifauna

Como ya se mencionó, la elección de avifauna se debe a que este taxón presenta cualidades que, además de facilitar su identificación, las posicionan como un buen indicador biológico del estado de los humedales. Entre estas características se destacan: su comportamiento llamativo, principalmente diurno y muy activas, con vocalizaciones especie-específicos que pueden ser detectados a varios metros de distancia; su diversidad y especialización ecológica, es decir, cada hábitat posee una comunidad de aves tipo configurándolas como excelentes bioindicadores, y; ser sensibles a las

perturbaciones, los cambios en la estructura y composición de los ecosistemas (Villarreal et al., 2004).

La variable utilizada para definir el estado actual de avifauna fue la riqueza de especies. Para ello se trazaron ocho transectos de 6m de ancho fijo con una separación de 30m entre cada uno (Figura 2), en los cuales se registraron todas las especies presentes en cada transecto y se omitieron aquellos individuos ubicados a una distancia mayor, cabe destacar que se aprovechó la variabilidad hídrica para poder recorrer todo el humedal (Servicio de Evaluación Ambiental [SEA], 2015). Para recoger la mayor riqueza de especies, los avistamientos se realizaron tanto de mañana como de tarde durante los meses de primavera (octubre y noviembre de 2020), ya que, al ser esta la temporada de reproducción, es cuando las aves se encuentran más activas, emiten vocalizaciones y establecen sus territorios. Es importante destacar que, si bien estas consideraciones permiten identificar la mayor cantidad de especies, no eliminan el sesgo producido por realizar los avistamientos en una temporada de un solo año, por lo que puede haber especies presentes que no sean registradas (Ralph et al., 1996; de la Maza y Bonacic, 2014). Para identificar las especies se utilizó el catálogo Aves de Chile (Jaramillo, 2005) y los registros de vocalizaciones de aves (e.g plataforma eBird). Finalmente, la planilla de registro puede observarse en el Apéndice 2.

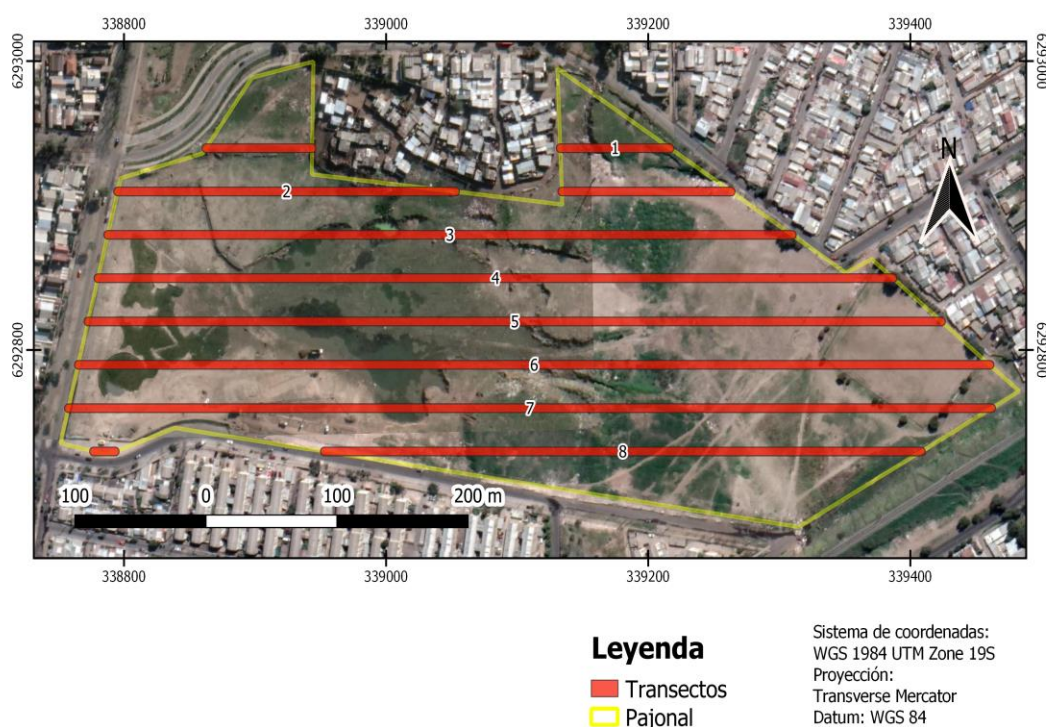


Figura 2. Transectos de ancho fijo (6m) para avistamiento de aves. Fuente: elaboración propia.

Por último, se estimó también la Frecuencia Relativa de observación (FRO) para cada especie avistada, como la razón entre la cantidad de transectos donde una especie fue observada sobre el total de transectos, utilizando la siguiente fórmula (Simeone et al., 2008):

$$FRO = \frac{TO}{TT} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Donde,

FRO: frecuencia relativa de observación.

TO: cantidad de transectos donde una especie fue observada.

TT: cantidad total de transectos.

De esta forma, sus valores fluctúan entre 0 y 1, donde un valor hipotético de 0 indica que la especie no fue observada en ningún transecto, mientras que un valor de 1 indica que la especie fue avistada en todos los transectos recorridos.

3.3. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años

Pese al alto desarrollo tecnológico de satélites e imágenes satelitales para realizar análisis multi temporales, una de las limitantes que deben considerarse para el uso de estos datos es la resolución espacial, la escala y, junto con ello, la unidad mínima cartografiable (UMC). Las imágenes disponibles para los último 40 años corresponden a las del satélite Landsat, el cual tiene como UMC 5 ha (Lencinas y Siebert, 2009). En base al conocimiento previo del área de estudio, esta UMC resulta demasiado gruesa para su uso, situación similar a lo que ocurre con las fotografías aéreas del Proyecto Aerofotogramétrico. Frente a esta dificultad, se utilizó como alternativa la información disponible en diversas fuentes bibliográficas, como archivos periodísticos o datos de precipitaciones, y también los métodos cualitativos, los cuales se detallan a continuación.

Los métodos cualitativos pretenden conocer la subjetividad de los interlocutores, es decir, reconocer y comprender las interacciones, comportamientos, valoraciones y significados del individuo o grupo social (Álvarez y Jurgenson, 2003). Se emplearon dos métodos, estos fueron la observación en terreno y la entrevista semiestructurada, esta última destaca por no tener limitaciones espacio-temporales, es decir, permite la indagación de hechos pasados y presentes (Díaz et al., 2013). Otro aspecto relevante a considerar, es que en este tipo de investigaciones es el investigador mismo el principal instrumento con el cual se recolectarán los datos, por lo cual, el acceso a la “realidad” viene mediada por la forma en que este ve los hechos y los interpreta (Hernández et al., 2014).

3.3.1. Observación en terreno

La observación en terreno es un método transversal a la mayoría de las investigaciones cualitativas, siendo utilizado en la mayoría de las investigaciones ya que permite explorar y describir ambientes y comunidades, comprender procesos y vinculaciones entre entidades del sistema social y ecológico e identificar problemáticas, en otras palabras, la observación cualitativa no se limita a contemplar, sino que implica adentrarse en las situaciones y contextos que son objeto de estudio (Hernández et al., 2014).

Debido a que el autor de esta memoria es también un habitante del territorio, el tipo de participación que este tuvo fue una *participación total o completa* en la comunidad que es investigada, en palabras de Álvarez y Jurgenson (2003), comparte los mismos derechos que el resto de la comunidad. Las observaciones se llevaron a cabo durante todo el desarrollo del proyecto, sin embargo, se concentraron durante el primer semestre de desarrollo, esto es primer semestre 2020. Esta información se documentó en formato escrito de manera libre, identificando principalmente, lugar, hora, situación e involucrados.

3.3.2. Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada entrega información más completa y detallada que un cuestionario y, por otro lado, al ser más flexible que una entrevista estructurada otorga mayor cercanía con el interlocutor, permitiendo que entreguen sus puntos de vista de manera más abierta y cómoda (Robles, 2011). Por lo tanto, un aspecto clave de esta técnica es lograr la cercanía y horizontalidad con el sujeto que comparte información, se plantea entonces la necesidad de comprenderla en sí misma como un dialogo coloquial, una conversación entre iguales en que, si bien, existen posiciones diferentes, ninguna de ellas es superior o inferior a la otra, es por esta razón que se emplea el término “interlocutor” en vez de “informante”, puesto que la segunda implica una connotación de subordinación, así mismo, se utilizarán indistintamente los términos conversación y relato para referirse a las entrevistas (Cerri, 2010).

3.3.2.1. Fases de la entrevista. Para un desarrollo exitoso de este método, se debe contar con un guion de entrevista en donde se explicita el propósito, estructura, alcance de esta y se detallan las preguntas guía; se debe además elegir un lugar agradable que favorezca el diálogo de cada interlocutor, estos aspectos conforman la primera fase de la entrevista (Díaz et al., 2013).

El segundo momento corresponde a la apertura de entrevista, en él, se declara el propósito y estructura de la conversación además de consultar por el consentimiento para grabar, respetando siempre la decisión del interlocutor y enfatizando en la confidencialidad de la información entregada.

El núcleo de este método es el desarrollo mismo y corresponde a la tercera fase, en ella se intercambia información y se sigue la guía de preguntas de manera flexible. En esta etapa es crucial no imponer interpretaciones, así como tampoco se debe invalidar la información entregada.

Por último, en la fase de cierre, se da la oportunidad al interlocutor de profundizar o expresar ideas que no hayan sido mencionadas, se hace una síntesis de la conversación y se agradece la participación. Todas estas etapas deben desarrollarse en no más de 2 horas, esta duración se estima para que no exista fatiga discursiva ni cansancio por parte de los interlocutores, de ser necesario entonces, se evaluará la posibilidad de concretar otro encuentro para abarcar los tópicos faltantes (Álvarez y Jurgenson, 2003). En la Figura 3 se presenta un esquema de las fases descritas.

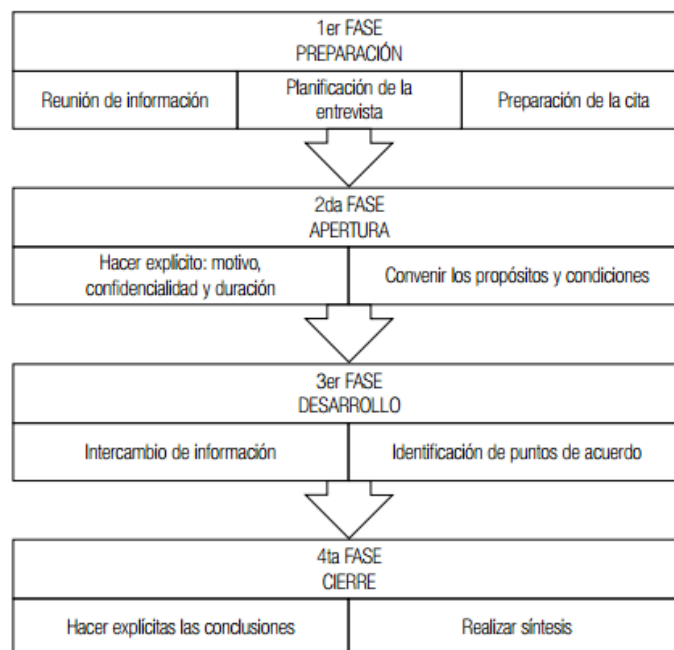


Figura 3. Fases de la entrevista. Fuente: Díaz et al., 2013.

3.3.2.2. Definición de preguntas guía. En cuanto a la formulación de las preguntas, se recomienda que estas estén diferenciadas en 3 niveles de análisis: descriptivas, estructurales y de contraste (Robles, 2011). Las preguntas descriptivas indagan sobre actividades, objetos, lugares y hechos, particularmente sobre las interacciones que los sujetos mantienen con el Pajonal y cómo lo describen, actualmente y en el pasado. En cuanto a las preguntas estructurales, estas averiguan sobre las explicaciones que los interlocutores dan sobre determinados fenómenos, el cómo organizan la información. Finalmente, el tercer tipo de preguntas corresponden a las preguntas de contraste, ellas intentan extraer las diferencias de los términos utilizados y la comprensión que ellos tienen de estos mismos. Algunas recomendaciones generales para la elaboración de preguntas son: ser breves y comprensibles, con un lenguaje coloquial, no contener presuposiciones y evitar formulaciones sugerentes.

En concreto, las preguntas se enfocaron en obtener información del sistema socio-ecológico según los aspectos propuestos por Resilience Alliance (2010), estos tópicos son: (1) las problemáticas principales presentes e identificadas; (2) las entidades sociales y ecológicas presentes, sus características y atributos históricos y actuales, así como también la relación entre éstas; (3) los regímenes de perturbaciones y sus características, es decir, los cambios sufridos que explican la condición actual, y; (4) las diferentes jerarquías de sistemas anidados espacial y temporalmente, esto es los sistemas que forman parte de otros sistemas de manera temporal o espacial. Estos tópicos permiten, además de identificar los cambios sufridos por el SSE, describir las relaciones e interacciones entre las diferentes entidades sociales y ecológicas consideradas. El guion de la entrevista y las preguntas guía pueden apreciarse en el Apéndice III.

3.3.2.3. Perfil y cantidad de entrevistados. Para obtener información significativa es necesario establecer un perfil de entrevistados. En este sentido, las características relevantes para esta investigación son personas que conozcan y/o se relacionen con El Pajonal, ahora o en el pasado, priorizando a las personas que conozcan el humedal desde antes de la década de 1980, esto es, personas que habiten el territorio hace al menos 40 años. Es importante recalcar que estas características no serán excluyentes, puesto que, además de la información histórica, también se levantó información sobre los procesos y cambios sufridos en el humedal hasta el presente.

En cuanto a la cantidad de entrevistas a realizar, la literatura consultada recomienda diferentes cantidades mínimas según el tipo de investigación cualitativa. Para aquellas investigaciones de tipo fenomenológica, como esta, que se enfocan en explorar y describir las experiencias de las personas respecto a un fenómeno, recomiendan un tamaño mínimo de muestra de diez casos (Hernández et al., 2014). Durante el transcurso de esta investigación, la cantidad de entrevistas fue modificada, disminuyendo de 20 a 15 entrevistas, debido principalmente al contexto pandémico global vivido durante los años 2020 y 2021, y a que el perfil de entrevistados corresponde a personas mayores de 40 años con mayor riesgo de contagio grave frente a la pandemia.

Finalmente, respecto al tipo de muestreo utilizado, se consideró emplear uno de tipo mixto empleando simultáneamente dos tipos diferentes de muestreos, estos son muestreo en cadena y oportunista. El muestreo en cadena (o también “bola de nieve”) consiste en identificar participantes clave que se agreguen a la muestra, consultar si conoce a otras personas que puedan colaborar e incluirles también en la muestra. Una de las limitantes de este muestreo es que pueden conducir a la homogeneidad de los resultados, por lo que para contrarrestar este efecto y añadir diversidad, se empleó también el muestreo oportunista, que consiste en añadir participantes que se presenten de manera fortuita y que reúnan las características del perfil definido anteriormente. (Hernández et al., 2014).

3.3.2.4. Registro y análisis. Como se mencionó anteriormente, se consultó a los y las participantes por la posibilidad de grabar las entrevistas para disponer de un registro fidedigno y total de la conversación, acompañado de un consentimiento firmado para

poder utilizar la información compartida (ver Apéndice IV). Lo anterior no excluye la toma de notas *in situ* pues éstas también constituyen una fuente de información relevante, complementando la recolección de información (Cerri, 2010). Estas grabaciones fueron transcritas para “sumergirse mentalmente en el material primario recogido” (Díaz et al., 2013) y tener acceso rápido al contenido, facilitando así la interpretación y análisis de la información.

De manera posterior, se utilizó el software Atlas.ti 8 para organizar la información colectada mediante la definición de categorías de análisis; éstas fueron, en principio, los tópicos definidos por la Resilience Alliance para describir los SSE, mencionados en un apartado anterior (ver *Definición de preguntas guía*).

Finalmente, el análisis de la información cualitativa se basa en la triangulación de datos, estos es comparar, contrastar y establecer nexos y enlaces entre los diferentes interlocutores, así como también con diversas fuentes de información como, por ejemplo, imágenes satelitales, fotografías y documentos (Robles, 2011). A diferencia de los métodos cuantitativos, el análisis de la información cualitativa es de manera no lineal, esto implica que el proceso de análisis inicia en paralelo con la recolección de información y se va nutriendo a medida que se obtienen nuevos datos, no obstante, este proceso se completa una vez recopilada toda la información (Hernández et al., 2014).

3.4. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal

Para describir el SSE que representa el humedal, se utilizó la información obtenida en la determinación del estado actual y en la reconstrucción histórica. Para facilitar la comprensión y comunicación de esta información, se adoptó el marco analítico *Situación de Acción Socio-Ecológica* (SASE) propuesta por Schlüter et al. (2019) (Figura 4).

El marco analítico SASE analiza el sistema en tres niveles y reconoce entidades sociales y ecológicas. Las entidades sociales, o actores, consideradas en primera instancia corresponden a los denominados actores individuales, colectivos y agregados. Los actores colectivos se entenderán como un conjunto de personas que persiguen objetivos en común, deciden y actúan de manera organizada; por otra parte, los actores agregados son un conjunto de personas donde sus miembros persiguen cada uno sus propios objetivos, deciden y actúan individualmente, y que, debido a sus características comunes, son agregados como unidad de análisis por el investigador (García, 2007). Por otro lado, las entidades ecológicas consideradas serán, en primera instancia, el humedal y la riqueza de especies de aves.

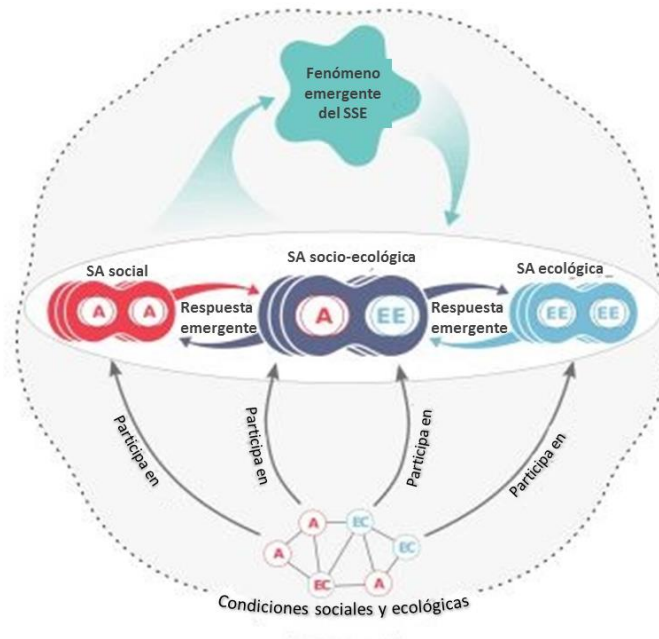


Figura 4. Marco genérico Situación de Acción Socio-Ecológica (SASE). Autor: Schlüter et al., 2019 (traducido). En la parte inferior se representan diferentes entidades del sistema social y ecológico interactuando. Estas interacciones se representan en las Situaciones de Acción (SA) en la parte central de la Figura, se distinguen SA sociales, socio-ecológicas y ecológicas. Las interacciones entre las SA explican y retroalimentan el fenómeno emergente.

En cuanto a los 3 niveles de análisis (Figura 5), en el primero de ellos se identifican las relaciones entre las entidades ecológicas y sociales, cada una de estas relaciones es una *Situación de Acción* (SA) reconociendo 3 tipos según las clases de entidades que interactúan: SA sociales, involucrando solo entidades sociales; SA ecológicas, involucrando solo entidades ecológicas, y; socio-ecológicas, dónde interactúa una entidad social con una ecológica. Estas SA corresponden al núcleo de análisis de este marco.

Posteriormente, en el segundo nivel, se reconocen interacciones entre cada SA. La única salvedad es que las SA sociales y ecológicas no pueden relacionarse directamente, sino que únicamente a través de una SA socio-ecológica, esto es la configuración de situaciones de acción.

Finalmente, en el tercer nivel se reconocen los fenómenos emergentes, estos son los cambios y transformaciones que surgen de las interacciones identificadas anteriormente, en concreto, se planteó como fenómeno emergente la degradación del SSE (Schlüter et al., 2019). La elección de este método de representación se debe a que toma en cuenta las interrelaciones entre procesos sociales y ecológicos y, además, las formas en que los fenómenos emergentes generados retroalimentan los mismo procesos y entidades que les originaron.

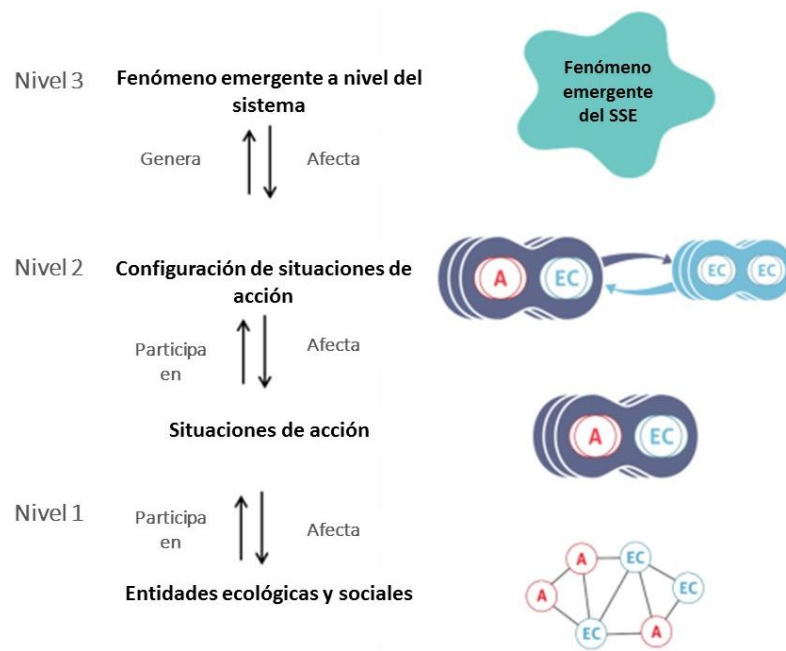


Figura 5. Niveles de análisis de interacciones y fenómenos emergentes en un SSE. Autor: Schlüter et al., 2019 (traducido). Cada nivel es influenciado y, a la vez, influencia a los otros niveles contiguos, retroalimentándose continuamente.

4. RESULTADOS

4.1. Determinación del estado actual del humedal

4.1.1. Determinación del cuerpo de agua

Se estimó que a final de junio 2020 el cuerpo de agua ocupó una extensión de 2,73 ha. Como se puede apreciar en la Figura 6, la vegetación aumentó desde diciembre 2019 hasta diciembre 2020, concentrándose en el área ocupada por la laguna durante el periodo de invierno. Se observa también, otro punto de alto vigor hacia el extremo oeste del área de estudio, el cual corresponde al área intervenida por la Municipalidad de Maipú y que cuenta con riego diario. Así mismo, destaca otro punto de alto vigor hacía el norte del área ocupada por la laguna, este punto también constituye una excepción pues cuenta con flujo continuo de agua proveniente de la Toma Japón, ubicada en el extremo norte de El Pajonal. Por el contrario, destaca un área ocupada por la laguna donde los valores del índice no superaron el umbral de vegetación, apareciendo una franja sin vegetación en el sentido oeste-sur dentro de la laguna.

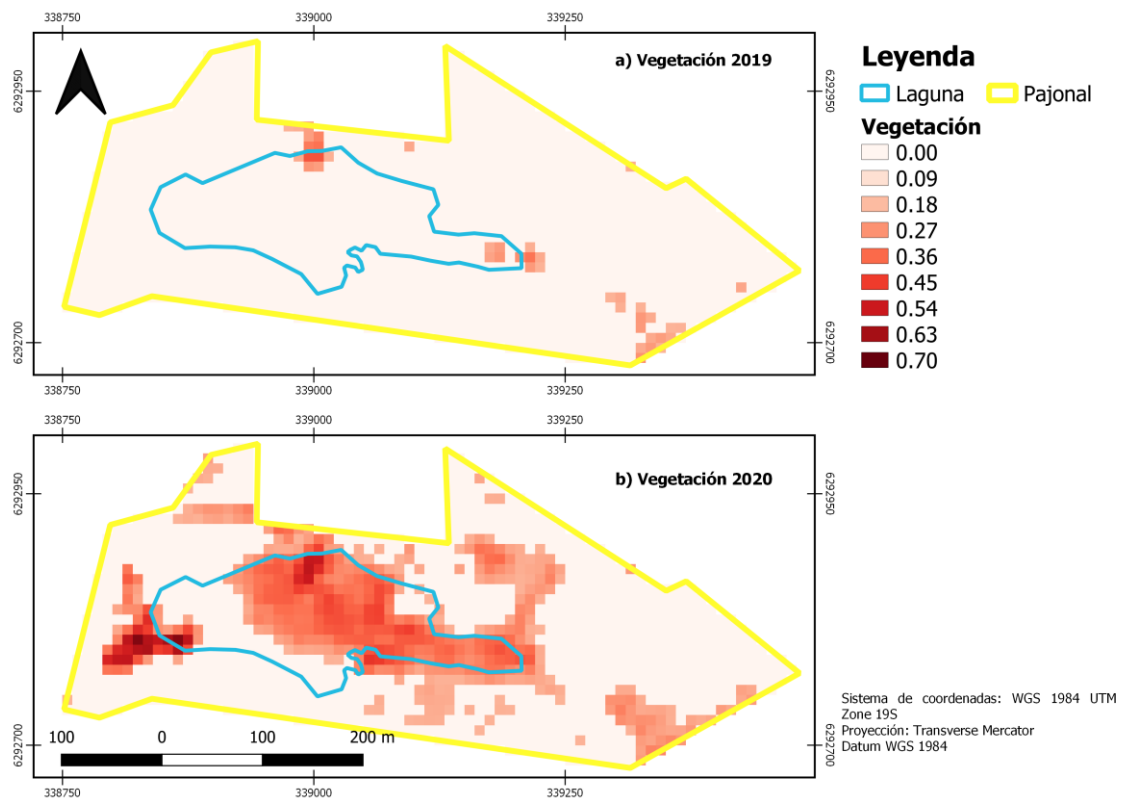


Figura 6. Extensión del cuerpo de agua y variación interanual de la vegetación a finales de primavera (diciembre 2019 y 2020, $NDVI \geq 0,2$) en el humedal El Pajonal. Fuente: elaboración propia con base en ESA (2022).

En cuanto al régimen de recarga del humedal, este es de carácter estacional, es decir únicamente posee agua durante la época invernal producto de las precipitaciones. Esto se verifica puesto que en ambas imágenes utilizadas (finales de primavera 2019 y 2020) no había agua más allá de la vertida por la toma colindante, más aún, en las observaciones en terreno se constató que ya para agosto el agua acumulada se evaporó totalmente, es decir, tuvo una permanencia menor a 60 días.

Por otra parte, al comparar el promedio para los píxeles de vegetación, dentro y fuera de la laguna, se observan que es mayor el promedio para aquellos píxeles al interior del cuerpo de agua con un valor igual a 0,24 (desviación estándar = 0,17), frente al promedio fuera de la laguna con un valor igual a 0,06 (desviación estándar = 0,12).

Finalmente, cabe destacar que en el periodo en que se realizaron los avistamientos de aves el humedal ya no contaba con la presencia de agua, es decir, a principios de primavera toda el agua ya había sido o evaporada o percolada en el suelo.

4.1.2. Determinación de la avifauna

Se registraron en total 17 especies diferentes (Cuadro 3), tres de las cuales son introducidas, y ninguna corresponde a una especie endémica. Las más frecuentes (FRO = 1) en El Pajonal son el chincol (*Zonotrichia capensis*), golondrina chilena (*Tachycineta meyeni*), gorrión (*Passer domesticus*) y tórtola (*Zenaida auriculata*); estando presentes en el total (siete) de transectos recorridos. Las especies menos frecuentes fueron trile (*Agelasticus thilius*), cernícalo (*Falco sparverius*) y tordo (*Curaeus curaesus*) con FRO < 0,29. El Cuadro 3 muestra el total de especies registradas y la frecuencia relativa de observación (FRO).

Cuadro 3. Especies registradas y Frecuencia relativa de observación (FRO).

Especie	FRO	Especie	FRO
Cernícalo <i>Falco sparverius</i>	0,14	Paloma <i>Columba livia</i>	0,57
Chincol <i>Zonotrichia capensis</i>	1,00	Queltehue <i>Vanellus chilensis</i>	0,71
Cotorra <i>Myopsitta monachus</i>	0,57	Tiuque <i>Milvago chimango</i>	0,86
Diuca <i>Diuca diuca</i>	0,43	Tórtola <i>Zenaida auriculata</i>	1,00
Gaviota dominicana <i>Larus dominicanus</i>	0,71	Tordo <i>Curaeus curaesus</i>	0,29
Golondrina <i>Tachycineta meyeni</i>	1,00	Tortolita cuyana <i>Clumbina picui</i>	0,57
Gorrión <i>Passer domesticus</i>	1,00	Trile <i>Agelasticus thilius</i>	0,14
Loica <i>Sturnella loyca</i>	0,86	Zorzal <i>Turdus falklandii</i>	0,86
Mirlo <i>Molothrus bonariensis</i>	0,71		

En cuanto a la riqueza de cada transecto (ver Figura 7), destaca el transecto número tres como el más diverso, en el cual se registraron 14 de las 17 especies presentes (82% aprox.). En segundo lugar, se ubica el transecto número cuatro con 13 especies (76% aprox.) y, finalmente, en el resto de los transectos se registraron 10 u 11 especies en cada uno. El detalle de las especies presentes en cada transecto puede observarse en el Apéndice V, donde se marcó con 1 la presencia de la especie.

En cuanto a la ubicación de los transectos con mayor riqueza, transectos tres y cuatro, se aprecia que estos se emplazan hacia el centro-norte del área de estudio, coincidiendo además con el lugar de vertido de aguas domiciliarias de la Toma Japón, mencionado anteriormente. Hacia el extremo sur se observan los menores valores de riqueza (59%).

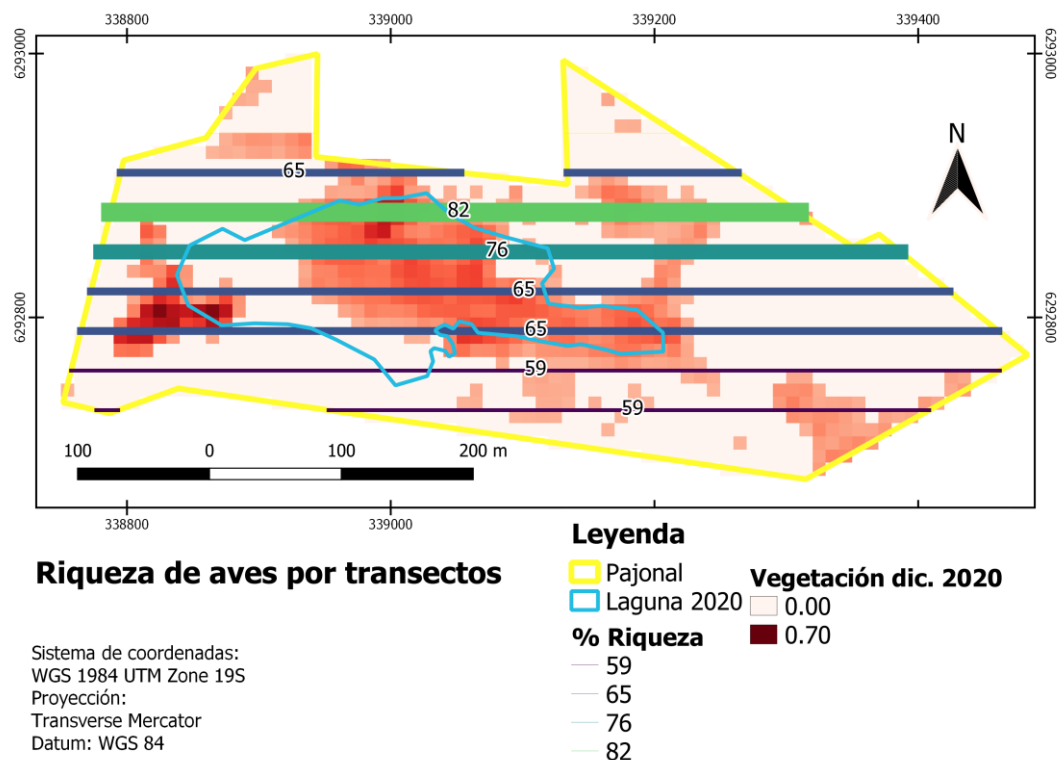


Figura 7. Riqueza de aves por transecto. Elaboración propia.

4.2. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años

Cómo ya se mencionó, la investigación cualitativa comenzó con una revisión de diversas fuentes de información sobre el territorio, entre las fuentes consultadas se encuentran diversos medios locales de comunicación con información disponible en

páginas web, los datos de precipitaciones históricas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), un documento de ordenamiento territorial de la I. Municipalidad de Maipú e información de la Fundación JAB quienes trabajaron en la población Los Presidentes de Chile, Cerrillos.

El año 2012 diversos medios de comunicación, tanto locales como regionales, abordaban el problema de la basura en El Pajonal, principalmente porque ese año 16 representantes de las juntas de vecinos (JJVV), acompañados por un concejal de la comuna de Maipú, interpusieron un recurso de protección en contra de la Seremi de Salud Metropolitana con el fin de ordenar el cierre del lugar para mejorar las condiciones sanitarias. Sin embargo, la Seremi ya había cursado un sumario sanitario en contra de los entonces propietarios del terreno, quienes no lo cerraban alegando a las dimensiones del sitio (Fuentealba, 2012; Cornejo, 2012; Cooperativa, 2012).

Ese mismo año, con la modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 100), se destina el terreno de El Pajonal como un área verde para construir un Parque Intercomunal, sin embargo, aún existían dificultades para su concreción dado que el extremo poniente aún era propiedad privada (Seremi Metropolitano de Vivienda y Urbanismo, 2013; La Batalla, 2016)

Por otro lado, la Mesa Territorial por Conflicto El Pajonal, levantada por la Fundación JAB, sitúa el inicio del basural en el año 2005 y, al igual que otros medios a lo largo de los años, destacan la condición de humedal de este sitio e incluso algunos medios mencionan la existencia de la laguna durante la época estival donde niños y niñas podían bañarse, todo esto en base a los comentarios realizados por los habitantes del territorio a la misma Fundación JAB (JAB, 2016.; Solo Maipucinos, 2017).

Posteriormente, en agosto de 2017, finalmente comienza a concretarse parcialmente el proyecto de parque con la promesa de compraventa y la limpieza y cierre perimetral en el mes de octubre; así, en enero del año 2018 el terreno pasa a ser propiedad municipal y comienza el proceso de licitación para realizar el diseño del futuro parque (Colombo, 2018).

Estas acciones se enmarcan dentro del plan para crear un parque intercomunal junto al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y a la Municipalidad de Cerrillos, en concordancia con lo establecido en la zonificación del PRMS 100 y el Plan Regulador Comunal (PRC) de Maipú (Sistema de Información Territorial de Maipú [SITMA], 2021), el cual corresponde a una Zona de uso especial para áreas verdes (MINVU, 2021). Para concretar este futuro parque, durante los años 2019 y 2020 se llevó a cabo el proceso de diagnóstico territorial y el diseño de éste (PAN Estudio, 2020a). Sin embargo, de forma paralela a este proceso, la I. Municipalidad de Maipú llevó a cabo acciones de manera unilateral en 2,5 ha emplazadas en el extremo sur-oeste del terreno. Estas acciones consistieron en la acumulación de pomacita al aire libre, para usarla posteriormente en el relleno y nivelación de esa parte del humedal, con el fin de construir una plaza empastada, como se aprecia en la Figura 8 (Silva, 2019).



Figura 8. Acumulación de pomacita por acciones unilaterales de la I. Municipalidad de Maipú. En la fotografía “a” se pueden apreciar los montículos de pomacita acumulados para el relleno. En “b” se muestran las primeras acciones de riego para un parche de pasto, y en “c” se muestra maquinaria pesada trabajando con el material acumulado.

En cuanto al proceso de diseño, este se realizó durante todo el año 2020 e incluyó participación ciudadana. El parque intercomunal planificado contempla un área mayor en la cual se incluye El Pajonal (ver Anexo 1). La primera etapa se centró en elaborar un diagnóstico del área de influencia de este proyecto, en donde emergieron como los tres principales elementos positivos el alto valor ecológico del humedal, ser sitio de esparcimiento y deporte, y las buenas vistas panorámicas; por el contrario, los dos principales elementos negativos continúan siendo la acumulación de basura y la percepción de riesgo e inseguridad (Aravena, 2020; PAN Estudio, 2020).

Actualmente (2021), las acciones para concretar el parque intercomunal están detenidas, gran parte del cierre perimetral ha sido extraído ilegalmente y, de manera reactiva luego de un toma de terreno en el sitio, se procedió a remover la tierra y generar montículos para evitar futuras tomas (Figura 9)(Aravena, 2021).

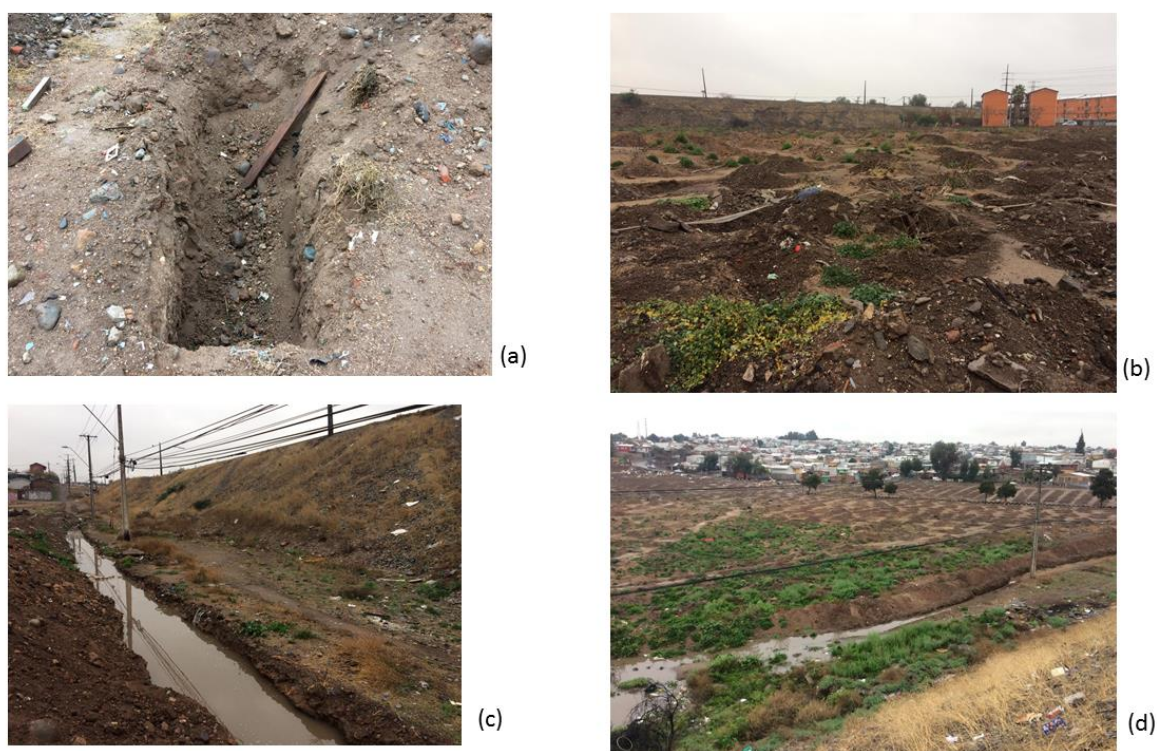


Figura 9. Registro fotográfico de intervenciones realizado el mes de junio 2021. Fuente: elaboración propia. En las imágenes a, b y c se puede apreciar en primer plano diferentes intervenciones con el fin de evitar tomas con fines habitacionales, como zanjas y montículos; en la fotografía d se observa una panorámica de estas.

En cuanto a los datos de precipitaciones, se consultaron las estaciones meteorológicas Quinta Normal Santiago y Pudahuel Santiago (códigos DMC 330020 y 330021, respectivamente) por ser las más cercanas al área de estudio y aquellas con mayor cantidad y antigüedad de registros; la información se obtuvo a través del Explorador Climático del (CR)2. Ambas estaciones describen las mismas variaciones interanuales coincidiendo en los años más lluviosos o secos, con la única salvedad de ser mayores las precipitaciones registradas en la estación Quinta Normal. Así mismo, ambas estaciones muestran una continua disminución en las precipitaciones (Figura 10b), alcanzando el registro máximo el año 1987 con aproximadamente 700 mm promediando ambas estaciones, y el segundo valor máximo ocurre el año 1997 con 650 mm en promedio. Históricamente, los vecindarios aledaños al humedal han presentado problemas de inundaciones asociado a las precipitaciones invernales que saturan el humedal (I. Municipalidad de Maipú, 2015).

Respecto a las precipitaciones de la última década, destaca el año 2016 con un máximo para ese periodo de 243 mm aprox., y el año 2019 con el mínimo para este periodo de 64 mm caídos. El año 2019 es incluso el segundo año más seco del total de registros, siendo solo superado por los 55 mm registrados el año 1968.

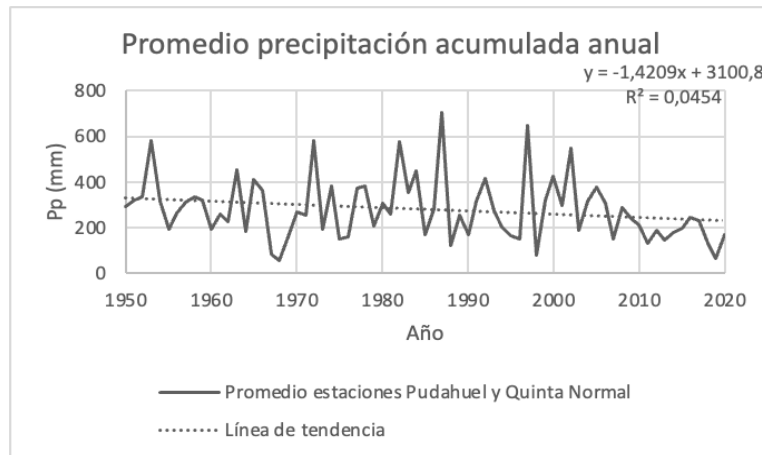


Figura 10. Promedio y precipitación acumulada anual, estaciones Pudahuel y Quinta Normal, Santiago. En base a: Explorador Climático (CR)2. Se observa una disminución continua en el promedio de las precipitaciones.

4.2.1. Observación en terreno

A lo largo de las observaciones se lograron identificar seis actividades distintas, estas son: (1) deporte y recreación; (2) vertedero ilegal de basura y escombros; (3) tránsito; (4) pastoreo; (5) avistamiento de aves; y (6) tomas de terreno para habitar. Estas acciones se detallan a continuación, así como también las personas y actores involucrados.

En cuanto a las actividades de deporte y recreación, se observaron variaciones a lo largo de las estaciones, en las zonas más utilizadas para este fin y también en grupos o actores sociales conformados y no conformados. En primera instancia durante el invierno, mientras aún permanecía la lámina de agua, varios vecinos del sector acudían a caminar por su alrededor o a contemplar el lugar desde puntos altos del sitio, en su mayoría personas adultas y también jóvenes a interactuar con el agua allí depositada. A medida que avanzó el año, desapareció la lámina de agua y aumentó la temperatura, las interacciones se fueron concentrando durante las tardes y los involucrados fueron cada vez más niños, niñas y jóvenes para practicar deportes, es interesante resaltar que el espacio físico donde se desarrollaban no era precisamente el centro de El Pajonal, sino las áreas construidas, pavimentadas y empastadas por la Municipalidad. Las personas que si utilizaron una mayor extensión del sitio fueron aquellas que paseaban a sus mascotas, utilizando principalmente las zonas no intervenidas por la Municipalidad. En cuanto a este grupo de personas, no se observó ningún rasgo que las determinara como grupo organizado.

Una mención aparte merece un grupo organizado de vecinos y vecinas coordinados en el Club Deportivo Cooperativa Cerrillos. Este grupo de vecinos desarrolla actividades deportivas en un área concreta de El Pajonal, una cancha de fútbol ubicada en el extremo este del sitio, desarrollan campeonatos y partidos de fútbol para todas las edades y para ambos géneros, mantienen sin basura la cancha y además la han delimitado para evitar la entrada de vehículos. Sin embargo, producto de la toma de terrenos para vivienda ocurrida el mes de enero de 2021, la cancha fue intervenida con montículos de tierra para inhabilitar su uso deportivo y habitacional (Figura 8).

Sin duda, una de las problemáticas más visibles del sitio es la basura y escombros que allí se acumula, estos van desde desechos domésticos como pañales, bolsas, ropa, botellas y diversos tipos de plástico, hasta escombros de construcción como concreto, fierros y diversos tipos de madera. Estos desechos están presentes por toda la extensión del sitio, sin embargo, destacan para el investigador dos puntos de mayor concentración. Durante una de las observaciones, se pudo apreciar a habitantes de la toma Japón arrojando bolsas justo al centro-norte del terreno, donde se acumula una gran cantidad de basura (ver Figura 11), siendo este uno de los dos puntos mencionados. El otro, se ubica hacia el este del terreno y en él se encuentran mayoritariamente escombros, algunos de gran magnitud. Asociado a la basura, se encuentran los incendios provocados, los que inician en la basura, tal vez, para reducirla, esta situación se presencié durante uno de los avistamientos de aves en el sitio. Si bien la Municipalidad cercó hace un par de años el sitio, la barrera fue removida ilegalmente por sujetos ajenos a dicha institución, facilitando nuevamente el ingreso de desechos.

La tercera actividad que se observó más frecuentemente fue el tránsito, utilizando diversos medios, desde vehículos motorizados como automóviles y motocicletas, pasando por bicicletas y también de a pie. Esta actividad se concentra en el lado este del sitio uniendo las comunas de Maipú y Cerrillos, se utilizan también tramos diagonales desde los extremos este hacia el oeste atravesando el centro del sitio donde se ubicaba la lámina de agua.

El pastoreo constituye la cuarta actividad observada, durante la primavera, cuando comienza el brote y crecimiento de las plantas herbáceas. Los habitantes de la toma Japón liberan a sus caballos para que se alimenten en estas praderas, contabilizando alrededor de siete caballos por ocasión. Estos animales son mantenidos el resto del tiempo al interior de la toma. En cuanto al avistamiento de aves, la quinta actividad observada, se desarrolló durante el mes de enero impulsado por un grupo de vecinos y vecinas, organizados en la Asamblea Territorial Clotario Blest, y formó parte de una actividad de carácter educativo para la comunidad. Finalmente, la última actividad percibida, ocurrió durante el mes de enero, cuando un grupo de personas intentó tomarse el extremo centro-este de El Pajonal durante una semana, este fue un intento para habitar este sitio, acción que fue rechazada por los vecinos inmediatamente colindantes, e incluso intervino personal policial para el desalojo, posterior a esto, y para evitar nuevos sucesos similares, toda esa área fue intervenida con maquinaria para inhabilitar su uso habitacional (Figura 9).



Figura 11. Registro fotográfico de basura realizado el mes de junio 2021. Fuente: elaboración propia. En las cuatro imágenes se puede apreciar un punto principal donde se desecha basura (imagen a), diversos tipos de basura y escombros depositados (imágenes b y d) y también basura acumulada en el suelo (imagen c).

4.2.2. Entrevista semiestructurada

Se realizaron 15 entrevistas en total, un detalle sobre el género y edad de los participantes puede observarse en el Apéndice VI. Durante el transcurso de la investigación, se evidenció la necesidad de ampliar las villas consideradas inicialmente para este objetivo, se incluyeron así las villas Desco y Las Torres debido a la antigüedad de estas, siendo villa Desco una de las primeras villas en llegar alrededor de El Pajonal. Por otro lado, el Barrio Clotario Blest es un conjunto de varias villas con diferente año de construcción, en este barrio se encuentran las villas Canadá, Capilla el Alto y San Cristóbal, en la Figura 12 se pueden apreciar la cantidad de personas entrevistadas por villa donde residen.

Para facilitar el relato histórico, se establecieron cuatro periodos históricos de acuerdo a las características comunes en los relatos. El primer periodo abarca desde 1920 hasta 1980, el segundo desde 1980 hasta 2000, el tercero desde 2000 al 2018 y, el último periodo, desde el 2018 hasta la actualidad. Por otra parte, la identidad de los y las entrevistadas se mantendrá en anonimato y se emplearán códigos para referirse a ellos.

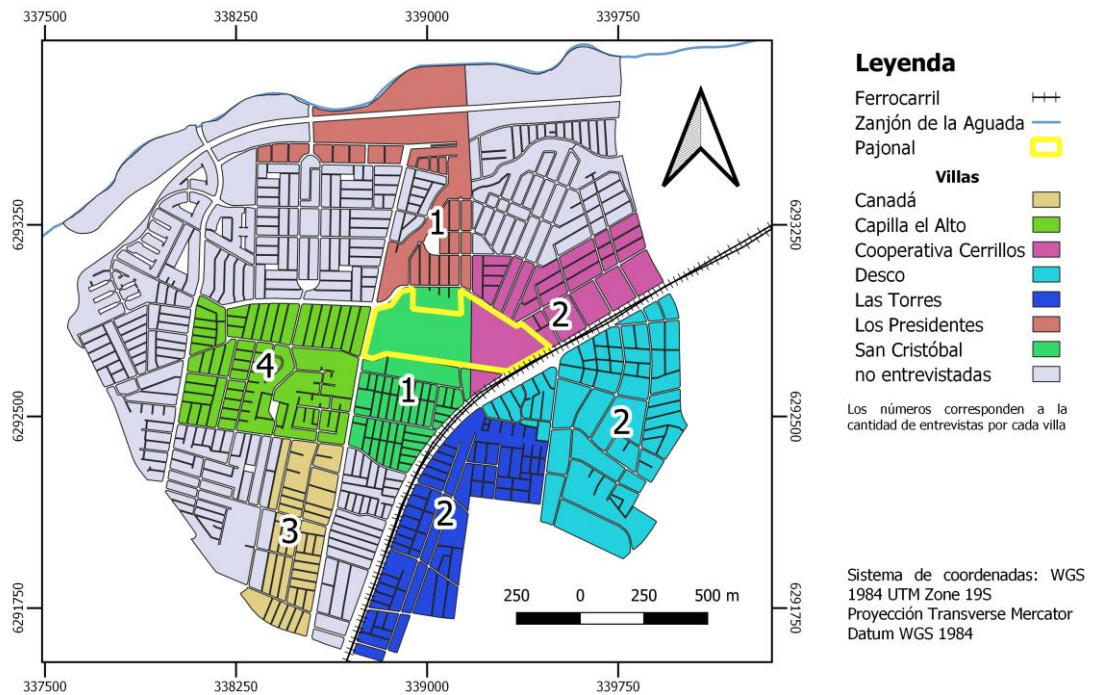


Figura 12. Cantidad de entrevistas por villa. Fuente: elaboración propia.

4.2.2.1. Periodo 1920-1980: El Totoral y la urbanización temprana. Antes de comenzar a urbanizar esta zona la línea del tren ya existía, y así también lo evidencia las memorias y relatos de todos los habitantes que fueron entrevistados. La línea férrea que atraviesa el Barrio Clotario Blest corresponde al ramal Santiago-San Antonio, el cual ya se encontraba funcionando el año 1921 cuando se extiende hasta Cartagena (Memoria Chilena, 2018).

Este territorio correspondía a una zona principalmente rural aún en el año 1942, año de nacimiento de la entrevistada más antigua con quien se pudo conversar. Esta zona era de “puras chacras” y parcelas, donde se cultivaban diversas verduras y hortalizas. Ella lo relata de la siguiente manera:

“nosotros fuimos nacidos en la única casa grande que había aquí a la orilla de la línea, la única, todos fuimos nacidos por partera... una vez vinimos con mi papá e hizo unas lanchitas...y se metió con malla y empezó a sacar pescados, de eso nosotros nos alimentábamos... mi papá sacaba casi todos los días una vaca que se ahogaba...” (E8).

Es interesante destacar, como punto inicial del relato, la existencia de peces y la fuente de alimento que esto significaba para estos primeros habitantes. Sin embargo, de acuerdo a su mismo relato, ya alrededor del año 1954 cuando se estableció Villa Desco, la primera villa colindante al Pajonal, los peces comenzaron a desaparecer producto del aumento de la pesca. En paralelo a esta disminución, ella misma cuenta sobre el establecimiento de “matas de totora” que antes no había, así como también sobre una plaga de ranas ocurrida.

Posterior al año 1954, llegó también a Villa Desco otra entrevistada, y tanto su relato como el anterior concuerdan en que el cuerpo de agua del humedal se mantenía durante todo el año y con una profundidad estimada de 1,5 m, coinciden también en que niños creaban balsas para “navegar” por la laguna e incluso algunos lamentablemente se ahogaban:

“-Mi sobrino con su amigo-, que debe tener 58 años, ellos hicieron un bote y entraron al Totoral...o sea, que había harta agua, yo les pregunté cuánta profundidad, ... era como un metro y medio, por lo menos en partes -me dijo-“. (E6).

Por otra parte, en cuanto a la avifauna que recuerdan estas dos vecinas, mencionan varias especies presentes en humedales como el siete colores (*Tachuris rubrigastra*), garzas, taguas, patos, gallineta o pidén común (*Pardirallus sanguinolentus*), trile y gaviotas, y también otras aves generalistas como el gorrión, tórtola, tordo y tiuque; además, recuerdan la presencia de otro tipo de fauna como arañas pollito, ranas, libelulas, mariposas, conejos, culebras, lagartijas e incluso sanguijuelas.

Por su parte, la especie vegetal más recordada por las vecinas es la totora, nombre común que reúne a varias especies de diversos géneros, como son los géneros *Typha* y *Schoenoplectus*. Más aún, debido a la abundancia de esta planta, en esos años el mismo espacio era conocido como El Totoral. De esta planta, también se extraían sus tallos para artesanía y se ocupaban como lugar para juegos de niños y niñas. Un nuevo relato también entregó algunos detalles al respecto; nacido por este sector el año 1960, vive en la villa Capilla el Alto, lo que en esos años correspondía a la parcela colindante con el predio donde se ubicaba El Pajonal, él también conoció este lugar cuando abundaba la totora:

“planta nada, pura mata de totora pa hacer sillas, solo eso, si era una laguna grande que había ahí, siempre se mantenía con agua, todo el año... antes nosotros lo recorriamos por dentro, entre medio de la totora, para nosotros era inmenso... por entre medio de las totoras, era bajito, el agua llegaba a la rodilla más o menos, no era más hondo que eso, pero todo el año” (E9).

Ya en este punto, mediante el último relato, vemos una marcada disminución en el nivel del agua, desde la profundidad estimada de 1,5 metros hasta el relato mencionado anteriormente donde el agua le llegaba hasta las rodillas. Esta disminución también concuerda con la desaparición de los peces que habitaban el Pajonal, ocurrida en la etapa de Urbanización temprana, periodo en el cual también comenzó la contaminación de las aguas, que pasaron de ser aguas claras a un lodazal posterior al año 1970, en palabras de los vecinos:

“...yo tenía como 9 o 10 años, ahí fue cuando empezamos a meternos más en esto, llegó una plaga de ranas, el pescado se empezó a ir, nosotros nos alimentábamos de eso, porque empezó a llegar gente, llegó a sacar pescado y nosotros nos quedábamos sin poder comer...” (E8).

“... venían de todas las parcelas, pero no eran agüitas sucias, ¡claritas!, incluso nosotros tomábamos de esas aguas, porque si tu mirabas te veías en el agua, si era clarita, y cuando empezó a poblarse ya las aguas se contaminaron.” (E9)

Aún con este indicio de variaciones en el nivel de agua, existen contradicciones entre algunos relatos al respecto, tanto como en su profundidad y extensión como también en el régimen de alimentación. En cuanto a las contradicciones en su profundidad, existen relatos que indican un nivel a la altura del pecho posterior al año 1972, y otros que lo estiman al “nivel de la rodilla” posterior al año 1960, pudiendo significar entre 30 y 40 cm aproximadamente:

“llegué el año 72...tengo un vago recuerdo cuando íbamos en patota con los chiquillos a bañarnos llegaba hasta aquí el agua más o menos (indica a la altura de su pecho), y ya no se metía más pa'llá porque era pura totora, como una selva y no podía entrar más pa'llá po.” (E1).

En cuanto a la extensión, hay quienes lo describen más grande o pequeño, por ejemplo, incluyendo o no una cancha de fútbol ubicada en el extremo este; además, un solo relato menciona otra zona de humedal al otro lado de la línea del tren con vegetación similar:

“...mira, hasta por acá más o menos había un humedal, esa placita y las primeras casas de allá -de Villa Desco-, nosotros le decíamos totoral, porque habían muchas totoras... en comparación con el otro este era chiquito” (E8).

“el Totoral era grande, llegaba hasta donde están las Torres mas o menos, y pasaba pa allá, se formaba grande, un totoral...pónele unas tres cuadras de distancia... por aquí llegaba un ducto me acuerdo (indica en los pies de la línea del tren), un ducto de aguas lluvias que desembocaba y moría por aquí...” (E1).

Por otra parte, hay quienes indican que el agua del humedal tenía entradas únicamente de precipitaciones directas sobre él, mientras que otros indican que era alimentado con las aguas lluvias provenientes de otros sectores. En cuanto a sus salidas, algunos relatos abordan la utilización del agua para la construcción de ladrillos y para riego, mientras que las demás no hacen mención alguna a las salidas de agua:

“...después empezó a poblarse y se acabó todo, y se eliminó, se secó eso, porque cortaron el agua, la gente que tenían parcelas no podían sembrar nada... -el agua que llegaba ahí era- de los mismos riegos, era como una descarga que tenía el agua ahí, venía de todas las parcelas, pero no eran agüitas sucias, claritas” (E9).

Finalmente, es necesario explicar la fecha escogida para finalización de este periodo rural. Si bien el año 1980 es una fecha arbitraria, esta se escogió por dos razones. La primera de ellas es la existencia de solo dos villas colindantes al Pajonal, estas son villa Desco y Cooperativa Cerrillos, y un poco más alejada villa Las Torres. La segunda razón para esta elección es el propio relato de los vecinos, si bien estos relatos no se condicen perfectamente todos abordan el tema de la urbanización como punto de quiebre para este ecosistema:

“...por ahí por el 80 más o menos, que empezó a cambiar, cuando empezaron a llegar las poblaciones, mi abuelo tenía animales, y luego de que llegaron las poblaciones le cortaron el agua al viejo, ya no pudo sembrar ni criar animales, y ahí empezó a buscar por otros lados.” (E9)

“...no sabría decirte en que año realmente eso ya... yo sé que lo cortaron, que lo secaron de un día pa otro ya no llegaba el agua de los canales, yo creo que cuando ya urbanizaron todas estas poblaciones ya hicieron alcantarillado, cerraron la exclusas pa alimentar con agua esta cuestión...” (E1).

4.2.2.2. Periodo 1980-2000: Urbanización y deterioro. En este periodo se construyeron las villas Capilla el Alto, Canadá, Los Presidentes de Chile, Don Cristóbal, Valle Verde y Del Sol, siendo éstas últimas cuatro villas colindantes con El Pajonal, algunas de estas villas no fueron consideradas ya que tienen menos de 30 años de antigüedad.

En concordancia con algunos relatos anteriores, aquellos que relacionan los cambios en el humedal con la urbanización, en esta etapa los vecinos entrevistados ya dan cuenta de la presencia de basura en este sitio, por ejemplo, uno de ellos, quien llegó exactamente el año 1980 con 11 años, y también otro que nació en la villa Cooperativa Cerrillos hace 40 años:

“...ahí eso era donde iban a botar basura en los alrededores, porque ahí habían obras de ladrillos en los alrededores... desde siempre -lo recuerdo con basura-, bueno, ahí iban a empresas a botar ahí la “Perlack” que era la que estaba aquí en el 15 de Pajaritos” (E11).

Por otro lado, además de la basura, los dos vecinos entrevistados de la villa Cooperativa Cerrillos mencionan el relleno del sector donde hoy se ubica la cancha de la organización deportiva homónima, ubicada en el extremo este del área de estudio, a los pies de la línea del ferrocarril:

“...esta cancha... tiene 5 metros de relleno, entonces... normalmente pal invierno se rompía, algo le pasaba, y toda el agua se venía para acá y se inundaba esta cancha, se inundaba mal... -la cooperativa- se encargó de empezar a recibir relleno, escombros, todo el asunto, para subir la cancha y que no se inundara ...” (E3).

En base a estos relatos, es posible enfatizar en la presencia de agua para este periodo, destacando la ocurrencia de inundaciones en las villas colindantes producto de crecidas en el nivel del humedal, los relatos indican las primeras inundaciones en las villas durante la década de 1990 e incluso algunas vecinas las relacionan directamente con el proceso de urbanización, es decir la pavimentación y el sistema de alcantarillado:

“...-toda el agua- se iba pa abajo y como que igual absorbía esa tierra blanca. De hecho ahora nos inundamos más que antes, ahora que están las calles hechas acá abajo se inunda todo, lo que no pasó cuando no teníamos nada, ahora que tenemos vereda, que tenemos calle se inunda todo...” (E14).

Si bien, la mayor parte de las personas que conocieron el humedal en esta época recuerdan que permanecía agua durante todo el año, un solo vecino recuerda lo contrario, es decir, que el humedal se secaba para el periodo de verano:

“En la parte del Pajonal había agua, pero en esos años ya había poca agua, pero solo en el invierno se veía agua, luego en verano se comenzaba a secar, ya no quedaba nada, las lluvias no más llegaban al Pajonal, pero aún quedaba totora.” (E11).

“siempre había agua, siempre estaba el pantano, siempre yo lo ví verde, no recuerdo haberlo visto seco y que después se reactivara, no, siempre lo vi verdecito, siempre hediondo si... (E3).

Como último antecedente que incorporar para este periodo, sobresale la presencia de fábricas de ladrillos. Si bien hay registro de al menos cuatro de éstas, una de ellas se ubicaba muy cercana al Pajonal del cual se extraía agua para el proceso productivo y también material vegetal para combustible, es decir, se usaba como una fuente de recursos:

“...el agua pa los ladrillos la gente la sacaba de ahí con motobomba, pa hacer el barro, toda esa agua la ocupaban, constantemente la ocupaban, no era agua que estaba detenida, era agua que siempre estaba circulando y eso caía después pa todas las parcelas y al final al Zanjón de la Aguada.” (E9).

Finalizando la descripción de este periodo del humedal, se observa un aumento considerable en las áreas urbanas colindantes y cercanas, así como también diversos usos del sitio y de las entidades ecológicas presentes. Entre los usos, destaca el vertedero ilegal de basura y escombros en todo el sitio, y de manera particular, el uso en forma de recurso natural del agua del humedal y de la totora para el proceso productivo de ladrillos. También, se aprecian modificaciones en la morfología del humedal producto de rellenos, el comienzo de periodos de grandes inundaciones que afectaron a varias villas cercanas y, paradójicamente, el inicio en la disminución del nivel de agua.

4.2.2.3. Periodo 2000-2018: Basural El Pajonal. Este periodo destaca, ante todo, por la presencia de basura y la presencia estacional y ocasional de agua en el humedal, aspecto ya tratados en apartados anteriores:

“...se hizo una campaña en el colegio...cada 3 meses hacíamos una cuadrilla entre los niños más grandes y los apoderados de los más chicos y sacábamos basura de ahí... la municipalidad venía una vez al mes pero a los 15 días ya estaba todo nuevamente...hubo mucho tiempo una plaga de ratones...” (E2).

Muy relacionado con la ausencia de agua y la presencia de basura, se encuentra la percepción de los vecinos respecto a este espacio, la mayoría de las personas que alcanzaron a conocer el Pajonal hace más de 30 años ven con lástima la transformación de este espacio, desde un espacio natural a un gran basural, y por el contrario, quienes conocieron este espacio durante este periodo, tienen una visión negativa del Pajonal. Este

cambio drástico se reflejó en el distanciamiento de ellas con el Pajonal, pasando de ser un lugar de esparcimiento y belleza, a un basural que no es visitado y se ve con recelo, tanto por los nuevos habitantes como por los antiguos:

“...pero era lindo, el humedal yo recuerdo que habían mucho verde... era muy bonito acá, me llega a dar emoción acordarme, hace mucho que no me acordaba de esas cosas... pero se ha provocado tanto incendio acá que se ha perdido todo eso, con la sequía, ya el humedal no existe, se perdió harto de lo hermoso que era este lugar, este lugar era muy bonito... -me generan- hartos sentimientos, tristeza, impotencia, tu te fijaste la cochíná que hay, los cerros con basura, la sequía...”. (E3).

4.2.2.4. Periodo 2018 al presente (2021): Proyecto Parque El Pajonal. Este último periodo se determinó en base a cambios visibles en este terreno y que también fueron mencionados en los relatos. Como se ha mencionado en puntos anteriores, el año 2018 comienza la limpieza y cierre perimetral del terreno. Por su parte, los vecinos y vecinas ven con buenos ojos la limpieza de este espacio y varios esperan poder disfrutar de un parque en este lugar:

“Mira, ahora lo veo bonito, aunque la verdad no le encuentro ninguna utilidad...me lo imagino como un parque bonito, un parque donde tu puedas acceder a caminar y a tener un pulmón verde... ahora veo que el asunto ya no es basural, tu tienes la ilusión de que pueda existir un parque, aunque por lo que han intentado no se ha hecho na’ po.” (E2).

“...de vez en cuando van a hacer ejercicio, es tan chico que no sirve ni siquiera pa construir, lo bueno que la gente no ha tirado mucha basura, hay un peladero no más, pero es pequeño. Y Ahí el Pajonal, que lo enrejaron, es bueno porque se ve que están haciendo algo, una plaza inmensa grande, hace falta un lugar, así...” (E4).

Lamentablemente, luego de efectuado el cierre perimetral, comenzó a acumularse basura por los límites del sitio y ya con posterioridad, el cierre perimetral fue sustraído ilegalmente lo que dio paso a que nuevamente se usara El Pajonal como vertedero ilegal de toda clase de basura.

Finalmente, como último antecedente, en el mes enero de 2021 se efectuó una toma en el terreno para establecer viviendas, esta toma fue desalojada a los pocos días y se procedió a realizar excavaciones poco profundas y remociones de tierra para evitar futuras tomas, afectando a casi la mitad del sitio (ver Figura 8)

4.3. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal

Para comenzar la descripción del sistema mediante el marco SASE, se hace necesario iniciar identificando y caracterizando las diferentes entidades del sistema social y ecológico actuales, que emergieron de los resultados anteriores.

En cuanto a las entidades sociales encontradas, estas corresponden a 3 entidades de diversa índole y escala. En primer lugar, se encuentra la entidad denominada Habitantes que, según la clasificación de actores entregada por García (2007), corresponde al tipo de actor agregado, siendo agrupaciones de personas que tienen características en común pero cada una busca sus propios objetivos por sus propios medios, corresponde a una agrupación puramente analítica. En este grupo de personas, claramente diverso, se encuentran variados usos y relaciones con el Pajonal, desde la recreación hasta el uso como vertedero, siendo el factor que los unifica como actor el hecho de convivir con este espacio y en las villas cercanas.

La segunda entidad social considerada, corresponde a la denominada Instituciones que, según la misma clasificación ya mencionada, corresponde tanto a un actor institucional propiamente tal como a un actor agregado, esto ya que incluye principalmente a las municipalidades de Maipú y Cerrillos y al Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU). Se agruparon estas tres instituciones puesto que comparten responsabilidad en la creación del parque que aquí se proyecta, son también quienes han realizado acciones esporádicas en el área de estudio e impulsaron el proceso de diseño del parque.

La última entidad social considerada, es la Asamblea Territorial Clotario Blest y corresponde a un actor del tipo colectivo, ya que es una organización donde sus integrantes persiguen objetivos comunes. Se considera esta organización por sobre otras por dos motivos principales, el primero de ellos es por ser una de las dos organizaciones de bases que realizan acciones concretas en el Pajonal. El segundo motivo, que la diferencia de la otra organización presente en el Pajonal (Club Deportivo Cooperativa Cerrillos), es que lleva a cabo acciones de educación ambiental, distinguiéndose del uso como vertedero y recreación.

Por otra parte, las entidades del sistema ecológico consideradas corresponden a dos. En primer lugar, está el ecosistema propiamente tal que corresponde a una entidad biofísica, denominado para el análisis como Humedal, y considera tanto los factores físicos, concretamente agua y suelo, y también los factores biológicos, específicamente la vegetación presente. Se hizo de esta forma, puesto que la propia investigación y las entrevistas abordaron al ecosistema en su totalidad, además de que dentro del relato de las entrevistas no destacaron especies vegetales para el periodo actual. En cuanto a los factores físicos, agua y suelo, ambos son de suma importancia para el ecosistema: uno regula los procesos ecológicos y otro es sostén de los organismos, además, ambos se ven afectados directamente por la contaminación depositada.

La segunda corresponde a la Riqueza de aves que corresponde a una entidad ecológica, que, como ya se mencionó, son útiles para evidenciar los cambios y el estado del ecosistema, gracias a su valor como bioindicadores. En la Figura 13 se pueden apreciar las entidades antes mencionadas y las situaciones de acción (SA o relaciones) determinadas para cada una de ellas, correspondientes al Nivel 1 del marco propuesto.

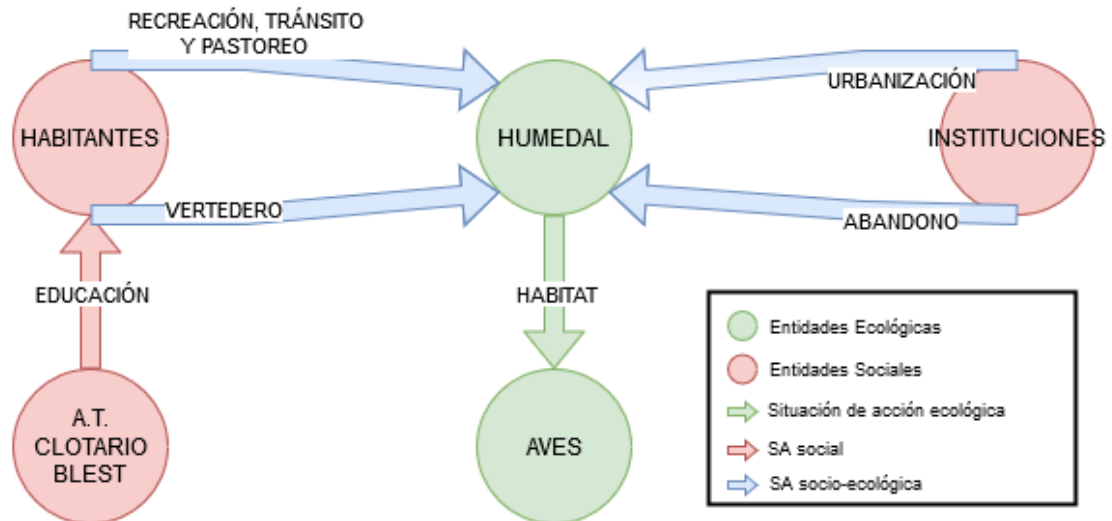


Figura 13. Nivel 1: Situaciones de acción entre entidades del sistema social y ecológico. Fuente: elaboración propia.

Si bien, las situaciones de acción definidas entre cada entidad son el núcleo del análisis propuesto, no se ahondará demasiado en ellas ya que cada uno de estos usos y vínculos fueron descritos en los apartados anteriores. En su lugar, se profundizará más adelante, sobre las relaciones entre cada SA. En el Apéndice VII se puede apreciar un resumen de esta información.

En primer lugar, desde los Habitantes se definen dos situaciones de acción, donde ambas afectan al Humedal, estas son: (1) Recreación, Tránsito y Pastoreo (RTP), y (2) Vertedero. En cuanto a la RTP, estas tres acciones autoexplicativas se agruparon pues se comportan de manera similar en el análisis, afectando y siendo afectadas por las mismas SA, aspecto que se detallará más adelante.

Desde las Instituciones se definen dos SA, la primera corresponde al Abandono que afecta al Humedal, el cual se ha sido visualizado por la comunidad desde hace años. Si bien estos últimos años se han llevado a cabo acciones concretas, estas no han significado un cambio significativo en el sistema. Por otra parte, la segunda SA corresponde a la Urbanización que afecta también al Humedal, esta SA hace referencia principalmente al proceso de pavimentación de las calles y la instalación del sistema de captación de aguas lluvias, modificando el mismo humedal y sus alrededores.

Desde la Asamblea Territorial Clotario Blest (ATCB) se define una única SA, esta afecta a los Habitantes y corresponde a la Educación Ambiental, estas acciones han sido llevadas a cabo por integrantes de esta organización en diferentes momentos.

La última SA descrita corresponde al Hábitat, interacción que ocurre desde el Humedal hacia las Aves, y hace referencia a las diferentes condiciones de humedad y vegetación que contribuyen y limitan el establecimiento de diversas especies. Esta situación de acción es el centro del análisis, puesto que a través de ella es posible evaluar el estado del ecosistema.

El método continúa con el Nivel 2, que corresponde a la configuración de las situaciones de acción, esto es las relaciones que existen entre las diferentes SA. Como ya se mencionó, la SA Hábitat corresponde al eje central de interacciones, lo que se puede apreciar en la Figura 14, que es también afectada por un conductor externo al sistema, que corresponde a la Disminución de precipitaciones, por la cual se ven reducidas las entradas de agua al humedal, condición que también fue abordada en apartados anteriores.

En cuanto a la Recreación y tránsito, se considera que estas actividades deterioran el Hábitat por las condiciones en que se realizan. En primer lugar, la recreación se concentra en las áreas intervenidas por la Municipalidad de Maipú, y como ya se ha mencionado, estas áreas fueron construidas rellenando parte del humedal y también pavimentando otros sectores, siendo estas las razones por las que se considera que existe deterioro. En cuanto al tránsito, destaca para este propósito, aquel que se realiza en vehículos motorizados dentro del terreno, lo cual genera compactación y erosión del suelo. Por otro lado, la actividad de pastoreo afecta directamente al suelo, contribuyendo a su compactación, reduciendo la cantidad de poros y, con ello, limitando la capacidad de retención de agua y la cantidad de oxígeno disponible, afectando indirectamente a la vegetación. Otra manera de afectación directa a la vegetación, y con ello al ecosistema completo, es producto del pastoreo mismo, concentrando el consumo en ciertas especies y fracciones de las mismas (López, 1987).

En cuanto al uso como Vertedero, este también deteriora el Hábitat por la contaminación directa de los diversos residuos depositados, tanto del agua cuando está presente y también del suelo, introduciendo plásticos que pueden bioacumularse además de otros contaminantes (MMA, 2020). Además, su condición de vertedero significa una desvaloración del Humedal como sitio para la Recreación, Tránsito y Pastoreo.

Continuando con la descripción del Nivel 2, se observa que el Abandono por parte de las Instituciones facilita, y facilitó, el uso del Humedal como Vertedero desde hace varios años. De manera más concreta, esta SA se entiende como la falta de equipamiento y acciones periódicas de mantenimiento y mejora del espacio, evidenciado en los años que estuvo sin cierre perimetral, sin iluminación en las calles colindantes y también en la demora en concretar la compra de este terreno.

Como algunos relatos mencionan, desde que se urbanizó el barrio con pavimento y captación de aguas lluvia se han visto afectados por inundaciones periódicas producto de las precipitaciones y, además, el nivel de agua en el Humedal se ha visto disminuido. Esta interacción cobra sentido puesto que el agua que naturalmente escurría desde los lugares más altos hacia el humedal, ahora es captada y dirigida hacia el alcantarillado, esto es el proceso de Urbanización desde las Instituciones hacia el Humedal.

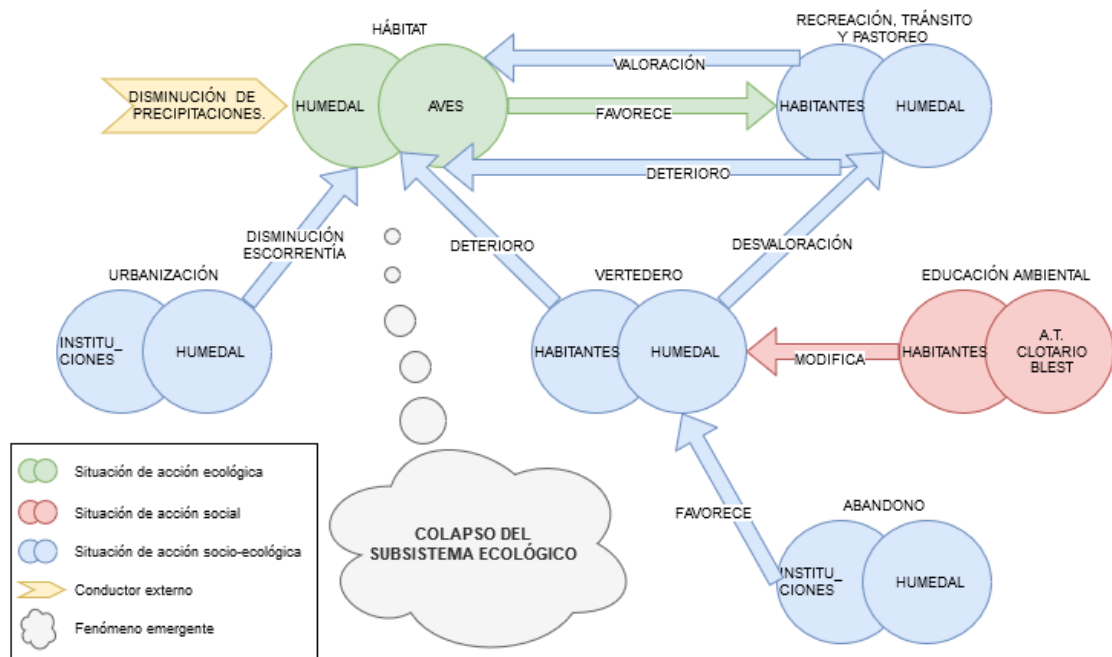


Figura 14. Nivel 2: Configuración de situaciones de acción y fenómeno emergente. Fuente: elaboración propia.

La última interacción que queda por revisar se relaciona con la Educación ambiental llevada a cabo por la Asamblea Territorial Clotario Blest. Esta actividad modifica la Recreación, tránsito y pastoreo al visualizar y masificar aspectos de la relevancia ecológica de este espacio, destacándolo como lugar de anidación y hábitat de variadas especies de aves así como también su condición de humedal.

El Nivel 3 corresponde al fenómeno emergente producto de las SA y de la configuración resultante, este se determinó como el Colapso del subsistema ecológico. Al hablar de colapso ecosistémico se usó la definición entregada por la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2015), y corresponde al umbral teórico donde un ecosistema se transforma en uno nuevo, con diferente biota característica (riqueza y abundancia), diferentes interacciones y funciones ecológicas, en otras palabras, es una transformación de la identidad de un ecosistema producto del cambio en las variables que lo definen.

Considerando la definición anterior y los datos obtenidos en esta investigación, es posible referirse al colapso del ecosistema El Pajonal por la pérdida de especies de aves asociadas a humedales, las cuales fueron reemplazadas por especies generalistas que están presentes en los cerros isla de la Región Metropolitana. A su vez, el cambio en la avifauna es propiciado por la corta permanencia de agua en el humedal producto de la disminución de precipitaciones y escorrentía, es decir, un cambio en las variables que lo definen.

Finalmente, si bien el colapso del subsistema ecológico se plantea como fenómeno emergente del sistema, este claramente tiene retroalimentación con el subsistema social. Los relatos obtenidos, mencionan el declive ecológico de El Pajonal como factor importante para su utilización como vertedero, lo cual a su vez también significa en un deterioro de sus relaciones y la valoración que le otorgan a este espacio.

5. DISCUSIÓN

5.1. Determinación del estado actual del humedal

5.1.1. Determinación del cuerpo de agua

En cuanto al método empleado en este punto, se puede apreciar que la validación utilizando el NDVI no es completamente precisa, pues existen zonas dentro de la laguna que no desarrollaron vegetación según las imágenes empleadas, mientras que zonas fuera del espejo de agua aumentaron su vigorosidad. En parte, esto puede deberse a la intervención realizada por la Municipalidad, la cual efectuó movimiento de tierra utilizando maquinaria pesada para la construcción unilateral (Figura 8) y/o, simplemente, a condiciones previas del suelo.

Por otra parte, se pudo comprobar el régimen actual de recarga del humedal, el cual corresponde a un régimen estacional producto de las precipitaciones, lo cual coincide con un levantamiento de información reciente por parte de PAN Estudio (2020a), que ha llegado a la misma conclusión revisando imágenes satelitales de la plataforma Google Earth desde 1999 hasta el 2017, evidenciando además un cambio en la morfología del paisaje. Esta serie de imágenes pueden observarse en el Anexo II, donde además se aprecia una fuerte variación en la vegetación. Por otro lado, ninguna de las imágenes evidencia la presencia de agua y tampoco se menciona la época del año a la que corresponden, lo cual limita en cierto grado la comparación.

Finalmente, es posible destacar en este apartado las diferentes definiciones y clasificaciones de humedales que existen y contrastarla con la definición de Ramsar utilizada en esta memoria. La Secretaría de la Convención Ramsar (2016) define a los humedales de manera amplia de la siguiente forma:

“las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, 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”

Esta definición de humedales no hace alusión al tipo de vegetación que el sistema sustenta. Sin embargo, el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la misma convención se basa esencialmente en la vegetación, definiendo así 42 tipos diferentes de humedales agrupándolos en tres grandes categorías: (1) marinos y costeros; (2) continentales, y; (3) artificiales. El humedal estudiado corresponde a un humedal continental y, dentro de esta categoría, el tipo que mejor se ajusta a las características registradas corresponde al tipo Ts, que se definen de la siguiente manera (Sec. Convención Ramsar, 1999):

“Ts -- Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos; incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), potholes, praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.”

Respecto a las charcas o lagunas estacionales, la Convención acepta que normalmente son de reducida extensión (menor a 10 ha) y son poco profundas, aun así, establece que el periodo de inundación debe ser lo suficientemente prolongado para permitir el desarrollo de flora y fauna acuática, y específica como algunas de sus características el brindar un lugar de anidación para aves acuáticas (Sec. Convención Ramsar, 2010). En este sentido, El Pajonal cumple con las características de extensión y profundidad, sin embargo, la comunidad de avifauna descrita, como veremos más adelante, presenta casi en su totalidad aves generalistas y de ciudad, salvo el avistamiento de un individuo en una sola ocasión; en cuanto a la vegetación, si bien este componente biótico no fue abordado directamente, el tiempo de permanencia del agua no fue mayor a 60 días.

Por otra parte, el Centro de Ecología Aplicada y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CEA-CONAMA, 2006) hacen una revisión de varias definiciones de humedales, las cuales integra desde el primer momento el requisito de ser sustento para flora y fauna acuática, requisitos no cumplidos por el presente sitio de estudio. Además, el CEA y el Servicio Agrícola y Ganadero (CEA-SAG, 2006) mencionan que existe una jerarquía en la importancia de los factores que controlan el humedal, siendo estos en orden decreciente de importancia: los factores físicos, como el agua y su tiempo de permanencia; los factores químicos; y los factores biológicos, como la vegetación y la comunidad de aves. En otras palabras, según este autor, podría ser debido a la corta permanencia de la lámina de agua la poca abundancia de aves acuáticas.

5.1.2. Determinación de la avifauna

Si comparamos la riqueza observada en este estudio (17 spp) con la riqueza registrada en otro humedal de la Región Metropolitana (RM), como el humedal Laguna de Bатуco, notamos que se encuentra lejos de las 154 especies registradas mediante observación ciudadana en la plataforma eBird, e incluso lejos de las 125 spp para el mismo sitio mediante bibliografía (The Nature Conservancy, 2018). En este sentido es necesario mencionar, en primer lugar, que las condiciones ambientales del humedal Laguna de Bатуco son diferentes, puesto que es un humedal de 289 ha aprox. y de carácter permanente, además que allí ya se realizan acciones de conservación (Barrera, 2011). En segundo lugar, las observaciones ciudadanas se registran durante todo el año, aumentando así las probabilidades de avistamiento de aves raras o poco comunes, en este sentido, si incorporamos información desde fuentes ciudadanas para el Humedal El Pajonal, vemos que la riqueza aumenta casi un 50%, desde 17 hasta 25 especies (PAN Estudio, 2020a).

Tomando otros puntos de comparación en la RM, se pueden citar diversos estudios de riqueza y diversidad de aves en plazas y parque urbanos de Santiago. Estados (1995) registró durante invierno 17 spp en plazas y parques del sector oriente, donde la comunidad era dominada por pocas especies muy abundantes, donde el Zorzal y Chincol concentraban más del 50% de los individuos. Por otro lado, Mella y Loutit (2007) analizaron la riqueza del matorral espinoso en 5 cerros islas, encontraron que el cerro más diverso contaba con 25 spp mientras que el menos diverso con tan solo 15, en estas comunidades observaron 7 spp presentes en todos los cerros, estas fueron: tórtola, tortolita cuyana (*Clumbina picui*), zorzal, fío-fío (*Elaenia albiceps*), tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), chercán (*Troglodytes aedon*) y chincol. De manera similar, Díaz y Armesto (2003) llegaron a

resultados similares en zonas residenciales y parques urbanos de la zona oriente. Por su parte, Muñoz et al. (2018) estudiaron parques urbanos diferenciándolos por tamaño, y aquellos parques mayores a 5 ha, rango en que se encuentra El Pajonal, presentaban una riqueza promedio de 15 especies, mientras que en cerros islas aumentaba a 20 spp.

En base a esta información, se aprecia que la riqueza de aves es más similar a la de una plaza, parque urbano e incluso cerros islas que a la que esperaría encontrar en un humedal. Esta condición se puede deber a las grandes perturbaciones que ha sufrido El Pajonal desde la contaminación física, la alteración del medio, su contexto fuertemente urbano y por la disminución continua de las precipitaciones, que corresponden a la principal fuente de recarga del humedal (Simeone et al., 2008; PAN Estudio, 2020a). En este mismo sentido, se observa que la composición de la comunidad de aves en El Pajonal corresponde a especies generalistas, presentes comúnmente en las ciudades como el zorzal, chincol, gorrión e incluso unos pocos registros de palomas (*Columba livia*) y cotorra argentina (*Myopsitta monachus*), siendo las últimas tres especies mencionadas especies introducidas. Sin embargo, destacan dos especies de aves ligadas a entornos húmedos, según Medrano et al. (2018), las cuales son el Trile (*Agelasticus thilius*) y la Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), observándose solo un individuo de trile en una ocasión, mientras que varios individuos de gaviotas fueron observados en tránsito sobrevolando el humedal.

Por otra parte, la ubicación de los transectos con mayor riqueza se observa hacia el centro de El Pajonal, en el mismo sentido en el que aumenta el vigor de la vegetación y concordando con el lugar de vertido de aguas residuales de la toma. Estos resultados, están en concordancia con diversos autores (Estades, 1995; Díaz y Armesto, 2003; Mella y Loutit, 2007; Muñoz et al., 2018) que han relacionado positivamente diversos parámetros de la vegetación con la riqueza y abundancia de aves. Si bien haría falta un análisis estadístico para comprobar que se cumple esta relación para el área actual de estudio, esto se ha omitido pues escapa del alcance de la presente investigación.

5.2. Identificación de los cambios sufridos por el humedal en los últimos 40 años

Uno de los primeros antecedentes recopilados fue la disminución de las precipitaciones para el área de estudio, si bien los datos recopilados muestran una tendencia a la disminución desde la década de 1950, estos últimos 10 años Chile atraviesa por el fenómeno de mega sequía con un déficit promedio de entre el 20 y el 40% respecto al registro histórico; en particular, el año 2019 este déficit alcanzó el 77%, dato que concuerda con el segundo mínimo para las estaciones analizadas (de la Vega, 2020). Además, si consideramos las proyecciones futuras respecto a las precipitaciones en contexto del cambio climático, las cuales estiman una disminución de hasta el 15% para 2030, déficit que se agravará para el 2050, se esperaría también que la cantidad de agua almacenada y el tiempo de permanencia en el humedal sean menores cada año (MMA, 2014).

Por otro lado, el Plan Nacional de adaptación al cambio climático menciona el alto grado de vulnerabilidad que experimentarán las ciudades en este contexto, especialmente la zona central que concentra gran parte de la población. Entre los factores de vulnerabilidad, destacan las inundaciones por lluvias intensas que impactaran sobre los colectores de agua y los sistemas de drenaje urbano (MMA, 2014). Como se mencionó anteriormente, las inundaciones y el colapso de los sistemas de drenaje ya son comunes en el área de estudio, pudiendo verse empeorados en los años futuros por los eventos de precipitaciones extremas. Es interesante notar que el plan nacional, mencionado al inicio de este párrafo, no hace mención ni una sola vez al concepto de humedal o humedales, cuando estos ecosistemas pueden verse afectados tanto por el aumento en la temperatura como por la disminución de precipitaciones y, eventualmente, pueden contribuir a mitigar las crecidas e inundaciones en caso de lluvias torrenciales (Amstein, 2016).

En este punto, es posible incluir a la discusión los conceptos de infraestructura verde y servicios ecosistémicos (SE). Por un lado, la infraestructura verde puede entenderse como un sistema interconectado de espacios verdes que conservan las funciones y SE, siendo estos últimos los beneficios obtenidos por las personas desde los ecosistemas (Vásquez, 2016). Ambos conceptos convergen en la capacidad de los humedales para retener el agua y mitigar las inundaciones, siendo en este caso concreto, producto de las precipitaciones. Naturalmente, antes de la urbanización, el agua de las precipitaciones escurría hacia El Pajonal producto de la depresión en la que se ubica, sin embargo, al pavimentar sus alrededores y canalizar las aguas hacia el alcantarillado se redujo una de las grandes entradas de agua hacia este ecosistema, situación que documenta Camaño y Arumí (2018) para otros humedales. Así también, el hecho de rellenar varios sectores del sitio provoca una disminución en la cantidad de agua que puede retener el humedal, en otras palabras, disminuyendo la capacidad de servir como controlador de inundaciones.

En vista del investigador, una propuesta de recuperación para este ecosistema debería abordar el aumento en la profundidad actual y la canalización de aguas lluvias del entorno hacia este punto, para acercarse a las condiciones iniciales percibidas en este estudio. Estas medidas deberían ser planificadas considerando los lineamientos de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), los cuales buscan mejorar la calidad del agua lluvia mediante procesos naturales, evitar las inundaciones, permitir la recarga de acuíferos y recuperar hábitats naturales en el entorno urbano (Castro et al., 2005)

Por su parte, los SE se dividen tradicionalmente en 4 tipos: (1) los servicios de Soporte; (2) servicios de Aprovisionamiento; (3) servicios de Regulación, y; (4) servicios Culturales. De estos, el tipo de SE más extendido y valorado por la comunidad son los servicios culturales, concretamente aquellos relacionados con la recreación y el valor estético, concentrados en los primeros dos periodos históricos descritos para el Pajonal. En este sentido, muchas personas declararon que este era un lugar bonito a la vista, donde venían a jugar cunado eran niños e incluso una atracción donde invitaban a las visitas a pasar la tarde.

En segundo lugar, también destacan los servicios de aprovisionamiento, como el uso directo del agua para la fabricación de ladrillos; otros mencionan la relación de este humedal con los sistemas de riego de las chacras cercanas y como bebedero para animales; así también, se comenta el uso de la totora para diversas artesanías y juegos, y más antiguamente la provisión de alimento mediante la pesca. Por último, otro tipo de servicio mencionado es el de regulación, específicamente sobre el control de las inundaciones, mencionado una única vez por una persona.

Todos los servicios mencionados se concentran durante el primer periodo descrito para el Pajonal, es decir entre 1920 y 1980, y comienzan su declive durante el segundo periodo para desaparecer al comienzo del siglo XXI, configurándose así la pérdida de SE valorados e identificados por la comunidad. Es decir, los relatos identifican al proceso de urbanización como el responsable de estas pérdidas.

En esta misma línea, Amstein (2016) concuerda en que el crecimiento poblacional y el consecuente proceso de urbanización, provocado por el aumento en la necesidad de viviendas y servicios, han significado la pérdida de numerosas hectáreas de humedales, ya sea de manera directa mediante el drenaje y relleno, o también por la acumulación de basura arrojada a los humedales, transformándolos en vertederos que, a su vez, atraen especies invasoras como ratas y conejos. La autora coincide en que el proceso de desecación, producto de una reducción en la afluencia de agua de manera sostenida en el tiempo, reduce la capacidad del ecosistema en mitigar inundaciones. Así mismo, afirma que el relleno destruye los humedales y merma los SE entregados por ellos.

En cuanto al proceso de urbanización, diversas fuentes mencionan que en Maipú y, específicamente también el Barrio Clotario Blest, se dio desde hace 50 años entre las décadas de 1970 y 1990 (I. Municipalidad de Maipú, 2015; Hernández, 2016). La WCS (2019) es tajante al declarar que el “fenómeno de degradación se ha acelerado durante los últimos 50 años, pues los chilenos hemos transformado los ecosistemas naturales, incluyendo a los humedales, más rápido y extensamente que en ningún otro periodo comparable de nuestra historia”.

Otro aspecto que es posible contrastar entre los resultados es la riqueza de avifauna, esta comparación se puede realizar solo si consideramos válida la información entregada por la comunidad, es decir, el conocimiento local respecto de las aves que aquí habitaban. Diversos estudios han utilizado esta premisa, comprendiendo que el conocimiento no solo se produce desde la academia e institucionalidad, sino que también existe una fuente de saberes dentro de diversas comunidades que se mantienen mediante el relato oral y la observación, ya sean comunidades indígenas, rurales o pobladores en general (Lameda, 2011). Estudios de esta índole han abordado el conocimiento local sobre diversos taxones de fauna, como aves, mamíferos, reptiles y anfibios; sobre las cadenas tróficas de aves marinas y comunidades de peces, y también sobre vegetación (Caro, 2006; Osbahr y Morales, 2012; Aldana et al., 2016; Cursach et al., 2016).

De esta forma, considerando la riqueza de aves mencionada en los relatos y contrastándola con la riqueza de aves determinada en esta investigación, se observa una profunda modificación de la avifauna, donde la gran mayoría de las aves asociadas a humedales (siete colores, garzas, taguas, patos y gaviotas) ya no están presentes, siendo reemplazadas

por aves generalistas y de entornos urbanos. Si bien, esta comparación sirve para evidenciar el deterioro ambiental que ha sufrido el humedal, es incompleta puesto que no es posible identificar exactamente a qué especies se hace referencia. Por ejemplo, el nombre común de garza puede referirse a *Bubulcus ibis*, *Ardea cocoi* o *Egretta thula*, todas presentes en la zona central de Chile, situación que se repite con las taguas, y patos, a excepción del siete colores que solo se identifica con ese nombre a *Tachuris rubrigastra* (Medrano et al., 2018).

Finalmente, cabe destacar un relato que indica la existencia de un pequeño humedal al costado este de la línea del tren. Esto cobra relevancia considerando el aspecto visual, donde se aprecia una depresión interrumpida solamente por el terraplén levantado para el ferrocarril, como se puede apreciar en la Figura 16, donde la imagen “a” muestra el extremo este de El Pajonal, mientras que la fotografía “b” muestra la continuidad de esta depresión donde, aproximadamente, se ubicaba este pequeño humedal.

Surge entonces la hipótesis de que este humedal fuera de mayor envergadura y, eventualmente, la construcción del ferrocarril cerca del año 1900 haya fraccionado este ecosistema. Sin embargo, dada la antigüedad de los hechos, no se pudo acceder a ningún relato que confirmara esta idea ni tampoco a documentos que aborden los impactos ambientales de la construcción del ferrocarril. Tampoco se encontró información sobre alguna situación similar dentro de Chile.

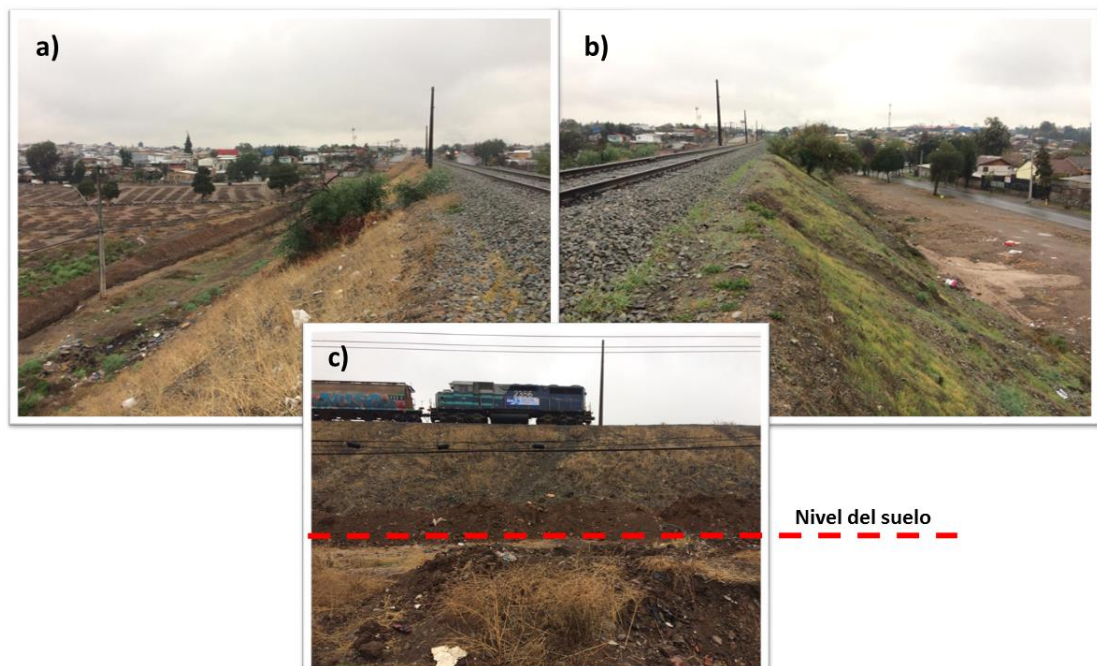


Figura 15. Terraplén del ferrocarril. Donde a) y b) muestran una visión hacia ambos lados del ferrocarril, mostrando el Pajonal y el lugar del otro humedal, respectivamente. C) muestra el desnivel del terraplén. Fuente: elaboración propia.

5.3. Descripción del sistema socio-ecológico representado por el humedal

Sin duda, el concepto más interesante de discutir en este apartado es el de colapso, siendo el fenómeno emergente del sistema estudiado. Partiendo desde la base, la UICN (2015) integra esta idea dentro de una metodología cuantitativa para crear la Lista Roja de Ecosistemas (LRE), similar a la Lista Roja de Especies, aplicable a grandes o meso escalas (continental, regional, nacional, etc.). Este es uno de los seis criterios de evaluación, y su propósito es “permitir una evaluación integrada de múltiples amenazas, síntomas y sus interacciones”, expresándolo como la probabilidad de colapso.

En primer lugar, al ser una metodología cuantitativa, se requiere una gran cantidad de datos también cuantificables para poder establecer la probabilidad de colapso (Alaniz, 2014). En este sentido, si bien esta investigación no cuenta con datos cuantificables para comparar, sí fue posible determinar que se produjo un cambio en la riqueza de avifauna que, por cierto, corresponde a los taxones característicos de humedales. Por lo demás, esta investigación no tiene como objetivo determinar la probabilidad de colapso de El Pajonal, por lo que puede prescindir en gran medida de esta información. Aun así, se puede determinar que El Pajonal traspasó el umbral teórico transformándose en un nuevo ecosistema, con diferente biota, interacciones y funciones ecológicas.

Otro punto interesante de mencionar es la aplicación de esta metodología para Chile. Pliscoff (2015) aplicó los criterios de la LRE únicamente a ecosistemas terrestres, dejando fuera a los humedales y excluyendo del análisis la estimación de la probabilidad de colapso “debido a que se consideró que no existe información suficiente” para los ecosistemas analizados.

Por otro lado, Marquet y Bradshaw (2004) abordan el concepto de disrupción ecosistémica y lo definen como “perturbaciones inducidas por el hombre en funciones de los ecosistemas”, dentro de las cuales el cambio de uso de suelo es una de las disrupciones más importantes. Este concepto cobra relevancia puesto que se ha identificado que estas perturbaciones pueden conducir al colapso ecosistémico (Vitousek et al., 1997). Por su parte, la UICN (2015) menciona diversos conductores de colapso, entre los cuales se encuentran la degradación ambiental y forzantes climáticos.

En el transcurso de esta investigación, se ha constatado que para el humedal El Pajonal han ocurrido grandes cambios en el uso de suelo de su alrededor, existe una degradación ambiental producto de la contaminación y la intervención directa del terreno y, además, también están presentes forzantes climáticos como la disminución de precipitaciones. Todos de estos factores, a excepción del último, corresponden a disrupciones ecosistémicas actuando sobre el humedal, validando la utilización del concepto de colapso para este ecosistema.

6. CONCLUSIONES

En esta investigación se reconstruyó la historia del sistema socio-ecológico (SSE) representado por el humedal El Pajonal, sistematizando y aportando con información científica del mismo. A lo largo de los 100 años de historia que se reconstruyeron del SSE, se evidenció un alto grado de perturbación concentrada en los últimos 40 años, periodo en el cual sufrió un proceso de urbanización que ha devenido en la pérdida de diversas funciones y servicios ecosistémicos, transformando la comunidad de especies que habitaba y también las relaciones entre los subsistemas social y ecológico.

Dentro de los cambios mencionados para este ecosistema se encuentra la transformación de su identidad como humedal, condición que se puede apreciar por su riqueza de especies de avifauna más parecida a un cerro isla, y por la presencia irregular y escasa de agua. Estos cambios han sido propiciados por variados conductores tanto sociales como ambientales, ejemplo de esto es el uso de El Pajonal como vertedero ilegal al menos por 20 años, la disminución de precipitaciones por causa del cambio climático, y la disminución de la escorrentía causada por el cambio climático y la pavimentación del área de estudio.

Dado los motivos anteriores, el estado actual del subsistema ecológico de El Pajonal es el colapso teórico, aspecto relevante a considerar para orientar las futuras acciones que aquí se quieran realizar, y reconociendo el gran potencial ecológico de este sitio en el contexto urbano. Sin embargo, también se debe tener en cuenta que este ecosistema ya se encuentra intervenido por el inicio de la creación de un parque intercomunal, intervención que tiene presupuestado seguir su curso hasta modificar completamente este espacio.

En cuanto a la descripción del SSE, la metodología SASE permitió sintetizar cabalmente toda la información obtenida y, así, explicar el sistema de una manera clara y simplificada. Esta herramienta, gracias a sus 3 niveles de análisis, también permitió identificar otras relaciones que, en principio, pudieron pasar desapercibidas, como son por ejemplo los procesos de valoración, desvaloración y disminución de escorrentía.

En vista de todo lo anterior, esta memoria da cuenta de la utilidad de las investigaciones de tipo mixta para el estudio de sistemas socio-ecológicos, integrando tanto datos cualitativos como cuantitativos para obtener una mirada más detallada de los procesos que ocurren dentro de los sistemas complejos. De manera aparte, destaca también el método SASE, como una herramienta novedosa de simple aplicación que no mostró dificultad para incorporar datos mixtos.

Finalmente, esta memoria abre nuevas preguntas para futuras investigaciones sobre este ecosistema, como por ejemplo: ¿cómo es la vegetación y qué especies de flora están presentes en el humedal? ¿cuál es la valoración de la comunidad, y sobre todo de los más jóvenes, con respecto al parque proyectado? ¿cuál es la visión institucional sobre este humedal, a nivel local y central?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alaniz, A. (2014). *Análisis de los cambios en la cobertura de los ecosistemas de la zona central de Chile (regiones V, RM y VI) asociado a dinámicas de uso de suelo* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Aldana, N., M. Díaz, A. Feijoo y H. Quintero. (2016). Percepciones y reconocimiento local de fauna silvestre, municipio de Alcalá, Departamento del Valle de Cauca, Colombia. *Luna Azul*, 43, 56-81.
- Álvarez, J. y G. Jurgenson. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Amstein, S. (2016). *Los humedales y su protección jurídica en Chile* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Aravena, N. (6 de marzo de 2020). Consulta ciudadana por “Parque El Pajonal”: la gente desea recuperar el humedal. *La voz de Maipú*. Recuperado de <https://lavozdemaipu.cl/consulta-ciudadana-por-parque-el-pajonal-la-gente-desea-recuperar-el-humedal/>
- Aravena, N. (9 de febrero de 2021). Crónica: una noche en la toma del Pajonal. *La voz de Maipú*. Recuperado de <https://lavozdemaipu.cl/toma-el-pajonal/>
- Barrera, S. (2011). *Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la Laguna de Batuco* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Belda, F.; J. Melia y D. Segarra. (1999). Relación entre el NDVI, precipitación y humedad del suelo. Aplicación a zonas forestales de la provincia de Alicante. En S. Castaño y A. Quintanilla (Eds.), *Teledetección: avances y aplicaciones*. Conferencia llevada a cabo en el VIII Congreso Nacional de Teledetección, Albacete, España.
- Bravo, D. (2010). Conservación y preservación de los humedales en Chile. *Justicia Ambiental*, 2(2), 91-158.
- BS Consultores. (2015). Línea base de suelo. En BS Consultores, *EIA Segunda línea oleoducto M-AAMB* (24p.). Santiago, Chile.
- Camaño, J. y J. Arumí. (2018). Desafíos y evolución del drenaje urbano en Chile. *Tecnología y ciencias del agua*, 9(6), 132-153.
- Caro, O. (2006). *Conocimiento local y estudio de la comunidad de aves como herramientas para la identificación de especies arbóreas nativas importantes para la conservación en sistemas ganaderos de los llanos orientales de Colombia (San Martín, Meta)* (tesis de magister). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Castro, D., J. Rodríguez-Bayón, J. Rodríguez-Hernández y F. Ballester. (2005). Sistemas urbanos de drenaje sostenible. *Interciencia*, 30(5), 255-260.

- Centro de Ecología Aplicada (CEA) y CONAMA. (2006). *Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica*. Santiago, Chile.
- Centro de Ecología Aplicada (CEA) y SAG. (2006). *Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales*. Santiago, Chile.
- Cerri, C. (2010). La importancia de la metodología etnográfica para la investigación antropológica. *Perifèria*, 13(2), 4-35.
- Chuvieco, E. (1995). Fundamentos de teledetección espacial. Ediciones Rialp
- Colombo, C. (31 de enero de 2018). ¿En qué va el proyecto de un parque en “El Pajonal”? *La Batalla*. Recuperado de <https://www.labatalla.cl/va-proyecto-parque-pajonal/>
- Cooperativa. (12 de febrero de 2012). Vecinos exigieron el cierre de vertedero ilegal en Maipú. *Cooperativa*. Recuperado de <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/ciudades/vecinos-exigieron-el-cierre-de-vertedero-ilegal-en-maipu/2012-02-12/233153.html>
- Cornejo, F. (12 de febrero de 2012). Vecinos de “El Pajonal” de la comuna de Maipú protestan por delincuencia y salubridad. *Biobio*. Recuperado de <https://www.biobiochile.cl/noticias/2012/02/12/vecinos-de-el-pajonal-de-la-comuna-de-maipu-protestan-por-delincuencia-e-insalubridad.shtml>
- Cursach, J., J. Vilugrón, C. Tobar, J. Rau, C. Oyarzún, H. Oyarzo, J. Abarzúa y M. Provoste. (2016) Conocimiento local sobre aves marinas por pescadores artesanales de bahía San Pedro, costa de Purranque, centro-sur de Chile. *Revista chilena de ornitología*, 22(1), 120-125.
- Dabove, P. & A. Mazino. (2014). GPS & GLONASS Mass-Market receivers: Positioning performances and peculiarities. *Sensors*, 14, 22159-22179.
- De la Maza, M. y C. Bonacic (Eds.). (2013). *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Santiago, Chile.
- De la Vega, F. (septiembre, 2020). *Sequía: los desafíos para Chile de un futuro con menos agua*. Recuperado de <https://www.uchile.cl/noticias/168766/sequia-los-desafios-para-chile-de-un-futuro-con-menos-agua>
- Díaz, I. y J. Armesto. (2003). La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Revistas Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 19(2), 31-38.
- Díaz, I. y M. Burguillo. (2018). Servicios ecosistémicos y humedales. En I. Díaz, E. Sedas y M. Burguillo. (Coords.), *Servicios Ecosistémicos en humedales* (pp. 17-50). Veracruz, México: Secretaría de Medio Ambiente.
- Díaz, L., U. Torruco, M. Martínez y M. Varela. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7): 162-167.

Dirección General de Aguas. (s.f.). *Inventario público de cuencas hidrográficas*. Recuperado de <http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=140491cbe86847cab6b18949442393f9>

Earth Observing System (EOS). (2018). *NDVI*. Recuperado de <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>

Estades, C. (1995). Aves y vegetación urbana: el caso de las plazas. *Boletín Chileno de Ornitología*, 2, 7-13.

European Space Agency (ESA). (2015). *Sentinel-2 user handbook*. Paris, Francia.

Figuerola A. (2018). Humedales de Chile: diversidad, endemismos y desafíos para su conservación. (Cap.5.3.2, pp.76-86). En Ministerio del Medio Ambiente. *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos*. 2a. ed. (pp. 76-86). Santiago, Chile.

Fuentealba, S. (febrero, 2012). *Vecinos de Maipú recurren a la justicia para cerrar vertedero ilegal*. Recuperado de <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/02/23/vecinos-de-maipu-recurren-a-la-justicia-para-cerrar-vertedero-ilegal/>

Fundación Junto al Barrio (JAB). (2016). *Mesa territorial por conflicto El Pajonal*. Recuperado de <https://www.juntoalbarrio.cl/nuestrosbarrios/intervenciones-finalizadas/los-presidentes/mesa-territorial-por-conflicto-el-pajonal/>

García, E. (2007). El concepto de actor, reflexiones y propuestas para la ciencia política. *Andamios*, 3(6), 199-216.

García, M., M. Pérez y J. Sanz. (2006). Variabilidad hídrica y edáfica de humedales peninsulares interiores a partir de imágenes Landsat (TM y ETM). *Estudios Geográficos*, 67(260), 57-78.

Gutiérrez, T. y G. Mateo. (2008). Dossier historia agraria y recuperación de la memoria local, Guleguaychú (Entre Ríos). *Mundo Agrario*, 8(16). Recuperado de <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v08n16a08/962>

Hernández, B. (2016). *Expansión urbana y movilidad en Maipú, 1970-2015* (seminario de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Hernández, R., C. Fernández y M. Baptista. (2014). El proceso de la investigación cualitativa. En R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista. *Metodología de la investigación* (6ª. ed.). (pp. 355-530). México D.F.: McGraw-Hill..

Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (2011) *Actualización Plan de Desarrollo Comunal*. Santiago, Chile.

Ilustre Municipalidad de Maipú. (2015). *Atlas comunal Maipú*. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2018). *Microdatos Censo 2017: Manzanas*. Recuperado de http://geoine-ine-chile.opendata.arcgis.com/datasets/54e0c40680054efaabeb9d53b09e1e7a_0

Jaramillo, A. (2005). *Aves de Chile*. Barcelona, España: Lynx Ediciones.

Ji, L.; L. Zhang and B. Wylei. (2009). Analysis of dynamic thresholds for the normalized difference water index. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 75(11), 1307-1317.

Lamed, F. (2011). La etnozoológica, ventana a la cosmovisión de los pueblos sobre la fauna. *Río Verde*, 6, 33-39.

La Batalla. (16 de mayo de 2016). Proyecto parque pajonal no termina con el basural. *La Batalla*. Recuperado de <https://www.labatalla.cl/proyecto-parque-pajonal-no-termina-con-el-basural/>

Lencinas, J. y A. Siebert. (2009). Relevamiento de bosques con información satelital: resolución espacial y escala. *Quebracho*, 17(2), 101-105.

Lizama, A. (2019). *Análisis de la variación espacio temporal de los humedales costeros de la Región de Valparaíso en relación al proceso de urbanización* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

López, H. (1987). Manejo de praderas: efecto del pastoreo. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina*, 43, 28-29.

Marquet, P., & G. Bradshaw. (2004). Symposium: ecosystem disruptions in the Americas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(3), 369-370.

Medrano, F., R. Barros, H. Norambuena, R. Matus y F. Schmitt. (2018). *Atlas de las aves nidificantes de Chile*. Santiago, Chile: Red de observadores de aves y vida silvestre de Chile.

Mella, J. y A. Loutit. (2007). Ecología comunitaria y reproductiva de aves en cerros islas y parques de Santiago. *Boletín Chileno de Ornitología*, 13, 13-27.

Memoria Chilena. (2018). *Ramales*. Recuperado de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-93940.html>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2021). *Ministro Ward y alcaldesa Barriga presentan diseño del futuro Parque Intercomunal El Pajonal de Maipú*. Recuperado de <https://www.minvu.gob.cl/noticia/noticias/ministro-ward-y-alcaldesa-barriga-presentan-diseno-del-futuro-parque-intercomunal-el-pajonal-de-maipu/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Plan nacional de adaptación al cambio climático*. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos*. 2a. ed. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente – Centro de Ecología Aplicada. (2011). *Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental*. Santiago, Chile: MMA.

Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Residuos. En MMA. *Tercer Informe del Estado del Medio Ambiente*. Santiago, Chile.

Miraglia, M. (2017). Los relatos de viajeros y científicos como fuente documental para la reconstrucción histórica del territorio de las cuencas del Reconquista y Las Encadenadas en la provincia de Buenos Aires (Argentina), Siglo XIX. *Fronteiras*, 6(1), 183-197.

Muñoz, C., M. Undurraga, T. Saratscheff, T. Rannou y J. Celis. (2018). Diversidad y conocimiento de las aves urbanas por habitantes de Santiago, Chile. En J. Figueroa e I. Lazzoni (Eds.). *Biodiversidad urbana en Chile: estado del arte y los desafíos futuros* (pp. 284-315). Santiago, Chile: Universidad Central.

Muñoz, P. (2013). *Apuntes de teledetección: índices de vegetación*. Santiago, Chile: CIREN.

Nicholson, S., M. Davenport & A. Malo. (1990). Comparison of vegetation response to rainfall in the Sahel. *Climate Change*, 17, 209-241.

Nowak, M.; K. Dziób; L. Ludwisiak & J. Chmiel. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology & Conservation*. 30p.

Osbañ K. y N. Morales. (2012). Conocimiento local y usos de la fauna silvestre en el municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca, Colombia). *U.D.C.A. Actualidad y divulgación científica*, 15(1), 187-197.

PAN Estudio. (2020a). *Informe diagnóstico situación actual parque La Aguada El Pajonal comunas de Maipú y Cerrillos*. (Inf. N° 48-123-LQ19). Santiago, Chile.

Pliscoff, P. (2015). *Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile*. Santiago, Chile.

Polpaico. (2017). *Puzolana Polpaico: hoja de datos de seguridad*. Recuperado de <http://www.polpaicoconexion.cl/uploads/docXobra/HDSPuzolanaPolpaico2017.pdf>

Ralph, J.; G. Geupel; P. Pyle; T. Martin; D. de Sante y B. Milá. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. California, Estados Unidos: Pacific southwest Research Station.

Resilience Alliance. (2010). *Assessing resilience in social-ecology systems: workbook for practitioners*. 2a. Ed.

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. *Cuicuiloc*, 18(52), 39-49.

Rouse, J.; R. Haas; J. Schell; D. Deering and J. Harlan. (1974). *Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation*. Greenbelt, United States.

Salas, W.; L. Ríos y J. Álvarez. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), 136-142.

Schlüter, M.; L. Haider, S. Lade, E. Lindkvist, R. Martin, K. Orach, N. Wijermans & C. Folke. (2019). Capturing emergent phenomena in social-ecology systems: an analytical framework. *Ecology & Society*, 24(3), 26p.

Secretaría de la Convención Ramsar. (1999). *Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Res.VII.11)*. San José, Costa Rica.

Secretaría de la Convención Ramsar. (2010). *Manual 17: Designación de sitios Ramsar*. Secretaría de la Convención Ramsar, Gland, Suiza.

Secretaría de la Convención Ramsar. (2016). *Introducción a la conservación de humedales (anteriormente Manual de la convención Ramsar)*. Gland, Suiza.

Secretaría de la Convención Ramsar. (s.f.). *Chile*. Recuperado de <https://www.ramsar.org/es/humedal/chile>

Servicio de Evaluación Ambiental. (2015). *Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA*. Santiago, Chile.

Seremi Metropolitana de Vivienda y Urbanismo. (2013). *Modificación Plan Regulador Metropolitano de Santiago MPRMS 100, "Actualización áreas extensión urbana y reconversión"*. Santiago, Chile.

Silva, M. (2019). *Solicitud de información Proyecto Parque La Aguada sector El Pajonal (Memorándum 859/2019)*. Secretaría comunal de planificación. Maipú, Santiago.

Simeone, A., E. Oviedo, M. Bernal y M. Flores. (2008). Las aves del humedal de Mantagua: riqueza de especies, amenazas y necesidades de conservación. *Boletín Chileno de Ornitología*, 14(1), 22-35.

Sistema de Información Territorial de Maipú (SITMA). (2021). *Plan Regulador de Maipú*. Recuperado de <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0e82eea488364c6aaa69bf47a3857f87>

- Solo Maipucinos. (16 de abril de 2017). Parque el Pajonal, un sueño, humo o realidad. *Solo Maipucinos Noticias*. Recuperado de <https://www.solomaipucinos.cl/noticias/parque-el-pajonal-un-sueno-humo-o-realidad/>
- Tansley, A. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284-307.
- Tiedemann, J. y H. Zerda. (2008). Relación temporal NDVI-Precipitación del bosque y pastizal natural de Santiago del estero, Argentina. *Ciencia e Investigación Forestal*, 14(3), 497-507.
- The Nature Conservancy. (2018). *Plan de conservación Humedal de Batuco 2018-2023*. Santiago, Chile.
- Tucker, C. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127 – 150.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2015). *Guidelines for the application of IUCN Red list of ecosystems categories and criteria*. 1a. ed. Gland, Suiza: UICN.
- United State Geological Survey (USGS). S.f. *Landsat 8*. USGS. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de geografía del norte grande*, (63), 63-86.
- Villarreal, H.; M. Álvarez; S. Córdoba; F. Escobar; G. Fagua; F. Gast...A. Umaña. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.
- Vitousek, P., H. Mooney, J. Lubchenco & J. Melillo. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.
- Vittekk, M., A. Brink, F. Donnay, D. Simonetti & B. Desclée. (2014). Land cover change monitoring using Landsat MSS/TM satellite image data cover west Africa between 1975 and 1990. *Remote Sensing*, 6, 658-676.
- Wang, J.; K. Price & P. Rich. (2001). Spatial patterns of NDVI in response to precipitation and temperature in the central Great Plains. *International Journal Remote Sensing*, 22(18): 3827-3844.
- Wildlife Conservation Society (WCS). (2019). *Humedales de Chile, 40 mil reservas de vida*. Santiago, Chile: Saavedra y Villarroel (Eds.).

8. ANEXOS

Anexo I. Área de intervención Parque El Pajonal, piezas y zonificación



Figura 16. Área de intervención considerada en el Parque La Aguada El Pajonal. Autor: PAN Estudio 2020a. El área de intervención se divide en dos piezas, al norte el sector La Aguada y al sur sector El Pajonal, esta última pieza coincide con el área de estudio de la presente investigación. Esta figura se muestra tal cual la presenta la consultora en su proyecto.



Figura 17. Zonificación por uso en área de intervención considerada en el Parque La Aguada El Pajonal. Autor: PAN Estudio, 2020a. El área de intervención del proyecto contempla 3 zonas: en el extremo inferior izquierdo (de color azul) el área intervenida unilateralmente por la I. Municipalidad de Maipú; en el centro y de mayor tamaño (de color verde) el área en que efectivamente se planifica el parque y; en el extremo inferior derecho (de color naranja), un área destinada por el MINVU para un proyecto inmobiliario al costado de la línea férrea. Esta figura se muestra tal cual la presenta la consultora en su proyecto.

Anexo II. Comparación multitemporal El Pajonal







Figura 18. Comparación multitemporal. Autor: PAN Estudio, 2020a. Esta figura se muestra tal cual la presenta la consultora en su proyecto.

9. APÉNDICES

Apéndice I. Distritos y Zonas Censales

Cuadro 4. Distritos, zonas censales y manzanas del área de estudio.

Región	Provincia	Comuna	Nombre Distrito	Código Distrito	Zona Censal	Manzanas
Región Metropolitana	Santiago	Cerrillos	Divino Maestro	3	1	3-23, 25-29, 31-46, 901
					2	1-54
					5	1-60
					6	2-26, 28, 901
		Maipú	Los Libertadores	2	3	1-33
					4	1-68
					5	4-36
					6	1-45
					7	1-28
					8	2-15, 18-24
					9	1-48
					10	1-5, 7-53

Apéndice II. Planilla de registro para avifauna.

PLANILLA DE REGISTRO DE AVES			
Transecto:		Hora inicio:	
Fecha:		Hora término:	
Observadora:			

Especie	Señal	Lugar	

Señal
V : visual
A : auditivo

Lugar
S : suelo
V : vegetación
O : otro

Figura 19. Planilla para registro de avifauna. Fuente: elaboración propia.

Apéndice III. Guion de la entrevista semiestructurada

Fecha:_____ **Hora:**_____

Lugar:_____

Entrevistador:_____

Interlocutor:_____

Perfil del interlocutor:

Introducción

Primero que todo, muchas gracias por querer participar. Cómo ya le había comentado, soy vecino del acá, vivo en, y desde hace un tiempo me ha interesado este sitio, El Pajonal, sobre todo que ahora se quiere hacer un parque ahí.

Es por eso que estoy haciendo mi tesis sobre el barrio y en específico sobre El Pajonal, ando buscando información sobre cómo era este lugar en los inicios del barrio, por allá por el 70 u 80, sobre los animales, aves y plantas que uno podía ver, también he sabido que antes habían lagunas o pozas, todo ese tipo de información.

Pa eso me planteé la necesidad de tener conversaciones con gente que conozca desde hace tiempo el barrio y Pajonal, así llegué a usted.

Y bueno, recordarle que toda la información que genere solo será ocupada en mi tesis de manera confidencial.

Características de la entrevista

Buenas tardes/días, primero que todo, esto durará cerca de 40 minutos. Recordarle nuevamente que todo lo que me cuente será confidencial y además su nombre real no será identificado, lo cambiaré, entonces, si le parece, me sería super útil poder grabar esta conversación, ¿puedo? (esperar confirmación).

Temas y Preguntas¹

I. Caracterización detallada participante

- ¿Desde cuándo vive o conoce el barrio/Pajonal?
- ¿qué edad tenía?
- Antes de llegar acá, ¿dónde vivía?****

II. Problemáticas principales identificadas

- ¿Usted considera que existan problemas asociados al Pajonal? ¿Cuáles?
- ¿y en el pasado?
- ¿Quiénes están/estuvieron involucrados?

III. Entidades ecológicas y sociales, y sus características

- ¿Cómo era en ese entonces? Si puede describirme plantas, animales, lagunas
- ¿Tiene fotos de ese entonces?
- ¿Cómo lo describe ahora?
- ¿De qué otras formas usted ve que utilizan El Pajonal?
- ¿Forma parte de alguna organización social en el barrio?

IV. Regímenes de perturbaciones

- ¿Ha visto un cambio en el lugar? ¿Cuándo cree que empezó?
- ¿Por qué cree que pasó eso que me cuenta? (aludiendo al proceso de cambio)
- ¿Quiénes pudieron haber estado involucrados?

V. Información específica para análisis SA-SE

- ¿Qué actividades realizaba usted ahí (usos)s? (periodicidad, intensidad, etc)
- ¿Qué actividades realiza hoy en día?
- ¿Qué otras actividades sabe que se realizan en el pajonal? ¿Quiénes participan?
- ¿Cómo se relacionan entre ellas?
- ¿Existen aspectos que le gustaran o disgustaran del Pajonal? Antes y ahora
- ¿Qué sensaciones le genera el cambio y la situación actual?

Finalmente ¿Sabe de otra persona que pueda participar? (pedir datos y que haga el nexo)

Cierre

Finalmente, se le agradece la participación y, si corresponde, se pregunta por la posibilidad de agendar una nueva entrevista para abordar los tópicos que no fueron considerados.

¹ Al ser una entrevista semiestructurada, estas preguntas corresponden a preguntas guía o ejemplos, por lo que fueron empleadas en distinto orden y parafraseadas dependiendo del relato del interlocutor

Apéndice IV. Carta consentimiento informado

Yo _____, RUT _____
 declaro que se me ha explicado que mi participación en el proyecto de memoria de título **“Reconstrucción de la Historia Local del Sistema Socio-Ecológico Humedal El Pajonal, Maipú, Santiago”**, consistirá en responder una entrevista que pretende aportar al conocimiento, comprendiendo que mi participación es una valiosa contribución.
 Acepto la solicitud de que la entrevista sea grabada en formato de audio para su posterior transcripción y análisis, a los cuales podrán tener acceso los profesores guías del proyecto, Álvaro Gutiérrez y Paulina Aldunce, docentes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile.
 Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles beneficios, riesgos y molestias derivados de mi participación en el estudio, y que se me ha asegurado que la información que entregue estará protegida por el anonimato y la confidencialidad.
 El investigador responsable del estudio, Fabián Escáñez, se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.
 Asimismo, el entrevistador me ha dado seguridad que no se me identificará en ninguna oportunidad en el estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. Autorizo también que el producto de este trabajo se pueda mostrar al público externo (publicaciones, congresos y otras presentaciones) sin previa consulta.
 Por lo tanto, como participante, acepto la invitación en forma libre y voluntaria, y declaro estar informado de que los resultados de esta investigación tendrán como producto un informe, para ser presentado como parte de la Memoria de Título del investigador.
 He leído esta hoja de consentimiento y acepto participar en este estudio según las condiciones establecidas.

Santiago, a ____ de ____ del 20__

 Firma Participante

 Firma Investigador

Apéndice V. Registro avistamiento de aves

Cuadro 5. Especies identificadas en cada transecto.

Transecto	Cernícalo <i>Falco sparverius</i>	Chincol <i>Zonotrichia capensis</i>	Cotorra <i>Myopsitta monachus</i>	Diuca <i>Diuca diuca</i>	Gaviota dominicana <i>Larus dominicanus</i>	Golondrina chilena <i>Tachycineta meyeri</i>	Gorrión <i>Passer domesticus</i>
2		1			1	1	1
3		1	1		1	1	1
4		1	1		1	1	1
5		1		1	1	1	1
6	1	1		1		1	1
7		1	1			1	1
8		1	1	1	1	1	1

(continúa)

Cuadro 5. Especies identificadas en cada transecto (continuación).

Transecto	Loica <i>Sturnella loyca</i>	Mirlo <i>Molothrus bonariensis</i>	Paloma <i>Columba livia</i>	Queltehue <i>Vanellus chilensis</i>	Tiuque <i>Milvago chimango</i>	Tórtola <i>Zenaida auriculata</i>	Tordo <i>Curaeus curaeus</i>
2	1		1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1	
5	1	1		1		1	1
6	1		1		1	1	
7	1	1		1	1	1	
8		1			1	1	1

Cuadro 5. Especies identificadas en cada transecto (continuación).

Transecto	Tortolita cuyana <i>Columbina picui</i>	Trile <i>Agelaius thilius</i>	Zorzal <i>Turdus falklandii</i>	Riqueza por transecto
2	1		1	11
3	1	1	1	14
4	1		1	13
5			1	11
6	1		1	11
7			1	10
8				10

Apéndice VI. Edad y sexo de los entrevistados

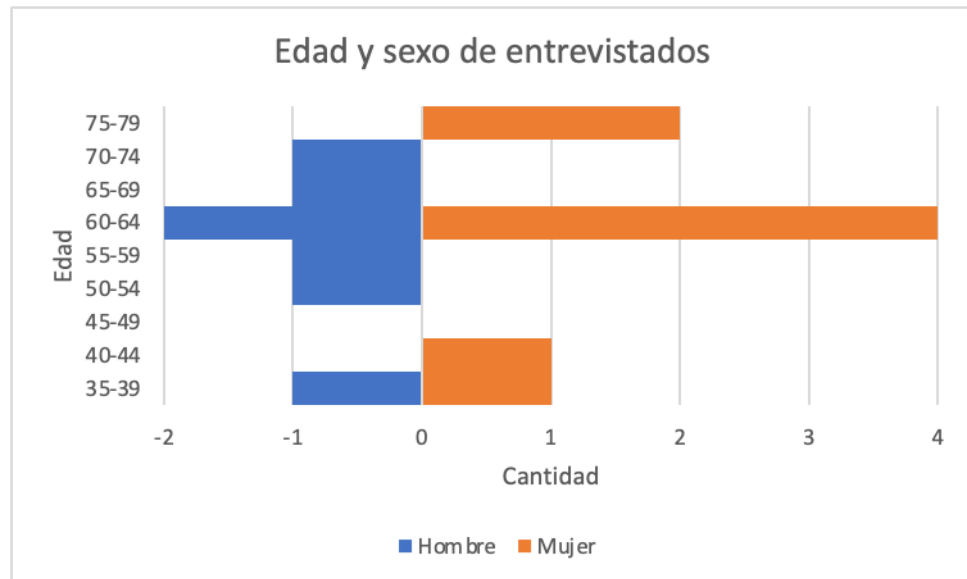


Figura 20. Distribución por edad y género de las personas entrevistadas. Fuente: elaboración propia.

Apéndice VII. Resumen SASE

Cuadro 6. Resumen descriptivo de las situaciones de acción (SA)

Nombre SA	Tipo	Descripción	Efecto
Abandono	Socioecológica	Situación de no realización de acciones desde los propietarios y municipalidad en el Humedal	Favorece el uso como Vertedero
Urbanización	Socioecológica	Proceso de pavimentación e instalación de sistema de aguas lluvias	Disminución de la escorrentía superficial hacia el Humedal
RTP	Socioecológica	Agrupación de las acciones de recreación, tránsito y pastoreo realizadas en el Humedal	Compactación del suelo y degradación de la vegetación del Humedal, pero a la vez le otorga valor por integrarlo en la trama urbana
Vertedero	Socioecológica	Uso del Humedal como vertedero ilegal por parte de los Habitantes	Contaminación del suelo y agua del Humedal, y disminución de la valoración del ecosistema
Educación	Social	Acción realizada por la ATCB donde se comparten conocimientos ambientales sobre el Humedal	Modifica el uso como Vertedero al visibilizar y compartir el valor intrínseco del Humedal
Hábitat	Ecológica	Relación existente entre las Aves y el Humedal sustentando su ciclo de vida	La propia condición de humedal favorece la utilización del Humedal de diversas formas