

Informe Final Propuesta Técnica delimitación del Humedal de Mantagua e identificación de áreas prioritarias a restaurar en la cuenca asociada (Piloto Región de Valparaíso)

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



Manuel Contreras López [Jefe de Proyecto]

Carlos Zuleta Ramos

José Miguel Fariña

Cristián Larraguibel González

Julio Salcedo Castro

Mayo 2021

1. Resumen Ejecutivo

En el marco del proyecto GEFSEC ID: 9766 "Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportantes, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad", Dinámica Costera E.I.R.L se adjudicó la consultoría "Equipo consultor para elaborar una propuesta técnica que permita delimitar el Humedal de Mantagua e identificar áreas prioritarias a restaurar en la cuenca asociada". El equipo consultor se conformó con cinco expertos en humedales costeros de Chile central con experiencia previa en el Humedal de Mantagua.

El objetivo de esta consultoría es definir la delimitación del Humedal de Mantagua (32,88°S; 71,50°W) en la comuna de Quintero, identificar los usos y coberturas de suelo a nivel de la sub-subcuenca con un análisis de las presiones y amenazas al ecosistema, y determinar las áreas vulnerables que resultan prioritarias para restauración, con un proceso de validación a nivel local, utilizando la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (Restoration Opportunity Assessment Methodology, ROAM) adaptada para el área de estudio.

En este informe se presentan la totalidad de los resultados de las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos 1: Determinar los límites del Humedal de Mantagua y los usos de suelo y cobertura de la sub-subcuenca del humedal, y 2: Identificar áreas prioritarias a restaurar del Humedal de Mantagua con enfoque de cuenca, validados en un proceso participativo con actores locales, miembros del Comité Técnico Local y expertos regionales.

En forma complementaria al estudio de fauna y flora, se realizó una caracterización ambiental de la entomofauna asociada al Humedal de Mantagua, el cual es el primer intento de caracterización de este grupo para el humedal.

2. Equipo Consultor

Jefe de Proyecto: Manuel Contreras-López. Actualmente profesor externo de la Universidad de Valparaíso. Se especializa en efectos del cambio climático, restauración ecológica como medidas de adaptación frente al cambio climático antropogénico y con amplia experiencia sobre monitoreo y estudios de parámetros abióticos de humedales y áreas protegidas tanto en Chile, México y Ecuador.

Especialista Fauna Vertebrados de Humedales: Carlos Zuleta Ramos. Académico de la Universidad de La Serena, especialista en biodiversidad y conservación. Ha elaborado propuestas de conservación y de valoración socioecológica de diferentes ecosistemas, tales como Sitio Ramsar para Bahía de Tongoy (Sitio Ramsar N°2361), Las Salinas de Huentelauquén (Sitio Ramsar N°2237) y Declaratoria de Santuario de la Naturaleza Desierto Costero de Los Choros.

Especialista Biología/Ecología: Dr. José Miguel Fariña. Académico Pontificia Universidad Católica de Chile. Investiga los intercambios de materiales y organismos entre los ecosistemas terrestres y marinos con enfoque en la ecología ecosistémica y comunitaria de la interfase mar-tierra. Desde el 2003 ha realizado estudios de Ecología de Humedales Costeros de Chile, analizando cómo se estructuran y organizan estos ecosistemas tanto a nivel local-experimental en un inicio y posteriormente a escala regional-correlacional.

Profesional Geógrafo: Cristián Larraguibel González. Ha sido responsable de implementar 9 Geodatabase y SIG en proyectos que involucran la georreferenciación y sistematización de información geográfica de áreas protegidas, humedales y sitios de interés para la conservación de la biodiversidad

Especialista en Caracterización Abiótica de Humedales: Dr. Julio Salcedo Castro Académico con más de 20 años de experiencia docente y profesional. Investigador adscrito al Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Playa Ancha (2014 – 2020). Profesor del Programa de Doctorado Interdisciplinario en Ciencias Ambientales, Universidad de Playa Ancha.

A este equipo consultor, se agregan:

Especialista en Entomofauna: Christian Jofré Pérez. Ha participado como investigador especialista en fauna de vertebrados e insectos en dos programas de investigación nacional y 1 internacional. Desde hace 12 años se desempeña como Consultor Ambiental, participando en más de 45 estudios de Líneas de Base Ambiental del SEIA.

- Nathalie Duarte Gutiérrez : Ingeniera Ambiental, asistente en terreno.
- Catalina Olivares Damann : Geógrafa, apoyo en medio humano.
- Paulina Moller : Asistente análisis vegetación.
- Marcelo Torrejón Veliz : Ayudante terreno fauna.
- Benjamín Tapia : Ayudante terreno topografía.
- Mauricio Pinar Sepúlveda : Transporte y apoyo logístico.

3. Índice

1. Resumen Ejecutivo	1
2. Equipo Consultor	2
3. Índice	3
4. Introducción	11
5. Primera Parte: Actividades necesarias para el cumplimiento del Objetivo Específico 1	13
5.1. Revisión cartografía del inventario humedales (vegetación hidrófila, suelo hídrico, cuerpo de agua) para el Humedal de Mantagua.	13
5.1.1. Humedales continentales, palustres y emergentes	14
5.1.2. Humedal marino-costero, estuarino y submareal asociado al estuario	16
5.1.3. Humedal marino-costero, lagunar, asociado a la laguna salada	19
5.2. Análisis imagen de alta resolución del Humedal de Mantagua.....	22
5.3. Estado situación base fauna y flora	35
5.3.1. Fauna: Vertebrados	35
5.3.2. Validación de la información de biodiversidad.....	35
5.3.3. Resultados.....	36
5.3.4. Fragmentos de Vegetación en torno al humedal	49
5.4. Estudio Complementario de entomofauna.....	54
5.4.1. Objetivos	54
5.4.2. Área de estudio	54
5.4.3. Metodología.....	56
5.4.4. Trabajo de terreno.....	56
5.4.5. Análisis de la información de terreno	63
5.4.6. Categorización según distribución geográfica.....	65
5.4.7. Especies clasificadas según estado de conservación	66
5.4.8. Resultados.....	66
5.5. Amenazas y presiones de la cuenca (subcuenca de la DGA) aportante del humedal. 78	
5.5.1. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos	79
5.6. Análisis de amenazas a nivel de cuenca.....	92
5.6.1. Modificación del sistema hídrico de la subcuenca.....	95
5.6.2. Urbanización	97
5.6.3. Fragmentación y pérdida de hábitats	99
5.6.4. Contaminación de suelos y cuerpos de agua	99
5.6.5. Contaminación Acústica	106
5.6.6. Actividades recreativas desreguladas	107
5.6.7. Especies exóticas e invasoras	110
5.6.8. Uso de los Instrumentos de Planificación territorial disponibles y vigentes	111
5.7. Conclusiones	118
5.7.1. Fauna	118
5.7.2. Flora	119
5.7.3. Propuesta de delimitación del Humedal de Mantagua.....	120
5.7.4. Presiones y Amenazas	125

6. Segunda Parte: Los resultados de las actividades necesarias para el cumplimiento del Objetivo Específico N°2	126
6.1. Revisar y seleccionar información de la infraestructura ecológica planificada para la región de Valparaíso.	126
6.2. Identificar brechas de información (ajuste información al territorio).	129
6.3. Aplicación de la metodología ROAM para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca	133
6.3.1. Elaboración del mapa de Actores Relevantes para la aplicación de la Metodología ROAM	134
6.3.2. Identificación de oportunidades y alternativas de restauración	150
6.3.3. Primer Taller de Aplicación de la Metodología ROAM	154
6.3.4. Segundo Taller de Aplicación de la Metodología ROAM	157
6.3.5. Medidas de Gestión Ambiental.....	164
6.3.6. Áreas prioritarias a restaurar.....	168
6.4. Priorización Medidas de Restauración	174
7. Bibliografía	177
8. ANEXOS	186

• Índice de Figuras

Figura 1. Cuerpos de agua principales de la subsubcuenca del Humedal de Mantagua.	14
Figura 2. estero Quintero en el sector Santa Julia. Fotografía tomada en septiembre 2020.....	14
Figura 3. Tranque 1 Interior Fundo Quintero. Fotografía tomada en septiembre 2020.....	14
Figura 4. Sector estero tramo 3. Sector Santa Julia. Fotografía tomada en septiembre 2020.	15
Figura 5. Vista sector tramo 2 estero (entorno confluencia esteros Mantagua y Quintero). Fuente: Bustos & Valencia (2006).....	15
Figura 6. Estero Mantagua. Fotografía tomada en septiembre 2020.	16
Figura 7. Vista área tramo 1. Fuente: Google Earth.	16
Figura 8. Vista del sector cabeza del estuario en el embarcadero de kayaks. Fuente: Barraza & Ponce (2014).	17
Figura 9. Vista parcial del estuario medio de Mantagua a la altura del Puente peatonal. Fotografía tomada en octubre de 2020.	17
Figura 10. Vista parcial de la desembocadura del estuario Mantagua durante octubre 2020.	18
Figura 11. Ejemplo de una poza de la vega poniente. Fotografía tomada en octubre de 2020.	18
Figura 12. Vista parcial de la Albufera de Mantagua, octubre de 2020.....	19
Figura 13. Delimitación del Humedal de Mantagua en el Inventario Nacional de Humedales año 2020. Fuente: elaboración propia en base a Edáfica, 2020.	20
Figura 14. Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso vigente para el área que comprende la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: MINVU, 2020.....	21
Figura 15. Comparación de imágenes históricas tomadas por el Servicio Aerofotogramétrico con la imagen SkySat de alta resolución proporcionada por el Ministerio y el mosaico elaborado a partir de los vuelos de drone realizados durante los días 8 y 12 de diciembre de 2020. Fuente: elaboración propia.	24
Figura 16. Mapas de cobertura de Agua (naranja), Suelo desnudo (amarillo), Vegetación dispersa (verde claro), Vegetación abundante (verde oscuro) y Vegetación muy densa (rojo) estimadas a través de los análisis del NDVI de la imagen satelital SkySat de alta resolución de marzo 2020 (a) y de la imagen satelital Landsat de menor resolución de abril del mismo año (b).	25

Figura 17. Mapas de cobertura de Agua (rojo), Suelo desnudo (naranja), Vegetación dispersa (amarillo), Vegetación abundante (verde claro) y Vegetación muy densa (verde oscuro) estimadas a través de los análisis del NDVI de imágenes satelitales Sentinel (resolución espacial mediana), Landsat (resolución espacial menor) y Skysat (alta resolución espacial).	26
Figura 18. Mapa de cobertura de Agua (rojo), Suelo desnudo (naranja), Vegetación dispersa (amarillo), Vegetación abundante (verde claro) y Vegetación muy densa (verde oscuro) estimadas a través de los análisis del NDVI de la imagen y SkySat (alta resolución espacial) en que se muestra el detalle de algunos de los 61 puntos en que se prospectó la vegetación (detallando a las Especies dominantes, las Formaciones vegetacionales y el Estado de la vegetación) en abril y mayo del 2020 en distintos puntos del humedal.....	28
Figura 19. Comparación Índices NDVI Sentinel y Skysat (Izquierda) y NDWI Sentinel y Skysat (Derecha) para la cuenca en estudio. Fuente: Elaboración propia.	29
Figura 20. Quebradas con presencia de bosque esclerofilo identificadas en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.	31
Figura 21. Uso de suelo de la cuenca del Humedal de Mantagua a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada. Fuente: elaboración propia.	33
Figura 22. Uso de suelo de la desembocadura del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia.	34
Figura 23. Avifauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) registrado en octubre 2020. Foto superior izquierda: Golondrina chilena (<i>Tachycineta meyeni</i>). Foto superior derecha: Colegial (<i>Lessonia rufa</i>). Foto intermedia: Anátidos (<i>Anas georgica</i> y <i>Anas platalea</i>). Foto Inferior: Pollitos de Mar tricolor (<i>Phalaropus tricolor</i>) en la zona de interés.	43
Figura 24. Mesomamíferos del humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso), detectados por cámaras-trampas en la zona de interés: Foto superior: Ejemplar de zorro chilla (<i>Lycalopex chilla</i>) y gato colocolo (<i>Leopardus colocolo</i>). Foto central: zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>) y conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>), Foto Inferior: Ejemplar de perro (<i>Canis familiaris</i>) y quique (<i>Galictis cuja</i>).....	48
Figura 25. Parche Mirador. Octubre 2020.	49
Figura 26. Vista Parche Puente sur. Octubre 2020.	50
Figura 27. Vista parche Kayaks. Octubre 2020.....	51
Figura 28. Vista Parche Puente norte. Octubre 2020.....	52
Figura 29. Vista Parche Desembocadura. Octubre 2020.	52
Figura 30. Vista parche Vega Duna, Octubre 2020.....	53
Figura 31. Área de estudio del componente Entomofauna. (1) Laguna de Mantagua; (2) Laguna Albufera; (3) Campo dunar de Ritoque; (4) área de muestreo. Fuente: Elaboración propia sobre la base de imagen satelital Google Earth Pro ® versión 7.3.3.	55
Figura 32. Vista del ambiente Herbazal dunario para el muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).....	57
Figura 33. Vista del ambiente Matorral dunario para el muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).....	58
Figura 34. Vista general de las estaciones de muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno) sobre la base de imagen satelital Google Earth Pro ® versión 7.3.3.	59
Figura 35. Instalación de trampas Barber para captura de entomofauna epígea. A: Trampa en sustrato rocoso. B: Trampa en ambiente de Matorral dunario. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).	61
Figura 36. Trampas de color para captura de insectos voladores. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).	61

Figura 37. Redes entomológicas para captura de insectos voladores. Fuente: Elaboración propia (fotografías referenciales del autor).	62
Figura 38. Procedimiento de muestreo entomológico mediante volteo de piedras. Fuente: Elaboración propia (fotografías referenciales del autor).	62
Figura 39. Vista del Islote Concón frente a la desembocadura del Humedal de Mantagua, a una distancia de 500 metros de la playa.	84
Figura 40. Cerro Mauco, en un día completamente despejado (izquierda) y con la nube característica que cubre su cima (derecha).	84
Figura 41. Mapa de amenazas de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes. Fuente: elaboración propia.	94
Figura 42. Cercado del álveo de Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) a nivel del paso peatonal, que modificando las tasas de sedimentación y favorece la eutroficación de la parte superior de este sistema.	95
Figura 43. Puntos notables del puente peatonal utilizados para realizar el monitoreo semanal realizado en el estuario de Mantagua.	96
Figura 44. Evolución de la profundidad del estuario en las estaciones del puente peatonal entre septiembre 2020 y febrero 2021.	96
Figura 45. Sitio de extinción del caudal del estero Mantagua y sistema de cabañas construidas en base container. El agua es extraída mediante una puntera en el estero.	97
Figura 46. Centros urbanos consolidados y semi-consolidados en la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia en base a reconocimiento in situ, 2021.	98
Figura 47. Presiones y amenazas a la entomofauna del Humedal de Mantagua. Fuente: Fotografías tomadas en terreno el 9/OCT/2020 por Christian Jofré Pérez.	100
Figura 48. Estaciones de Monitoreo permanente de parámetros físico – químicos del Humedal de Mantagua.	101
Figura 49. Evolución de la temperatura registrada en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	102
Figura 50. Evolución del oxígeno registrado en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 51. Evolución de la salinidad registrada en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 52. Puntos de vertido de contaminantes identificados al interior del Humedal de Mantagua (5 Febrero 2021).	104
Figura 53. Vertido detectado el 13 de enero 2021 en el punto de descarga 2. Fuente: Cristián Larraguibel.	104
Figura 54. Puntos de descarga que se aprecian en video vuelo drone realizado por Posada del Parque el 3 de enero 2021. Los puntos señalados en naranja han sido verificados en terreno, mientras que los marcados en azul no han podido ser visitados.	105
Figura 55. Muerte de vegetación en las inmediaciones del punto de vertido 2, 20 de febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	105
Figura 56. Puntos de vertidos identificados en el Humedal de Mantagua, durante enero y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 57. Contaminación acústica del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso). Se observa el tránsito del tren que frecuentemente cruza la vía férrea sobre el estuario y parte de la vegetación azonal del humedal.	107

Figura 58. Presiones y amenazas sobre el Humedal de Mantagua. Se demarcan los sitios donde se desarrollan actividades de ocio-turismo desregulado y los senderos que fragmentan la duna y permiten el ingreso al humedal. Fuente: elaboración propia.	109
Figura 59. Ganado forrajeando en los pastizales del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	110
Figura 60. Zonificación del Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL) para la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia en base a MINVU 2014.	113
Figura 61. Extracto del Anteproyecto del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Fuente: Evaluación Ambiental Estratégica, 21-02-2017.	114
Figura 62. Normativas aplicables en terrenos de playa que colindan con terrenos fiscales. Fuente: Subsecretaría de Marina.	115
Figura 63. Gráfica de las normas aplicables al terreno de playa en el Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia.	117
Figura 64. Humedal de Mantagua en el sector de la desembocadura. De fondo se aprecian los edificios de las dunas de Concón, parte de Reñaca Alto y el sector norte de Viña del Mar, mostrando su proximidad a la con-urbanización Gran Valparaíso.	117
Figura 65. Delimitación poniente (con el mar) del Humedal de Mantagua. En azul se marca la zona que delimita el lado poniente del estuario.	121
Figura 66. Evolución de la desconexión de espejos de agua desembocadura – albufera, Humedal de Mantagua entre septiembre 2020 y febrero 2021, fuente: Elaboración propia.	121
Figura 67. Evolución de la separación Desembocadura Estuario de Mantagua – Albufera entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.	122
Figura 68. Delimitación oriente, confluencia de los esteros Mantagua y Quintero en base a la delimitación de la intrusión salina del estuario. En azul se marca la zona que delimita el lado oriente del estuario.	122
Figura 69. Nomenclatura clásica de estuarios. Fuente: Dalrymple <i>et al.</i> (1992).	123
Figura 70. Delimitación albufera.	123
Figura 71. Delimitación propuesta para el Humedal de Mantagua (en amarillo). Se muestran las curvas de nivel cada 1 metro (en negro) obtenidas a partir del levantamiento aerofotogramétrico con drone para la totalidad del humedal. Fuente: elaboración propia.	124
Figura 72. Infraestructura ecológica del Humedal de Mantagua. Fuente: PUCV 2018.	127
Figura 73. Objetivos ambientales zonificados en el Humedal de Mantagua. Fuente: PUCV 2018.	128
Figura 74. Mapa de objetos de conservación (filtro grueso) de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes. Fuente: elaboración propia.	131
Figura 75. Plataforma de cartografía digital del Servicio de Impuestos Internos.	134
Figura 76. División predial y destinos SII identificados en la cuenca del Humedal de Mantagua.	136
Figura 77. Condominios identificados en la cuenca del Humedal de Mantagua.	140
Figura 78. División y ROL predial de la desembocadura y albufera del Humedal de Mantagua.	144
Figura 79. División y ROL predial del Estero Mantagua.	146
Figura 80. División y ROL predial del Estero Quintero.	148
Figura 81. Registro de asistentes 1° Taller ROAM.	154
Figura 82. Identificación de Presiones y Amenazas.	156
Figura 83. Identificación de Objetos de Conservación y Oportunidades de Restauración.	157
Figura 84. Registro de asistentes 2° Taller ROAM.	158
Figura 85. Registro de la presentación realizada en el taller.	159
Figura 86. Registro de Presiones y Amenazas presentadas en el taller.	160
Figura 87. Registro de Figuras de Protección presentadas en el taller.	161

Figura 88. Registro de actividad participativa 2° Taller ROAM.	162
Figura 89. Registro de actividad participativa 2° Taller ROAM.	163
Figura 90. Observaciones enviadas a la delimitación presentada en el 2° Taller ROAM.	163
Figura 91. Figuras de Protección identificadas en Taller ROAM en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	164
Figura 92. Acciones de restauración identificadas en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) durante el desarrollo Taller ROAM.	168
Figura 93. Terreno realizado el 2020-09-25. Reconocimiento de la microcuenca.	188
Figura 94. Terreno realizado el 2020-10-02. Identificación puntos de muestreo y mediciones. Para efectos de comparación con los datos de la literatura, se establecieron estaciones cercanas a las referidas por Tapia (2018).	188
Figura 95. Terreno realizado el 2020-10-08. Reconocimiento fragmentos vegetacionales que fueron utilizados en el análisis de percepción remota.	189
Figura 96. Terreno realizado el 2020-10-09. Se da inicio al estudio de invertebrados. Se efectúa el primer intento de levantar la topografía para ajustar un modelo de elevación vertical al entorno del humedal.	189
Figura 97. Terreno realizado el 2020-10-16.	189
Figura 98. Campaña de terreno de 3 días iniciado el 2020-10-19. Levantamiento información de fauna.	190
Figura 99. Terreno del día 2020-10-23. Levantamiento topográfico y vuelo drone para construir modelo de elevación vertical.	190
Figura 100. Terreno del día 2020-10-30.	191
Figura 101. Terreno del día 2021-11-07.	191
Figura 102. Terreno del día 2020-11-13	191
Figura 103. Terreno del día 2020-11-20	191
Figura 104. Terreno del día 2020-11-27	192
Figura 105. Terreno del día 2020-12-4	192
Figura 106. Terreno del día 2020-12-11	192
Figura 107. Terreno del día 2021-1-9	193
Figura 108. Terreno del día 2021-1-11	193
Figura 109. Terreno del día 2021-1-13	193
Figura 110. Terreno del día 2021-1-29	194
Figura 111. Terreno del día 2021-2-2	194
Figura 112. Terreno del día 2021-2-5	194
Figura 113. Terreno del día 2021-2-12	195
Figura 114. Terreno del día 2021-2-19	195
Figura 115. Terreno del día 2021-2-20	195
Figura 116. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba), detalle en el entorno del humedal (centro) y en la playa (abajo), durante septiembre y octubre 2020.	196
Figura 117. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba), detalle en el entorno del humedal y en la playa (abajo), durante noviembre y diciembre 2020.	197
Figura 118. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba, izquierda), detalle en el entorno del humedal (arriba, derecha) y en la playa y a lo largo del estuario (abajo), durante enero y febrero 2021.	198

- Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen general de las imágenes utilizadas.....	22
Tabla 2. Resoluciones espectrales de los 3 conjuntos de imágenes utilizadas.....	27
Tabla 3. Propuesta de adaptación para la aplicación de las categorías de uso de suelo según la metodología Corine Land Cover. Fuente: elaboración propia.	30
Tabla 4. Superficie obtenida a partir de la zonificación por categorización de la metodología Corine Land Cover ajustada a la cuenca del Humedal de Mantagua.	31
Tabla 5. Riqueza filética de la avifauna terrestre del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	36
Tabla 6. Riqueza filética de la avifauna acuática del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	39
Tabla 7. Riqueza filética, Estado de Conservación (EC)* y Origen** de la herpetofauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	44
Tabla 8. Riqueza filética, Estado de Conservación (EC)* y Origen** de la mastozoofauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	46
Tabla 9. Estaciones de muestreo identificadas para el presente estudio.	60
Tabla 10. Literatura especializada a distintos niveles taxonómicos para la identificación de entomofauna (en general y para Chile).	63
Tabla 11. Entomofauna presente en Mantagua y localidades adyacentes.....	66
Tabla 12. Entomofauna potencialmente presente en Mantagua.	69
Tabla 13. Catálogo taxonómico de la entomofauna registrada.	71
Tabla 14. Entomofauna registrada en el ambiente Herbazal dunario.....	73
Tabla 15. Entomofauna registrada en el ambiente Matorral dunario.	74
Tabla 16. Diversidad alfa y beta de la entomofauna en los ambientes muestreados.....	76
Tabla 17. Origen biogeográfico de la entomofauna en los ambientes muestreados.	77
Tabla 18. Riqueza filética de la avifauna acuática del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso). Se indica el estatus y estacionalidad (TA= Todo el Año) de las especies.	79
Tabla 19. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	83
Tabla 20. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	90
Tabla 21. Amenazas y presiones a la integridad ecológica del Humedal de Mantagua y ecotopos asociados (Quintero, Región de Valparaíso).	93
Tabla 22. Potencial de Hidrógeno (pH) registrado en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. En colores se marcan los valores anormales.	102
Tabla 23. Instrumentos de panificación amparados en la LGUC. Área Influencia Humedal Mantagua.	111
Tabla 24. Objetos de Conservación y Altos Valores de Conservación asociados de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).	130
Tabla 25. Ejemplos de Objetos de Conservación de Filtro Fino en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua. Clasificación estados de conservación (EC) de especies según MMA 2020.	132
Tabla 26. Ejemplo de objetos de conservación de filtro grueso (ecosistemas) y sus respectivos OC de filtro fino anidados (especies) en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua.	132
Tabla 27. Ejemplo de objetos de conservación de filtro grueso (formaciones vegetales) de la red hidrográfica del Humedal de Mantagua.	133
Tabla 28. Comparación entre el Destino SII y el Uso de Suelo identificado en este estudio.	137
Tabla 29. Propietarios y roles de los predios que se encuentran en los ejes principales del humedal. .	141

Tabla 30. Organizaciones comunitarias presentes en el área de estudio.....	149
Tabla 31. Acciones de restauración preliminares sobre los objetos de conservación (OC) definidos para evaluar las oportunidades de restauración en mosaico de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua.	152
Tabla 32. Categorización de medidas de restauración realizada para su priorización.....	174
Tabla 33. Detalle terrenos realizados.	186

4. Introducción

El Humedal de Mantagua es un humedal costero periurbano que se ubica al norte de la bahía de Concón, en una zona que marca el límite entre el clima semiárido y el clima mediterráneo de Chile central, con temperaturas del aire que oscilan entre 10 y 25 °C, y precipitaciones inferiores a 250 mm anuales, las que se concentran entre mayo y agosto. Esta región es una de las que potencialmente serían más impactadas por el cambio climático, debido al aumento de temperatura, disminución de lluvias y desertificación progresiva desde el norte (Contreras-López *et al.* 2017). Un aumento gradual en la amplitud de la temperatura diurna ha sido también observado en esta región (Montecinos *et al.* 2016), junto con una tendencia de la temperatura superficial del mar hacia un enfriamiento causado por la Corriente de Humboldt (Falvey & Garreaud 2009). Cuando la barra se encuentra abierta, el humedal presenta un régimen micromareal, el cual no ha sido significativamente afectado por el ascenso del nivel del mar a causa de los cambios en la elevación de la corteza terrestre durante el ciclo sísmico; se ha indicado que la elevación de la corteza es equivalente o superior al efecto de la dilatación térmica de los océanos (Montecino *et al.* 2017, Albrecht & Shaffer 2016). Por otra parte, en esta zona, las aguas costeras exhiben fluctuaciones costeras diurnas del orden de 4°C, asociadas principalmente a la brisa marina y la variación diaria de la temperatura del aire (Kaplan *et al.* 2003, Narváez *et al.* 2004).

El humedal se forma por la confluencia de los esteros Quintero y Mantagua. El estuario, tiene una profundidad media inferior a 1,5 m y está desconectado del mar por una barra de arena que se abre aproximadamente una vez al año, aunque tiene una frecuencia irregular, ya que depende de las marejadas y el caudal afluente. El humedal y la duna asociada se han identificado como un área de interés para la conservación de la biodiversidad de Chile central (PUCV-UPLA 2015) y mantiene un escenario costero de gran valor, pero que es alterado por la basura de playa y el tránsito de vehículos por lugares no habilitados (Rangel *et al.* 2018). Este humedal fue recientemente afectado por un tsunami (Contreras-López *et al.* 2015), en cuyo estudio de campo se pudo constatar la presencia de la especie invasora *Xenopus laevis* (Contreras-López & Figueroa 2020).

El banco de arena que separa al estuario del mar se abre esporádicamente: durante episodios sísmicos, fuertes lluvias y cuando el oleaje oceánico extremo incide en el lugar, fenómeno cuya frecuencia estaría aumentando como efecto del cambio climático antropogénico (Martínez *et al.* 2018). Este tipo de estuario recibe diferentes nombres en la literatura científica: *wind-dominated estuaries*, *sandbar estuaries*, *river-mouth lagoons*, *coastal lakes*, *sporadically open estuaries*, *temporarily open/closed estuaries* o *blind estuaries* (Potter *et al.* 2010, Brito 2012).

En un contexto continental, se debe tener presente que el Humedal de Mantagua es un ejemplo notable de los estuarios de barra cerrada presentes en el litoral del Pacífico Sur Oriental. En Efecto, en Sudamérica, los estuarios de barra son rasgos conspicuos a lo largo de las costas de Perú y la región semiárida de Chile centro-norte. En esta parte de Chile, los humedales costeros están caracterizados por tener un pH alcalino y presentar un amplio rango de conductividad (<1-58 mS cm⁻¹) (Figueroa *et al.* 2009, Vidal-Abarca *et al.* 2011). Desde esta región hacia el sur de Chile (30°S - 41°40'S), los humedales costeros tienen, en general, una superficie menor a 10 hectáreas y exhiben una tendencia creciente en cuanto al número de humedales y superficie (Marquet *et al.* 2012). Estos humedales proporcionan conectividad biológica para algunas especies y este rol está siendo amenazado por el crecimiento urbano y actividades recreacionales no reguladas que se desarrollan principalmente en verano (Marquet *et al.* 2012). Por otra parte, los humedales costeros de Chile central están expuestos a fuertes

amenazas naturales y antropogénicas, incluyendo tsunamis (Contreras-López *et al.* 2016), marejadas y anomalías asociadas al cambio climático (Cienfuegos *et al.* 2012, Contreras-López *et al.* 2017). En uno de los primeros estudios sobre humedales costeros y sistemas de desembocadura en Chile central, hace casi cuatro décadas, ya se reportaba un alto impacto antropogénico en estos sistemas acuáticos, con una alta dominancia de especies tolerantes a la eutroficación (Leighton & Lobo 1982).

El Humedal de Mantagua fue categorizado en 2005, como Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Valparaíso (CONAMA-PNUD 2005), actualmente es reconocido como Sitio de Alto Valor para la Biodiversidad (PUCV & UPLA 2015). En relación con la fauna silvestre el Humedal de Mantagua es considerado parte del Corredor Biológico del Litoral Costero de Chile e integrando el Corredor Biológico de toda América, ruta migratoria de las aves del hemisferio norte que visitan Chile en primavera para pasar el invierno boreal. Recientemente, en 2019 fue reconocido por la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos como un "Área de Importancia para la Conservación de Murciélagos" (AICOM 2019).

El año 2019, en el marco del Proyecto GEFSEC ID: 9766 "Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportantes, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad", cuyo objetivo es mejorar el estado ecológico y de conservación de ecosistemas costeros del Centro-Sur de Chile de alto valor ecológico; el Humedal de Mantagua es seleccionado como uno de los cinco ecosistemas pilotos para ejecutar dicho proyecto. Debido a este se constituye un comité técnico local y se licita esta consultoría.

En el componente asociado a la gestión y restauración se busca delimitar el ecosistema Humedal de Mantagua y asegurar su protección resguardando las características ecológicas y su funcionamiento, a fin de mantener el régimen hidrológico tanto superficial como subterráneo y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos para la sociedad. Para ello, esta consultoría tiene la finalidad de determinar los límites del humedal, los usos y coberturas de suelo a nivel de la sub-subcuenca con un análisis de las presiones y amenazas al ecosistema, a partir de lo cual se deberá determinar las áreas vulnerables que resultan prioritarias para su restauración. Además, se deberá identificar actores claves que formen parte de las futuras acciones de restauración en el territorio y proponer metodologías más adecuadas en el contexto local para la restauración. Los Objetivos Específicos (OE) planteados son los siguientes:

OE 1) Determinar los límites del Humedal de Mantagua y los usos de suelo y cobertura de la sub-subcuenca del humedal. Para lo cual se encargaron las siguientes tareas que son cumplidas a cabalidad en este informe:

- i. Revisar la cartografía del inventario Nacional de humedales MMA (criterios de delimitación: vegetación hidrófila, suelo hídrico, cuerpo de agua) para el Humedal de Mantagua).
- ii. Analizar las imágenes de alta resolución del Humedal de Mantagua (imágenes que fueron proporcionadas por el Ministerio de Medio Ambiente).
- iii. Identificar la amenazas y presiones de la cuenca (subcuenca de la DGA) aportante del humedal mediante la:

- Delimitación visual de usos del suelo y coberturas (land use y land cover) (El proyecto facilitará una imagen de alta resolución (0,8 m/pixel) del polígono, el resto de la cuenca se deberá analizar con imágenes de libre disposición sentinel o landsat).
 - Validación en terreno.
 - Identificación áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos.
 - Identificar presiones y amenazas asociadas a los usos del suelo en la cuenca.
 - Uso de los Instrumentos de Planificación territorial disponibles y vigentes.
- iv. Propuesta de delimitación del Humedal de Mantagua en base a la metodología Corine Land Cover (usos y coberturas del suelo) para el humedal evaluado.
- v. Identificar áreas relevantes dentro del Humedal, para lo cual se requiere:
- Validación en terreno
 - Identificación especies asociadas al humedal y áreas de servicios ecosistémicos
 - Delimitar la Intrusión salina del estuario

OE 2) Identificar áreas prioritarias a restaurar del Humedal de Mantagua con enfoque de cuenca, validadas en un proceso participativo con actores locales, miembros del Comité Técnico Local y expertos regionales.

En este informe final se entregan los resultados de la totalidad de actividades desarrolladas para el cumplimiento de ambos objetivos específicos.

5. Primera Parte: Actividades necesarias para el cumplimiento del Objetivo Específico 1

5.1. Revisión cartografía del inventario humedales (vegetación hidrófila, suelo hídrico, cuerpo de agua) para el Humedal de Mantagua.

Para el cumplimiento de esta actividad, se revisó el catastro de humedales elaborado por la consultora Edáfica (2020). En base a los polígonos identificados en dicho catastro y las correcciones realizadas por la verificación en terreno en esta consultoría, se reconocen 13 cuerpos de agua cuya naturaleza y dinámica los diferencia (Figura 1): 1) Albufera, 2) Poza Vega Poniente, 3) Poza Vega Oriente, 4) Desembocadura Estuario, 5) Estuario Medio, 6) Cabeza Estuario, 7) Estero Tramo 1, 8) Estero Tramo 2, 9) Estero Mantagua, 10) Estero Tramo 3, 11) Estero Quintero, 12) Tranque 1, y 13) Tranque 2. Estos polígonos abarcan desde la confluencia de los esteros Quintero y Mantagua hasta la albufera, abarcando una superficie de 738 hectáreas. Estos polígonos se clasifican en 3 categorías que se describen a continuación.



Figura 1. Cuerpos de agua principales de la subcuenca del Humedal de Mantagua.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.1. Humedales continentales, palustres y emergentes

Corresponde a un polígono de 271 hectáreas que se extiende desde las vegas donde se infiltra el estero Quintero (a la altura del puente Santa Julia, por el norte, Figura 2) hasta la cabeza del estuario. En la parte superior de este polígono se incluyen como humedales un sector de vegas estacionales donde desemboca el estero Quintero y que mayoritariamente se ocupa como zona de pastoreo para el ganado. En este sector del estero Quintero se emplaza un pozo de la infraestructura del programa de Agua Potable Rural (APR). También en las inmediaciones, al interior del Fundo Quintero existen dos tranques de gran tamaño que alteran los aportes de agua al estero Quintero (Figura 3).



Figura 2. estero Quintero en el sector Santa Julia. Fotografía tomada en septiembre 2020.



Figura 3. Tranque 1 Interior Fundo Quintero. Fotografía tomada en septiembre 2020.

Siguiendo su curso, el estero Quintero se encuentra con el campo dunar de Ritoque. Posiblemente el desplazamiento del campo dunar alteró el curso del estero, el cuál actualmente corre paralelo a la costa en sentido norte – sur. En el sector es posible apreciar una amplia vega de 320 hectáreas, que en época invernal se encuentra frecuentemente anegada (Figura 4).



Figura 4. Sector estero tramo 3. Sector Santa Julia. Fotografía tomada en septiembre 2020.

En este sector predominan comunidades vegetales dominadas por cardo (*Cynara cardunculus*) y se ha observado en terreno la presencia de pequeños cuerpos de agua perennes. Hacia el sector sur de las vegas se reconoce el afloramiento del estero Quintero junto con la vegetación asociada a esta ribera, la cual también se utiliza como terreno agrícola.

Desde el límite sur de la vega, siguiendo el curso del estero (Tramo 2, Figura 5) e incorporando el Estero Mantagua (Figura 6), se reconoce un área de 42 hectáreas con presencia de vegetación ribereña como parte del humedal, sin embargo, a partir del reconocimiento de los usos de suelo del área junto con el análisis de los cuerpos de agua, se identifican sectores delimitados por la consultora Edáfica como humedal, que en realidad pertenecen a vegetación mixta y no es posible señalar que hayan sido inundados.



Figura 5. Vista sector tramo 2 estero (entorno confluencia esteros Mantagua y Quintero). Fuente: Bustos & Valencia (2006).



Figura 6. Estero Mantagua. Fotografía tomada en septiembre 2020.

Posteriormente se encuentra el Tramo 1 correspondiente a un área de 30 hectáreas, comprendido entre la cabeza del estuario y la confluencia entre los esteros Quintero y Mantagua. Este sector es altamente intervenido por la actividad turística, existiendo piscinas e intervenciones de todo tipo en su ribera (Figura 7).



Figura 7. Vista área tramo 1. Fuente: Google Earth.

5.1.2. Humedal marino-costero, estuarino y submareal asociado al estuario

Corresponde a un polígono de 42 hectáreas que abarca desde el tramo superior del estuario (cabeza) hasta su desembocadura. Al comparar con el polígono identificado en el catastro elaborado por Edáfica (2020) con las verificaciones en terreno realizadas en este estudio, se observa que es

concordante con la máxima área de inundación y comprende el espejo de agua, marismas y formaciones vegetacionales de pantano de totora. Sin embargo, no incorpora correctamente el sector de la playa, toda vez que el estuario se conecta estacionalmente con el mar, y mantiene comunicación por sobrepaso de oleaje en el intermareal. La cabeza del estuario es el sector donde la influencia marina desaparece y el cuerpo de agua es principalmente afectado por el caudal del estero que lo alimenta. Este sector parece encontrarse ubicado a los pies del recinto La Posada del Parque, en la zona que sirve de vía de acceso de la actividad de los kayaks (Figura 8).



Figura 8. Vista del sector cabeza del estuario en el embarcadero de kayaks. Fuente: Barraza & Ponce (2014).

En el curso medio del estuario corresponde al tramo comprendido aguas arriba de la desembocadura y donde todavía es posible encontrar influencia marina. Siendo posible detectar variaciones centimétricas de marea y salinidad que revela el aporte de aguas marinas (Figura 9). En este lugar se reconocen las formaciones de pradera húmeda, marismas y pantano de totora como parte del humedal, además de una extensa área correspondiente a una explanada usada como cancha de fútbol que se encuentra en el terreno de la Corporación Amereida. En el pasado esta explanada parece haber formado parte del estuario y haber sido rellenada posteriormente, pero no se han encontrado antecedentes que respalden esta hipótesis. Por la ribera norte, se incorpora un sector de vega que se extiende en forma lineal hacia el norte junto con un área donde predomina el junquillo hacia el oeste.



Figura 9. Vista parcial del estuario medio de Mantagua a la altura del Puente peatonal. Fotografía tomada en octubre de 2020.

La desembocadura del estuario o boca es el tramo que se encuentra sobre la playa inmediata. Arbitrariamente se utiliza como referencia de corte la línea ferroviaria para poder realizar comparaciones de su evolución en el tiempo. Esta desembocadura tiene una barra de arena que puede separar completamente al estuario del mar o conectarse parcialmente. Debido a la inexistencia de dunas en el sector, el mar también puede hacer ingresos durante pleamares, especialmente en sicigias, y/o por sobrepasos durante marejadas. Debido al volumen de agua del estuario, durante la época invernal, la desembocadura puede conectarse con la Albufera (Figura 10).



Figura 10. Vista parcial de la desembocadura del estuario Mantagua durante octubre 2020.

En la depresión más baja existente entre las dunas costeras y el campo dunar de Ritoque, se conforma una vega que se encuentra segmentada por la línea ferroviaria. Esta vega es alimentada directamente por precipitaciones, crecidas del estuario y posiblemente afloramientos de acuíferos. Por esta razón, especialmente en época invernal es posible detectar pozas estacionales o anegaciones bastante importantes en este sector (Figura 11).



Figura 11. Ejemplo de una poza de la vega poniente. Fotografía tomada en octubre de 2020.

En términos generales, el polígono propuesto por Edáfica (2020) es concordante con el límite del humedal propuesto en este estudio, excepto por los sectores de vegetación mixta que se encuentran en el tramo superior del estuario. Además, se recomienda incorporar la vegetación de vega que bordea la línea del tren a lo largo de la albufera, puesto que corresponde a formaciones de pajonal de junquillo (*Ficinia nodosa*) correspondientes a una paleo-vega salina que, se presume, corresponde a la superficie original que abarcaba la albufera, previo a la disrupción generada por la construcción de la línea férrea.

5.1.3. Humedal marino-costero, lagunar, asociado a la laguna salada

Corresponde a un polígono de 33 hectáreas que abarca la totalidad de la albufera del humedal, la vegetación de vega y marismas. Es una laguna costera que corre paralela al mar, inundando el valle de que se encuentra entre un importante cordón dunar estabilizado y la línea ferroviaria. La Albufera no se conecta directamente al mar, debido a la protección que ejercen las dunas costeras. Sin embargo, se conecta al estuario preferentemente en época invernal (por ser un estuario de barra cerrada) y cuando esta conexión se sostiene y la desembocadura del estuario se abre, es posible que reciba aportes de agua marina especialmente en condiciones de marea llanante (Figura 12).



Figura 12. Vista parcial de la Albufera de Mantagua, octubre de 2020.

En la Figura 13 se grafica la delimitación de humedales realizada en el inventario de humedales y se superpone la capa de análisis realizada en este estudio (Figura 1).

En cuanto a la clasificación normativa del humedal, en el catastro de humedales 2020 se reconocen estos polígonos asociados al límite urbano comunal, sin embargo, este sector corresponde a zonas de extensión urbana, las cuales no se consideran como límite urbano vigente según el Plan Regulador Comunal de Quintero. En términos normativos, El único instrumento de planificación territorial vigente es el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL), el cual reconoce este sector como una Zona de Extensión Urbana (ZEU-16 y ZEU-2) y un área Seccional, correspondiente al "Seccional Amereida" (Figura 14).

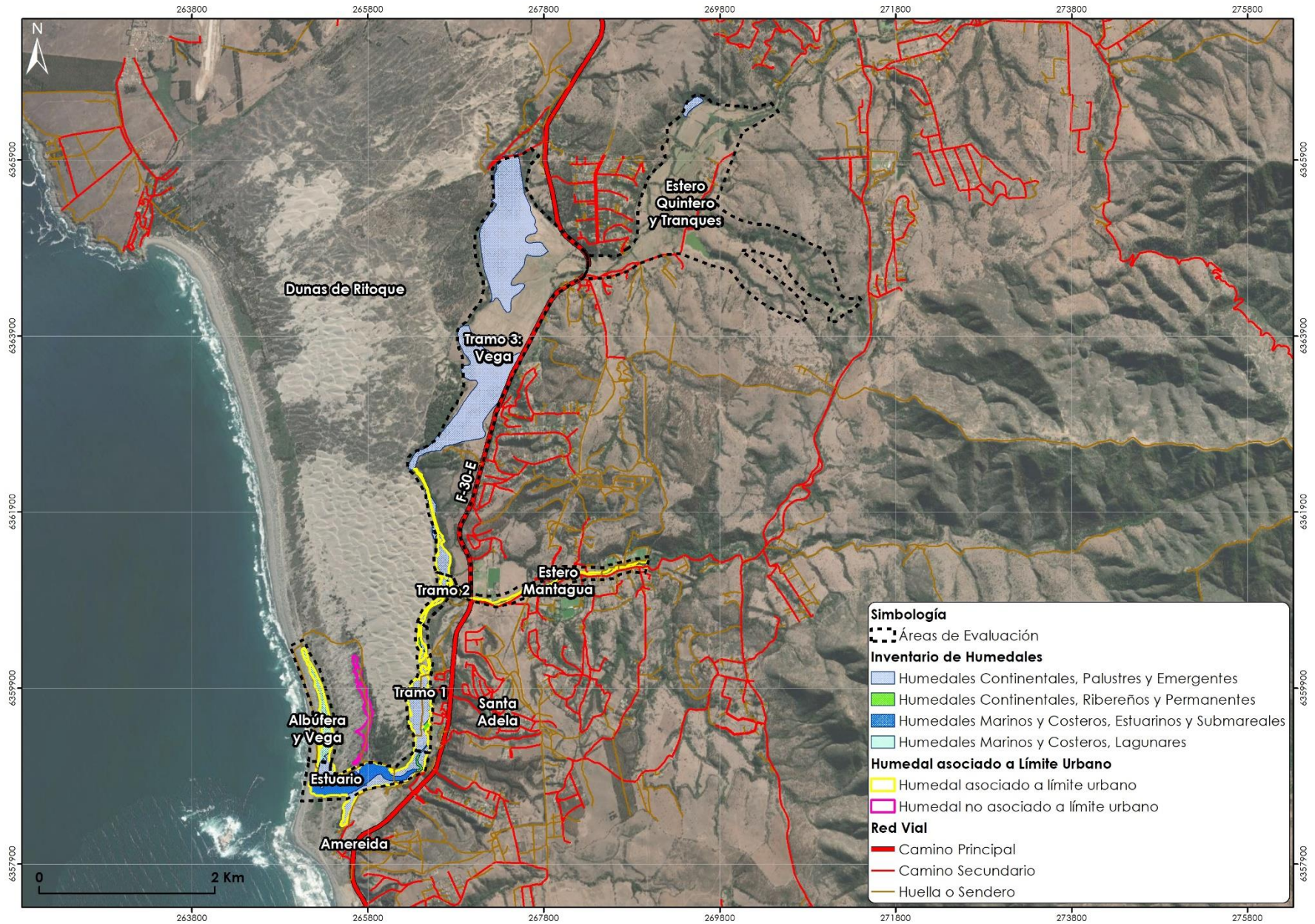


Figura 13. Delimitación del Humedal de Mantagua en el Inventario Nacional de Humedales año 2020. Fuente: elaboración propia en base a Edáfica, 2020.

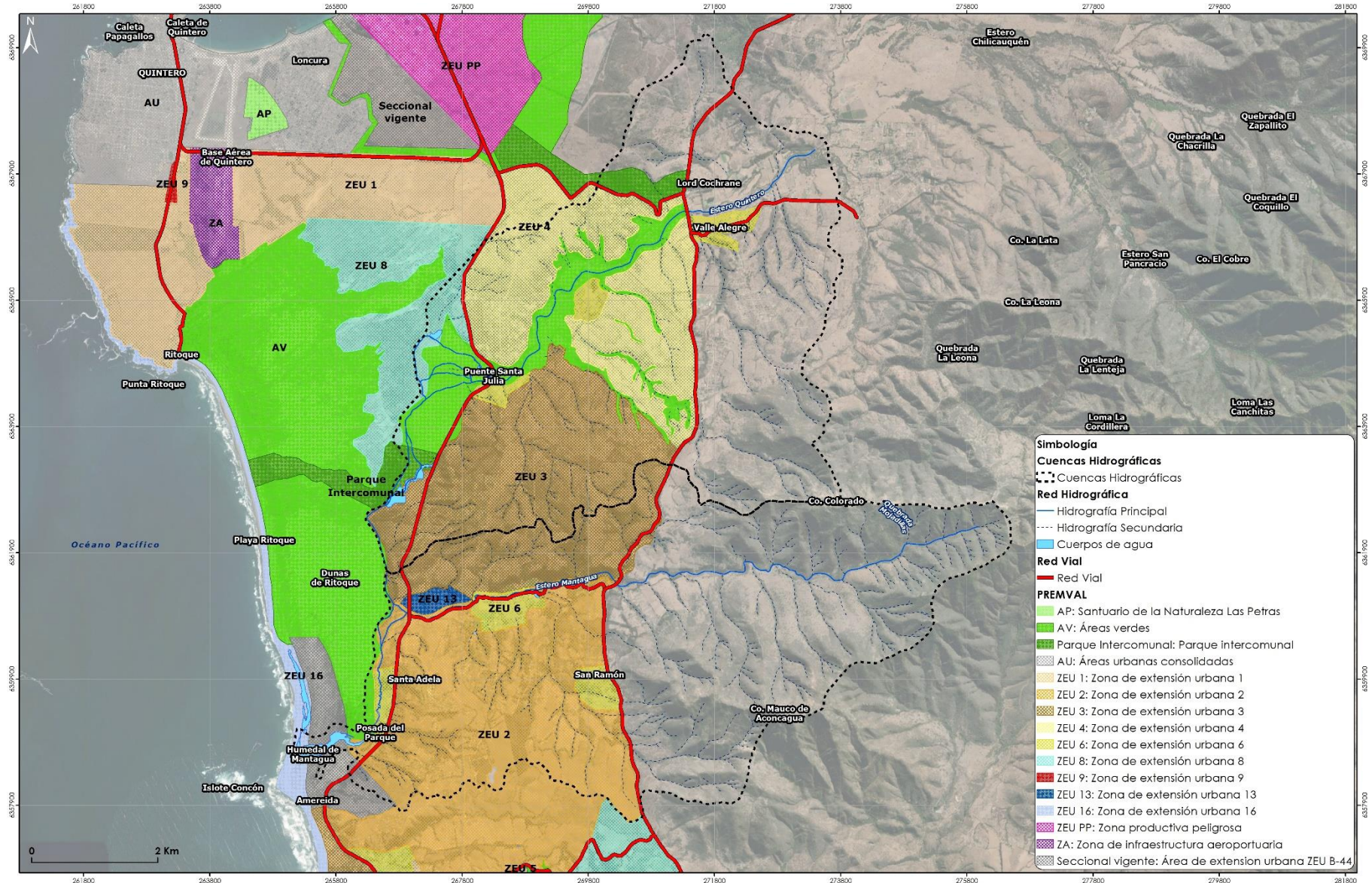


Figura 14. Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso vigente para el área que comprende la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: MINVU, 2020.

5.2. Análisis imagen de alta resolución del Humedal de Mantagua

Con objeto de identificar los cambios multitemporales que ha presentado el humedal en cuanto al recurso hídrico y vegetacional se refiere, se realizó un análisis del cuerpo de agua y del estado de la vegetación mediante los índices espectrales NDWI y NDVI, utilizando imágenes satelitales Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI/TIRS y Sentinel 2A. Se consideraron imágenes cuya cobertura nubosa fuese inferior al 10% de la escena, con objeto de eliminar posibles distorsiones. Se utilizaron 198 imágenes (Tabla 1), que corresponden a insumos de adquisición gratuita y se encuentran disponibles a través de la plataforma Earth Explorer.

Tabla 1. Resumen general de las imágenes utilizadas.

Nombre	Cantidad de imágenes	Temporalidad	Resolución espacial	Fuente
Landsat 5 TM	92	28-01-1986 al 17-11-2011	30 x 30 [m]	NASA
Landsat 8 OLI/TIRS	54	12-04-2013 al 08-10-2020	30 x 30 [m]	NASA
Sentinel 2	52	30-12-2018 al 05-10-2020	10 x 10 [m]	ESA

Fuente: elaboración propia en base a Earth Explorer (2020).

Los resultados obtenidos fueron comparados y complementados mediante la comparación con la imagen satelital SkySat proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente. La constelación de satélites SkySat permite obtener imágenes de alta resolución de la superficie terrestre, manteniendo una órbita circular síncrona al sol a una altitud de 825 kilómetros y una inclinación de 98,8°. Al ser una constelación (15 pequeños satélites capaces de obtener imágenes de resolución inferior a un metro), el período de revisita se reduce a 101 minutos, lo que permite obtener varias imágenes de un mismo punto de la superficie terrestre durante el mismo día. En este contexto, la imagen de alta resolución proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente corresponde a un mosaico de imágenes de los días 22 y 23 de marzo del año 2020, con una resolución espacial de 80 cm por pixel. Las características principales de la imagen proporcionada por el MMA se resumen a continuación:

- Producto de escena básica SkySat, sin ortorectificar, en niveles digitales.
- Imagen digital de 4 bandas espectrales: Rojo, Verde, Azul e Infrarrojo Cercano.
 - o Azul: 450 – 515 nm
 - o Verde: 515 – 595 nm
 - o Rojo: 605 – 695 nm
 - o Infrarrojo cercano: 740 – 900 nm
- Correcciones radiométricas: Conversión absoluta de valores digitales basado en coeficientes de transformación para cada escena.
- Datum: WGS 84.
- Mosaico compuesto por 7 imágenes de alta resolución: 4 del 22 de marzo y 3 del 23 de marzo.

Esta imagen satelital fue analizada de 3 formas diferentes, con objeto de obtener la mayor cantidad de información de ella:

- **Inspección visual y comparación con imágenes históricas y un mosaico construido a partir de imágenes drone (Figura 15):**

En primera instancia se compararon las fotografías aéreas históricas con la imagen satelital de alta resolución. De esta manera se visualizan diferentes superficies históricas que ha tenido el humedal y se corrobora la dinámica de apertura de la barra en diferentes períodos de tiempo. Además, se realizó un vuelo de drone de la desembocadura, estuario y esteros principales del humedal, el cual se utilizó para definir en mejor detalle las coberturas de suelo y compararlas con los usos de suelo que se observan en la imagen de alta resolución.

El vuelo de drone programado se realizó durante los días 8, 9, 10, 11 y 12 de diciembre 2020 a una altura de 300 metros sobre el punto de despegue, cubriendo los sectores de: albufera, desembocadura, estuario medio y alto, vegas interiores, estero Mantagua y parte del estero Quintero. Cabe destacar que, al ser terreno privado, no fue posible levantar el estero de Quintero en profundidad, sin embargo, se realizó un reconocimiento en terreno.

La imagen resultante del levantamiento con drone de la cuenca se utilizaron como medio de verificación de lo observado en la imagen de alta resolución, por ejemplo, corroborar aquellos sectores que se encuentran en proceso de expansión urbana, de uso agrícola, productivo u otro uso de suelo.

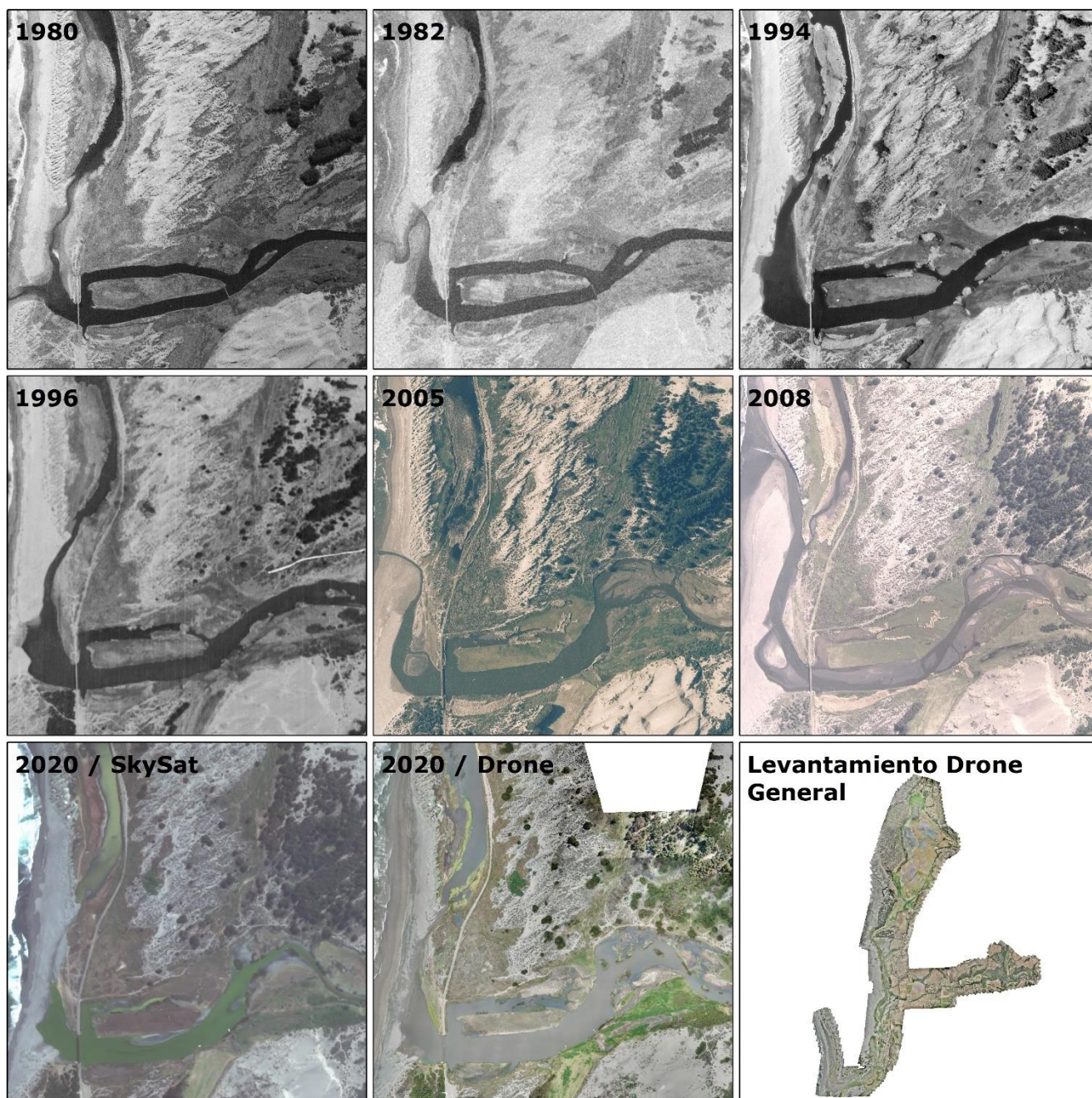


Figura 15. Comparación de imágenes históricas tomadas por el Servicio Aerofotogramétrico con la imagen SkySat de alta resolución proporcionada por el Ministerio y el mosaico elaborado a partir de los vuelos de drone realizados durante los días 8 y 12 de diciembre de 2020. Fuente: elaboración propia.

- **Construcción del NDVI y comparación con otras fuentes de información. El índice fue contrastado con puntos levantados en terreno (Figura 18).**

Se calculó el NDVI de la imagen de alta resolución (marzo 2020) y se comparó con los resultados obtenidos del análisis satelital de las imágenes Landsat y Sentinel. Los resultados son concordantes con el patrón general de coberturas de los distintos tipos de vegetación y agua analizados para la serie temporal de imágenes desde el año 1986 a 2020. En dicho patrón durante las épocas de verano las coberturas predominantes son las de suelo desnudo (amarillo en la Figura 16 a y b) y vegetación dispersa (verde claro en la Figura 16 a y b). En esta época el suelo desnudo es dominante en la parte baja del humedal (cercano a la costa) mientras que la vegetación dispersa es más abundante en la parte alta de la cuenca. Dada la mayor resolución de la imagen SkySat existe una diferenciación espacial mucho más detallada de la dominancia e incluso alternancia de la vegetación dispersa y el suelo desnudo en la zona de la cuenca del sistema de estudio, la cual se enmascara en la imagen de menor resolución de Landsat. Sin embargo, y a pesar de este efecto, la disponibilidad de una gran cantidad de imágenes Landsat para varios años y periodos de tiempo permitió detectar los patrones de variación de gran escala en el sistema de estudio durante los años 1986 al 2020 de manera bastante precisa.

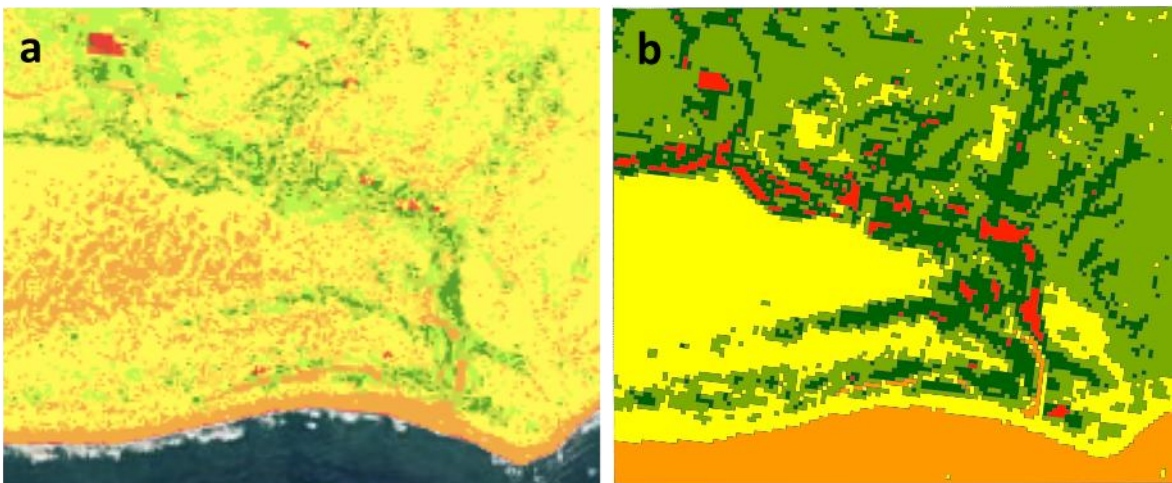


Figura 16. Mapas de cobertura de Agua (naranja), Suelo desnudo (amarillo), Vegetación dispersa (verde claro), Vegetación abundante (verde oscuro) y Vegetación muy densa (rojo) estimadas a través de los análisis del NDVI de la imagen satelital SkySat de alta resolución de marzo 2020 (a) y de la imagen satelital Landsat de menor resolución de abril del mismo año (b).

Al comprar otras imágenes satelitales disponibles para fechas cercanas a la de la imagen de alta resolución SkySat del 22-23 de marzo del 2020 se observa, tal como se mencionó anteriormente, que la imagen Landsat por tener una menor resolución muestra las variaciones espaciales con menor detalle entregando un promedio general de la situación en las distintas partes de área de estudio. Por su parte, las imágenes Sentinel entregan mayor detalle dada su mayor resolución espacial y, además, por tener mayor cobertura temporal reciente en sus imágenes es posible ver detalles de variaciones temporales que ocurren en los distintos lugares de la zona de estudio en una escala temporal acotada (Figura 17).

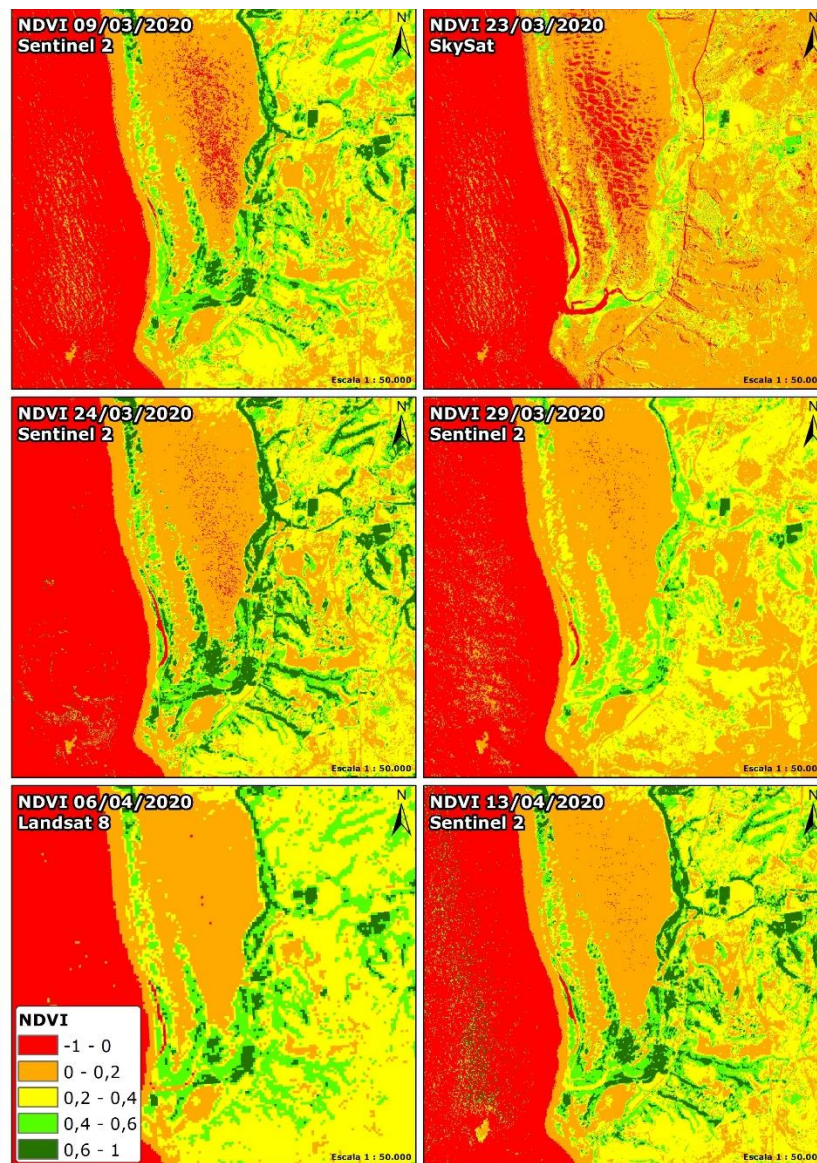


Figura 17. Mapas de cobertura de Agua (rojo), Suelo desnudo (naranja), Vegetación dispersa (amarillo), Vegetación abundante (verde claro) y Vegetación muy densa (verde oscuro) estimadas a través de los análisis del NDVI de imágenes satelitales Sentinel (resolución espacial mediana), Landsat (resolución espacial menor) y Skysat (alta resolución espacial).

Al comparar las imágenes satelitales Sentinel de moderada resolución espacial y mayor cobertura temporal es posible evidenciar que la zona de estudio presenta cambios en los valores del NDVI asociados principalmente a la variación en la reflectancia del agua, las cuales se hacen evidente, durante la época de verano en las zonas de vegetación dispersa que pueden mostrar activaciones temporales de pequeña escala pasando del color verde claro al verde oscuro, no necesariamente debido a un cambio en la vegetación sino a la hidratación de esta, posiblemente por el efecto de neblinas matinales o lloviznas. Este efecto se ve preferencialmente en las zonas de quebradas de la cuenca del humedal, pero también en las depresiones de la zona dunar donde en las partes más profundas se marca en los días húmedos la presencia de agua.

Para interpretar la comparación de las imágenes se debe tener en cuenta las diferentes resoluciones espectrales de las imágenes Landsat, Sentinel y SkySat (Tabla 2). Estas diferencias provocan que el

máximo valor del índice NDVI (alcanzado con la combinación del límite superior en la banda Infrarrojo cercano y límite inferior en la banda Roja) se sature primero para Landsat (0.160), inmediatamente después para Sentinel (0.161) y posteriormente con SkySat (0.196). Esto significa que la vegetación densa que aparece en Landsat y Sentinel, no necesariamente aparece densa en SkySat.

Tabla 2. Resoluciones espectrales de los 3 conjuntos de imágenes utilizadas.

Imagen	Satélite	Fecha		Hora Local	Rojo (μm)		Infrarrojo Cercano (μm)		Mínimo	Máximo
		Mes	Día		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Min Inf - Max Roj	Max Inf - Min Roj
1	Sentinel 2	3	9	10h37	0,650	0,680	0,780	0,900	0,068	0,161
2	SkySat	3	22 y 23	11h21 y 13h40	0,605	0,695	0,740	0,900	0,031	0,196
3	Sentinel 2	3	24	10h37	0,650	0,680	0,780	0,900	0,068	0,161
4	Sentinel 2	3	29	10h37	0,650	0,680	0,780	0,900	0,068	0,161
5	Landsat 8	4	6	10h39	0,636	0,673	0,851	0,879	0,117	0,160
6	Sentinel 2	4	13	10h37	0,650	0,680	0,780	0,900	0,068	0,161

Fuente: Elaboración Propia.

En base a este antecedente, al comparar a la menor escala espacial posible puntos específicos del humedal y su vegetación con los valores de NDVI registrados en la imagen de alta resolución (Figura 18) se observa que de los puntos reconocidos no existe una correspondencia única entre los valores de NDVI registrados y el tipo de formación vegetacional o la especie dominante registrada, sino que más bien hay una mejor correspondencia con el estado de la formación registrada. En detalle, en la prospección de 61 puntos que cubren las principales formaciones vegetaciones de la zona de estudio tanto en el área "alta" (cuenca) como en el área "baja" (costera) se identificaron las especies de plantas dominantes (17 especies) de cada formación (6 formaciones) y estado fenológico (3 estados: Inactivo, Senescente y Activo). Para el caso de las especies de plantas los valores promedio de NDVI fluctuaron entre 0.5 y 0.002, correspondiendo el máximo a *Tessaria absinthioides* (NDVI promedio = 0.54 +/- 0.01) que fue la única en caer en el rango de vegetación abundante, seguida de *Acacia dealbata*, (0.38 +/- 0.12), las Halofitas de humedal, *Schoenoplectus californicus*, *Thypha domingensis* y *Sarcocornia neei* (0.34 +/- 0.11), *Rubus ulmifolius* (0.24 +/- 0.01), *Pinus radiata* (0.22 +/- 0.18) *Schinus latofolius* (0.22 +/- 0.05), *Distichlus spicata* (0.22 +/- 0.01) y *Ficinia nodosa* (0.20 +/- 0.2), todas las cuales cayeron en el rango de vegetación dispersa. Le siguen las especies *Haploppapus foliosus* (0.16 +/- 0.01), especies de bosque esclerofilo como, *Cryptocarya alba*, *Lithraea caustica* y *Citronella mucronata* (0.14 +/- 0.05), *Puya chilensis* (0.13 +/- 0.06), *Eucaliptus globulus* (0.13 +/- 0.13), *Quillaja saponaria* (0.12 +/- 0.03), *Baccharis macraei* (0.12 +/- 0.24), *Cynara cardunculo* (0.07 +/- 0.21), *Eryngium paniculatum* (0.03 +/- 0.01) y *Colliguaja odorifera* (0.02 +/- 0.14), todas las cuales cayeron en el rango de vegetación seca o suelo desnudo. En cuanto a las Formaciones vegetacionales, el NDVI fluctuó entre 0.15 y 0.34, siendo mayor para la formación de Pajonal (0.34 +/- 0.01) y humedal (0.33 +/- 0.12) que cayeron en la categoría de vegetación dispersa, seguidas de Matorral (0.16 +/- 0.18), Plantación (0.16 +/- 0.13), Bosque esclerofilo (0.14 +/- 0.05) y Pradera (0.10 +/- 0.18) que cayeron en la categoría de suelo desnudo o vegetación muerta. Finalmente, en cuanto a el Estado de la vegetación, el índice en este caso fluctuó entre 0.26 y

0.1 siendo el mayor valor el del estado Activo (0.27 +/- 0.17) seguido del Senescente (0.13 +/- 0.06) y del Inactivo (0.1 +/- 0.12).

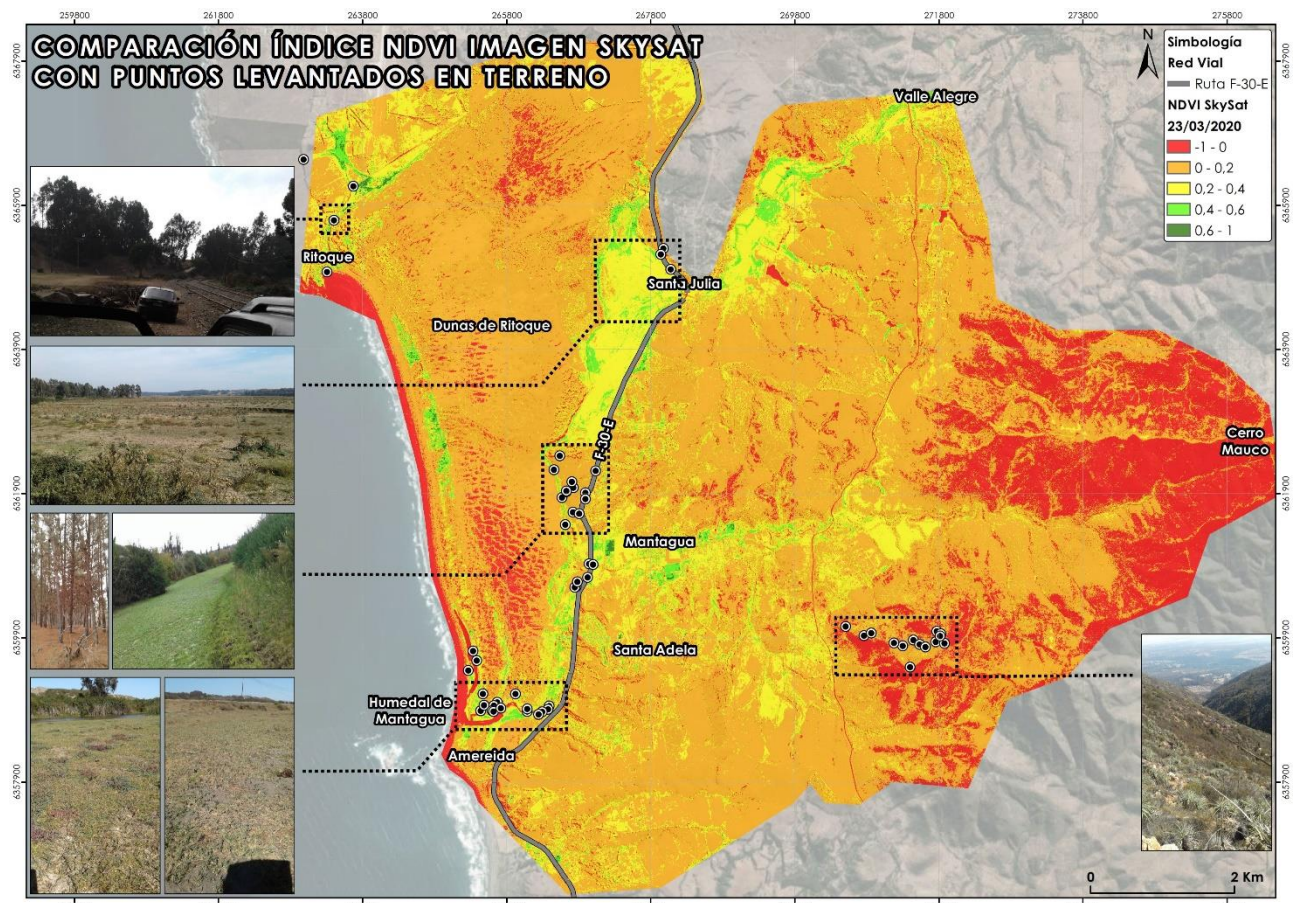


Figura 18. Mapa de cobertura de Agua (rojo), Suelo desnudo (naranja), Vegetación dispersa (amarillo), Vegetación abundante (verde claro) y Vegetación muy densa (verde oscuro) estimadas a través de los análisis del NDVI de la imagen y SkySat (alta resolución espacial) en que se muestra el detalle de algunos de los 61 puntos en que se prospectó la vegetación (detallando a las Especies dominantes, las Formaciones vegetacionales y el Estado de la vegetación) en abril y mayo del 2020 en distintos puntos del humedal.

Para interpretar correctamente la Figura 18, se debe tener presente que el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (Rouse *et al.* 1973) se define como:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Infrarrojo} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojo} + \text{Rojo}}$$

El NDVI se basa en el principio físico de que la clorofila absorbe ROJO mientras que la estructura de la hoja del mesófilo dispersa el NIR (Kerr & Ostrovsky 2003). Los valores del NDVI pueden variar de -1 a 1, los valores más altos indican concentraciones más altas de vegetación verde y la relación entre el NDVI y la productividad de la vegetación están bien establecidos, el vínculo entre este índice y la fracción de radiación activa fotosintética absorbida ha sido bien documentado (Pettorelli *et al.* 2005, Petus *et al.* 2013). Sin embargo, altos valores en la franja espectral ROJA y bajos en el INFRARROJO pueden ser erróneamente interpretados si no se toman en cuenta otras bandas espectrales, como el VERDE. Por esta razón, se debe calcular también el Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI). Este Índice corresponde a un índice espectral utilizado para la detección de cuerpos de agua y zonas húmedas.

El índice, ajustado por McFeeters (1996) utiliza las bandas del verde e infrarrojo para resaltar cuerpos de agua y separarlo de suelo desnudo, vegetación vigorosa y elementos construidos, a partir de la siguiente ecuación entre bandas:

$$NDWI = \frac{\text{Verde} - \text{Infrarrojo}}{\text{Verde} + \text{Infrarrojo}}$$

De esta manera, el índice entrega valores que van desde el -1 al 1, donde los valores positivos corresponden a cuerpos de agua/zonas húmedas y los valores negativos corresponden a vegetación vigorosa, suelo desnudo y áreas urbanas. El cerro Mauco sufre drásticos cambios de humedad, al recibir aportes de agua por la nubosidad asociada a la evapoación de agua marina y transportada por la brisa marina, intersectando con su cima y dando así significado a su nombre¹. Al comparar los índices NDVI y NDWI de la imagen Sentinel y Skysat, se observa que la imagen compuesta Skysat captura un bajo valor INFRARROJO, lo que conlleva a que el índice NDVI entregue valores similares para el cerro Mauco y los cuerpos de agua (Figura 19).

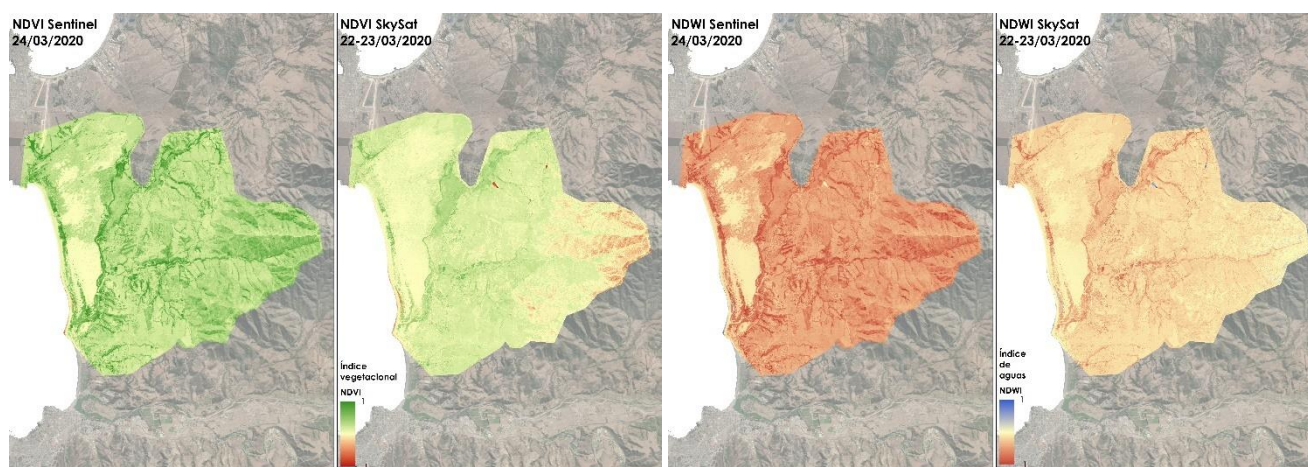


Figura 19. Comparación Índices NDVI Sentinel y Skysat (Izquierda) y NDWI Sentinel y Skysat (Derecha) para la cuenca en estudio. Fuente: Elaboración propia.

- **Interpretación del uso de suelo para analizar la amenaza, utilizando la metodología Corine Land Cover con clasificaciones adaptadas especialmente para humedales de Chile central por criterio experto del equipo consultor.**

A partir de la metodología Corine Land Cover, que plantea 3 niveles de uso de suelo, se realizó una propuesta de adaptación para las categorías a utilizar. Esto debido a que, al ser una metodología elaborada en el hemisferio norte, hay categorías de uso de suelo que no se encuentran contempladas y que son aplicables a la realidad local, por ejemplo, las plantaciones exóticas de pinos y eucalipto. En la metodología no se incorpora el concepto de "plantación exótica", sino que se utiliza el concepto de "Sistema agroforestal", sin embargo, en la cuenca del Humedal de Mantagua las plantaciones de eucalipto responden a la necesidad de estabilizar la duna y el suelo, y no a un uso forestal-industrial.

¹ Mauco, proviene del mapudungún, deriva de "maung", que apela al estar suspendido algo o alguien, y "co" que quiere decir "agua". Mauco entonces significaría "agua suspendida", en alusión a la nube característica que cubre de tanto en tanto al cerro.

De igual forma, se detallaron algunas categorías respetando el orden de los niveles 1 y 2 con objeto de poder estandarizar de ser necesario. La adaptación de las categorías se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Propuesta de adaptación para la aplicación de las categorías de uso de suelo según la metodología Corine Land Cover. Fuente: elaboración propia.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Adaptación
Superficies artificiales	Zonas urbanas	Tejido urbano discontinuo	<ul style="list-style-type: none"> • Urbano disperso • Urbano de uso patrimonial • Urbano de ocio y turismo • Ocupación irregular
	Zonas industriales, comerciales y de transporte	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • Red ferroviaria • Red vial principal • Red vial secundaria • Huellas y senderos
	Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	Zonas en construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas en construcción
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	Instalaciones deportivas y recreativas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones deportivas y recreativas
Zonas agrícolas	Tierras de labor	Terrenos irrigados permanentemente	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos de irrigación permanente • Terrenos agrícolas
	Prados y praderas	Prados y praderas	<ul style="list-style-type: none"> • Praderas • Pastizales
	Zonas agrícolas heterogéneas	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes
Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos	Bosques	Bosques de Exóticas	<ul style="list-style-type: none"> • Plantación de Eucalipto • Plantación de Pino
		Bosque Nativo	<ul style="list-style-type: none"> • Bosque esclerofilo
		Bosque mixto	<ul style="list-style-type: none"> • Bosque mixto
	Espacios de vegetación arbustiva y o herbácea	Pastizales naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación de playa • Vegetación de duna • Vegetación de vega • Vegetación de humedal
		Matorrales esclerofilos	<ul style="list-style-type: none"> • Matorral esclerofilo
		Matorral boscoso de transición	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación de quebrada • Vegetación de ribera • Matorral mixto
	Espacios abiertos con poca o sin vegetación	Playas, dunas y arenales	<ul style="list-style-type: none"> • Playas • Duna estabilizada • Duna móvil
		Zonas quemadas	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas quemadas
Zonas húmedas	Zonas húmedas continentales	Humedales y zonas pantanosas	<ul style="list-style-type: none"> • Vega salina • Vega interior
	Zonas húmedas litorales	Marismas	<ul style="list-style-type: none"> • Marismas
		Zonas llanas intermareales	<ul style="list-style-type: none"> • Intermareal
Superficies de agua	Aguas continentales	Cursos de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Esteros
		Láminas de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Tranques • Piscinas
	Aguas marinas	Lagunas costeras	<ul style="list-style-type: none"> • Albufera
		Estuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Estuarios
		Mares y océanos	<ul style="list-style-type: none"> • Océano

Una vez establecidas las categorías de adaptación, se realizó un proceso de identificación mediante fotointerpretación utilizando como base la imagen de alta resolución entregada por el Ministerio, una imagen satelital del servidor Bing Aerial y un ortomosaico de la cuenca del humedal levantado durante los días 8, 9, 10, 11 y 12 de diciembre de 2020. Además, se realizó una exhaustiva comprobación en terreno el día 11 de enero de 2021 en conjunto con la profesional del proyecto GEF Humedales Lorena Flores Toro, con objeto de corroborar las observaciones realizadas desde el aire, con especial énfasis en las quebradas y reconocimiento de bosque esclerófilo (Figura 20), donde fue posible identificar la presencia de *Beilschmiedia miersii*, *Proustia pyrifolia*, *Cryptocarya alba*, *Cissus striata*, *Cestrum parqui*, *Chiropetalum tricuspdatum*, *Peumus boldo*, *Valeriana crista*, *Lobelia excelsa*, *Alstroemeria ligtu*, *Dioscorea bryoniifolia*, *Loasa tricolor*, *Schinus latifolius*, entre otros. El resultado de la zonificación se presenta en la Figura 21 y su superficie, en hectáreas, se presenta en la Tabla 4.



Figura 20. Quebradas con presencia de bosque esclerófilo identificadas en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Superficie obtenida a partir de la zonificación por categorización de la metodología Corine Land Cover ajustada a la cuenca del Humedal de Mantagua.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3 (Adaptado)	Superficie (Há)
Superficies artificiales	Zonas urbanas	Urbano disperso	956,9
		Urbano de uso patrimonial	4,1
		Urbano de ocio y turismo	20

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3 (Adaptado)	Superficie (Há)
	Zonas industriales, comerciales y de transporte	Ocupación irregular	0,2
		Red ferroviaria	1,4
		Red vial principal	40,6
		Red vial secundaria	72
		Huellas y senderos	56,9
	Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	Zonas en construcción	12,9
Zonas verdes artificiales, no agrícolas	Instalaciones deportivas y recreativas	32,3	
Zonas agrícolas	Tierras de labor	Terrenos de irrigación permanente	123,7
		Terrenos agrícolas	96,7
	Prados y praderas	Praderas	2443,8
Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos	Bosques	Plantación de Pinos	71,5
		Plantación de Eucalipto	307,3
		Bosque esclerofilo	138,1
		Bosque mixto	1884,6
	Espacios de vegetación arbustiva y o herbácea	Vegetación de duna	40
		Vegetación de vega	5,9
		Vegetación de humedal	2,2
		Vegetación de quebrada	651,7
		Vegetación de ribera	209,8
		Matorral mixto	60
	Espacios abiertos con poca o sin vegetación	Playas	11,5
		Duna estabilizada	110,8
		Duna móvil	337,3
Zonas húmedas	Zonas húmedas continentales	Vega salina	26,2
		Vega interior	204
	Zonas húmedas litorales	Marismas	7,5
		Intermareal	14,3
Superficies de agua	Aguas continentales	Tranques	25,8
	Aguas marinas	Albufera	6,9
		Estuarios	7,5

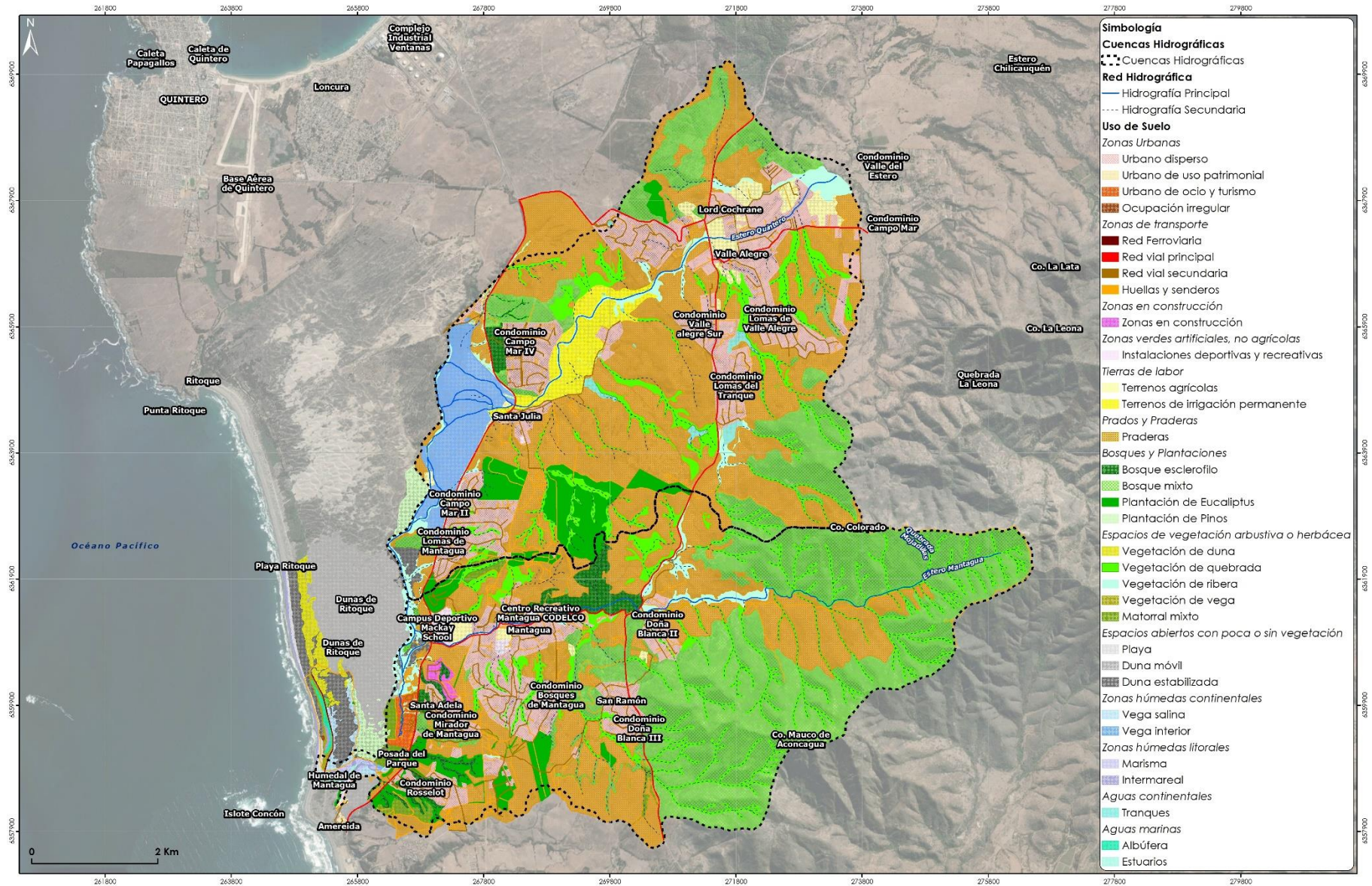


Figura 21. Uso de suelo de la cuenca del Humedal de Mantagua a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada. Fuente: elaboración propia.

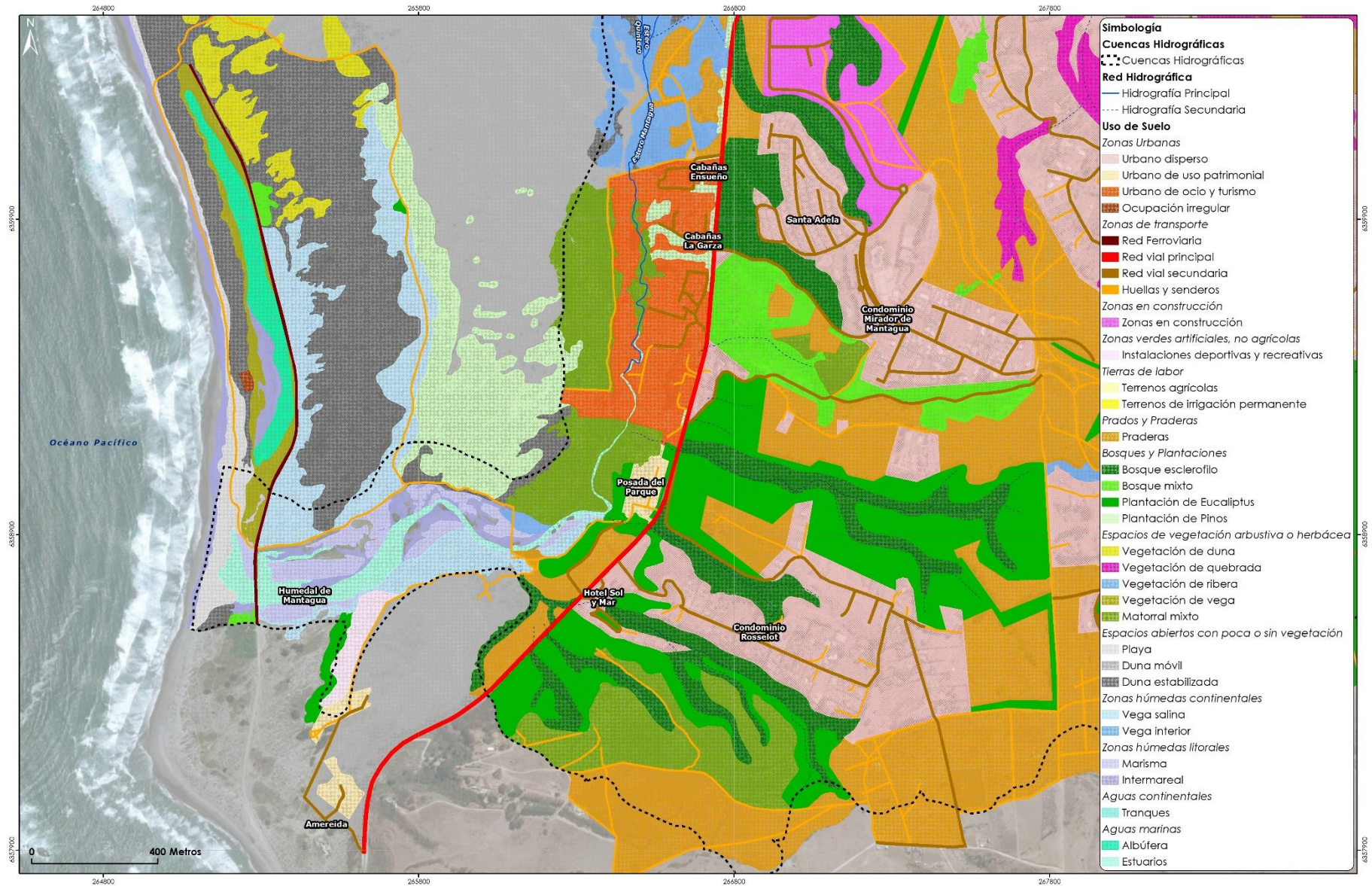


Figura 22. Uso de suelo de la desembocadura del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia.

5.3. Estado situación base fauna y flora

Para la determinación del estado de situación base del Humedal de Mantagua en términos naturales y antrópicos, se ha iniciado un esfuerzo por actualizar el conocimiento las especies presentes, y las áreas relevantes donde se emplazan, que se presenta a continuación.

5.3.1. Fauna: Vertebrados

La fauna actual de vertebrados terrestres en Chile está compuesta por 57 especies de anfibios (Correa & Méndez 2018), 137 especies de reptiles (Núñez *et al.* 2018), 470 especies de aves incluyendo las Islas Oceánicas y el Territorio Antártico (Vilina & Jofré 2018), 160 especies de mamíferos terrestres (Cofré *et al.* 2018) y 51 marinos (Capella & Gibbons 2018), además de 22 especies introducidas (Iriarte 2008); aún más, un 46% de las especies de vertebrados introducidas en Chile se encuentran en la zona mediterránea de Chile central (Wallem & Pauchard 2018). Chile contiene una baja riqueza de especies y alto endemismos para varios componentes de su biota. Esta característica lleva a nuestra biodiversidad a ser sumamente vulnerable a los cambios globales (Simonetti 1999). Esta baja diversidad de especies se debe, en parte, al aislamiento geográfico y a la condición de isla de nuestro territorio continental. Este mismo aislamiento, ha favorecido la presencia exclusiva de especies en nuestro territorio, proporcionando a nuestras comunidades una alta singularidad. Por esta razón, entre el 22-25% de las especies de vertebrados descritas para Chile son endémicas (Torres-Mura *et al.* 2011).

Esta característica, es especialmente importante en la región mediterránea de Chile central, la cual es considerada una zona crítica por su alto grado de amenaza (Arroyo *et al.* 2008). Esta región ha sido catalogada como uno de los 25 "Hotspots" de biodiversidad con prioridad de conservación a nivel mundial (Myers *et al.* 2000) basado en dos criterios principales: la tasa de endemismo de las especies presentes y el grado de amenaza que las afecta (Myers *et al.* 2000). La zona central concentra la mayor parte de la población humana y sus ecosistemas han estado sometida a una creciente intervención. Los principales factores de cambio ha sido la conversión de hábitats naturales por la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano e industrial (Fuentes & Prenafeta 1988); además de una alta incidencia de fuegos de origen antropogénico, a lo que se suma el efecto que producen las especies exóticas e invasoras de plantas y animales (Dinerstein *et al.* 1995).

El propósito de esta sección del informe es describir las características bióticas (vertebrados) del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso). Para ello se recorrieron los principales hábitats y se analizaron en la literatura las comunidades presentes en el área de estudio. El Humedal de Mantagua ha sido considerado como un sitio de alto valor para la conservación (Negrete *et al.* 2015, Geoneyen 2020) y sus vertebrados han sido ampliamente estudiados (e.g. Henríquez 2013, Ibáñez & Sepúlveda 2020a, Geoneyen 2020) particularmente para el componente de las aves (Simeone *et al.* 2008, Oviedo 2007, Ibáñez & Sepúlveda 2020b).

5.3.2. Validación de la información de biodiversidad

Se determinó la biodiversidad de vertebrados presentes en las áreas de estudio, mediante análisis de la literatura primaria y secundaria (libros temáticos), consulta a los lugareños y revisión de bases de datos públicas (e.g. MMA). Se estimó cualitativamente las especies relevantes de vertebrados en la zona de estudio según la experiencia del investigador. Además, se recorrió en varias oportunidades el

área de influencia para analizar sus principales características biológicas (e.g. mamíferos, reptiles y aves) y también se aportó información inédita recabada en el campo por los autores.

Para la identificación de mamíferos de mediano y gran tamaño, se instalaron trampas cámara, en la modalidad de toma de fotografías. Esta cámara posee un detector de movimiento, disparando fotografías cada vez que los detecta. El equipo utilizado posee un flash infrarrojo, el cual no incomoda a los individuos que son fotografiados.

La determinación de la fauna amenazada siguió las directrices del sistema de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente (MMA 2020). La distribución y taxonomía de las especies siguió lo recomendado por Iriarte (2008) y Muñoz & Yáñez (2009) para Mamíferos, Vidal & Labra (2008) para Anfibios y Reptiles, Demanguel (2016) y Mella (2017) para Reptiles, Couve *et al.* (2016) y Barros *et al.* (2015) para Aves.

5.3.3. Resultados

La Región de Valparaíso se corresponde con uno de hotspot mediterráneo de importancia mundial, sistema que alberga alrededor de 335 especies de la fauna vertebrada de Chile (CONAMA-PNUD 2005). De este total, aproximadamente un 18% son endémicas y alrededor de un 20% están clasificadas en alguna categoría de amenaza (CONAMA-PNUD 2005). Inserto en esta zona, el Humedal de Mantagua presenta una importante riqueza de vertebrados, la que comprende al menos: 4 Clases, 27 Ordenes, 61 Familias y 202 especies, de las cuales el 23% (46 especies) presentan problemas de conservación. Aves es el taxón con mayor riqueza con 161 especies, seguido de Mammalia (28), Reptilia (8) y 5 especies de Amphibia. El Humedal de Mantagua alberga 188 especies de vertebrados terrestres nativos, de los cuales un 6,4% (13 especies) son endémicas para Chile. Sin embargo, este humedal muestra una importante fauna de vertebrados (7%) terrestres introducidos (14), particularmente de mamíferos (Tabla 8), a causa de la creciente presencia humana en este sistema, lo que indicaría un deterioro progresivo de sus comunidades biológicas.

- **Avifauna**

De acuerdo con los resultados obtenidos, las aves que habitualmente se encuentran en el Humedal de Mantagua (ver Figura 23), serían alrededor de 161 especies las que representan un 32,3 % de la ornitofauna descrita para Chile (Barros *et al.* 2015). Trabajos anteriores han reportado una riqueza entre 78 (Simeone *et al.* 2008) y 165 especies (Ibáñez & Sepúlveda 2020b) (Tabla 6). Las aves registradas para la zona pertenecen a 18 Ordenes, 41 Familias y 114 Géneros. Las aves Passeriformes presentaron la mayor riqueza con 14 familias y 52 especies, seguidas por los Charadriiformes con 5 familias y 42 especies (Tabla 5). Por último, los órdenes de aves terrestres con menor riqueza serían los Caprimulgiformes, Galliformes, Psittaciformes y Tinamiformes, todos con sólo una familia (Tabla 5).

Tabla 5. Riqueza filética de la avifauna terrestre del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cinereus</i>	Vari ceniciento	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguila	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho común	Este estudio
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	Este estudio
Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Este estudio
		<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor chico	Este estudio
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Gallina ciega	Este estudio
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Este estudio
		<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia*</i>	Paloma doméstica	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Este estudio
		<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Este estudio
		<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Traro	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Este estudio
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica*</i>	Codorniz	Este estudio
Passeriformes	Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Este estudio
	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Este estudio
	Fringillidae	<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero austral	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Este estudio
		<i>Asthenes anthoides</i>	Canastero del sur	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Este estudio
		<i>Cinclodes nigrofumosus**</i>	Churrete costero	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Simeone <i>et al.</i> 2008		

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
		<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete patagónico	Simeone <i>et al.</i> 2008
		<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Este estudio
		<i>Ochetorhynchus melanurus</i>	Chiricoca	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Este estudio
		<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	Este estudio
		<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Pseudasthenes humicola**</i>	Canastero chileno	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Pygarrichas albogularis</i>	Comesebo grande	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Collarga	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Upucerthia saturator</i>	Bandurrilla de los bosques	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro	Este estudio
		<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	Este estudio
		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina barranquera	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Este estudio
	Icteridae	<i>Curaeus curaesus</i>	Tordo	Este estudio
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Este estudio
		<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Este estudio
	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Este estudio
		<i>Mimus triurus</i>	Tenca de alas blancas	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Motacillidae	<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus fuscus**</i>	Churrín del norte	Este estudio
	Thraupidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Este estudio
		<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	Este estudio
		<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Phrygilus fruticeti</i>	yal	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Este estudio
	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	Chercán de las vegas	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
	Turdidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Este estudio
		<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Este estudio
	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Mero gaucho	Este estudio
		<i>Agriornis lividus</i>	Mero	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío	Este estudio
		<i>Hymenops perspicillatus</i>	Run-run	Este estudio
		<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Este estudio
		<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	Dormilona tontita	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Este estudio
		<i>Tyrannus savana</i>	Cazamoscas tijereta	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Suirirí boreal	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	Simeone <i>et al.</i> 2008
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Veniliornis lignarius</i>	Carpinterito	Este estudio
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	Cotorra argentina	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Nuco	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Bubo virginianus</i>	Tucúquere	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Glacidium nana</i>	Chuncho austral	Ibáñez & Sepúlveda 2020
		<i>Strix rufipes</i>	Concon	Ibáñez & Sepúlveda 2020
	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Este estudio
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta perdicaria</i> **	Perdiz chilena	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Riqueza filética de la avifauna acuática del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Este estudio
		<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Este estudio
		<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Este estudio
		<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Este estudio
		<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Este estudio
		<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	Este estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
		<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Este estudio
		<i>Charadrius falklandicus</i>	Chorlo de doble collar	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo ártico	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Este estudio
	Laridae	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Este estudio
		<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Este estudio
		<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	Este estudio
		<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Este estudio
		<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín boreal	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín piquerito	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	Este estudio
	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Este estudio
<i>Calidris bairdii</i>		Playero de Baird	Este estudio	
<i>Calidris canutus</i>		Playero ártico	Ibáñez & Sepúlveda 2020b	
<i>Calidris fuscicollis</i>		Playero de lomo blanco	Ibáñez & Sepúlveda 2020b	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
		<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero enano	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmado	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Calidris virgata</i>	Playero de rompientes	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina común	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Este estudio
		<i>Limosa fedoa</i>	Zarapito moteado	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Limosa haemastica</i>	Zarapito de pico recto	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Este estudio
		<i>Phalaropus fulicarius</i>	Pollito de mar rojizo	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	Este estudio
		Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Tringa flavipes</i>
<i>Tringa melanoleuca</i>	<i>Pitotoy grande</i>		Este estudio	
	<i>Tringa semipalmata</i>		Playero grande	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	Este estudio
		<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Este estudio
		<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Este estudio
		<i>Gallinula galeata</i>	Tagüita del norte	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	Este estudio
		<i>Porphyriops melanops</i>	Tagüita común	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Este estudio
		<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Este estudio
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Este estudio
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Este estudio
		<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Este estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Referencia
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
	<i>Pelecanidae</i>	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano de Humboldt	Este estudio
	<i>Threskiornithidae</i>	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Este estudio
<i>Podicipediformes</i>	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podiceps major</i>	Huala	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Este estudio
<i>uliformes</i>	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
		<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Este estudio
		<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	Ibáñez & Sepúlveda 2020b
	<i>Sulidae</i>	<i>Sula variegata</i>	Piquero de Humboldt	Ibáñez & Sepúlveda 2020b

Fuente: Elaboración propia.

Varias especies de aves del Humedal de Mantagua presentan problemas de conservación, según el Reglamento de Clasificación de Especies (MMA 2021), particularmente las aves acuáticas. Así para este grupo tenemos 2 especies En Peligro (*Calidris canutus*, *Laterallus jamaicensis*), una Vulnerable (*Charadrius nivosus*), 9 especies con Precaución Menor (*Anas bahamensis*, *Anas platalea*, *Ardea cocoi*, *Chroicocephalus serranus*, *Coscoroba coscoroba*, *Cygnus melancoryphus*, *Gallinago paraguayiae*, *Ixobrychus involucris* y *Sula variegata*) y 2 especies Casi Amenazada (*Larosterna inca*, y *Plegadis chihi*). Para las aves terrestres, sólo el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), la torcaza (*Patagioenas araucana*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC).

De acuerdo a su origen, 157 especies son nativas, 4 son endémicas a Chile y 2 especies son introducidas. Una característica importante de la avifauna del Humedal de Mantagua, es la alta riqueza de aves acuáticas que estaría en relación con una alta diversidad de hábitats y heterogeneidad ambiental. Así mismo, destaca la riqueza de Rapaces (Accipitriformes, Falconiformes y Strigiformes) registradas, lo que indicaría una gran diversidad y abundancia de micromamíferos en la zona (Tabla 8).

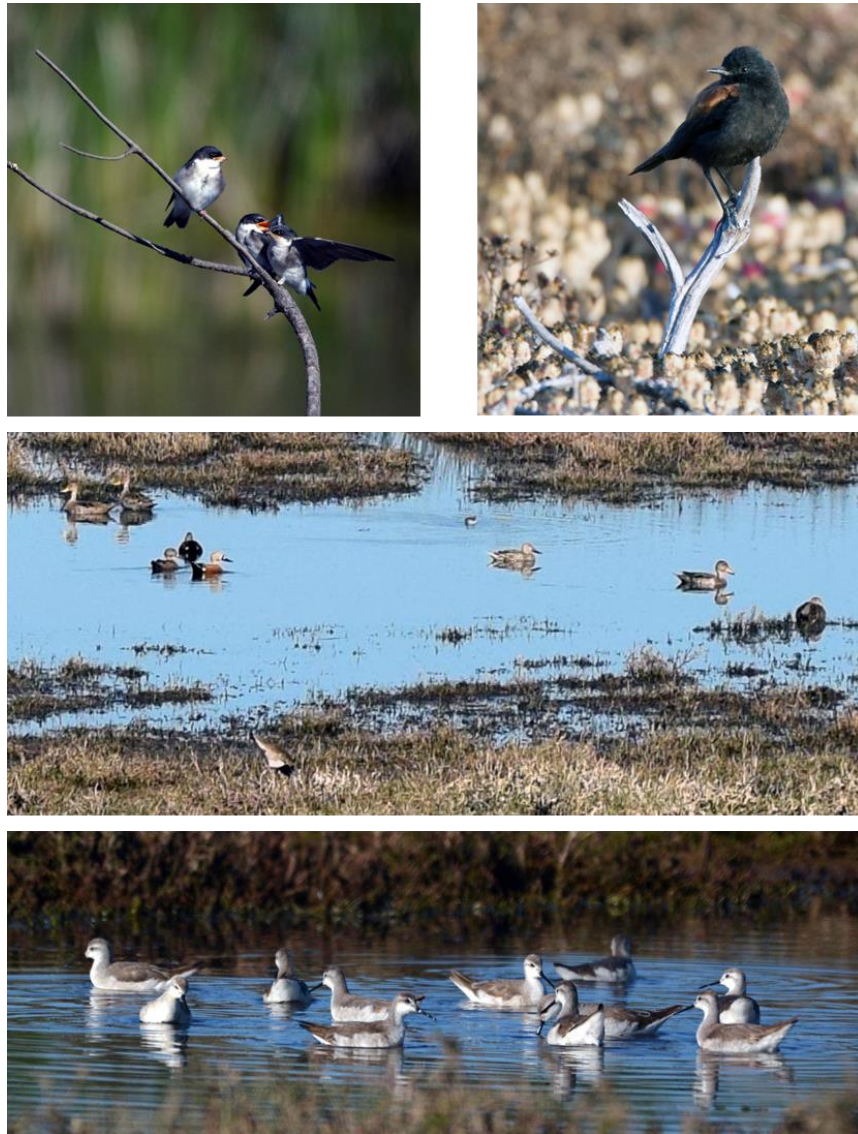


Figura 23. Avifauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) registrado en octubre 2020. Foto superior izquierda: Golondrina chilena (*Tachycineta meyeni*). Foto superior derecha: Colegial (*Lessonia rufa*). Foto intermedia: Anátidos (*Anas georgica* y *Anas platalea*). Foto Inferior: Pollitos de Mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) en la zona de interés.

- **Herpetofauna**

A pesar de que los reptiles y anfibios contribuyen con un gran porcentaje a la biodiversidad mundial (Pianka & Vitt 2003), se han encontrado pocos trabajos que describan la herpetofauna de la zona mediterránea de Chile y particularmente de la Región de Valparaíso (e.g. Torres-Mura *et al.* 2011). Algunos taxa están adecuadamente estudiados como el caso de los Anfibios (Ortiz & Díaz-Páez 2006). Otros como los Ofidios, casi no se mencionan debido quizás a la baja detectabilidad de este grupo. Contribuyen a este déficit la baja densidad poblacional, los cortos períodos de actividad y hábitos elusivos de las culebras (Pianka & Vitt 2003). A pesar de ello, la herpetofauna del Humedal de Mantagua se puede considerar bien representada, aunque con una diversidad menor en comparación a zonas más áridas del país (Tabla 7). Así en este sistema encontramos una riqueza filética constituida por 2 Clases, 2 Ordenes, 7 Familias, 8 Géneros y 13 especies (Tabla 7). De éstas, 12 son nativas (92,3%), 7 son endémicas a Chile (54%) y sólo una especie de Amphibia (*Xenopus laevis*) es introducida (7,6%). La

mayoría de las especies de este grupo (Tabla 7) se encuentran en alguna categoría de conservación (MMA 2020).

Un valor biológico importante del Humedal de Mantagua, es que este cuerpo de agua alberga varias poblaciones de anfibios (Tabla 7) como el sapo de rulo (*Rhinella arunco*) y sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), que servirían de refugios ecológicos durante la estación seca. También varios lugareños destacan la presencia de rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), especie de gran tamaño (200 mm) que se encuentra en la categoría de conservación Vulnerable (MMA 2018). La presencia del sapo africano (*Xenopus laevis*) reportado para el este humedal (Contreras-López & Figueroa-Nagel 2020) es preocupante, aunque falta un estudio más acabado de la distribución de esta especie, para determinar el riesgo para la biota acuática y el ecosistema de la zona.

Tabla 7. Riqueza filética, Estado de Conservación (EC)* y Origen** de la herpetofauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

CLASE/Orden	Familia	Especie	Nombre Común	EC	Origen	Referencia
AMPHIBIA						
Anura	<i>Bufo</i>	<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	VU	END	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	<i>Calyptocephalellidae</i>	<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	VU	END	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	<i>Ceratophryidae</i>	<i>Batrachyla taeniata</i>	Sapo de antifaz	NT	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	<i>Leiuperidae</i>	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	NT	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	<i>Pipidae</i>	<i>Xenopus laevis</i>	Sapo africano		INT	Contreras-López & Figueroa-Nagel 2020
REPTILIA						
Squamata	<i>Colubridae</i>	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra cola corta	LC	END	Este estudio
		<i>Phylodryas chamissonis</i>	Culebra cola larga	LC	END	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	<i>Liolaemidae</i>	<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	LC	NAT	Este estudio
		<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	LC	NAT	Este estudio
		<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido	NT	END	Ibáñez & Sepúlveda 2020a, Demanguel 2016

CLASE/Orden	Familia	Especie	Nombre Común	EC	Origen	Referencia
		<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	LC	END	Ibáñez & Sepúlveda 2020a, Demanguel 2016
		<i>Liolaemus zapallarensis</i>	Lagarto de Zapallar	LC	END	Este estudio

*EC (MMA 2021): VU= Vulnerable NT=Casi Amenazada LC=Preocupación Menor, EN=En Peligro. **ORIGEN: NAT= Nativo, END= Endémico, INT= Introducido. Fuente: Elaboración propia.

La riqueza taxonómica de Reptilia en el Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes, comprende al menos 8 especies, distribuidos en un Orden, 2 Familias y 3 Géneros (Tabla 7). La Familia Liolaemidae domina el ensamble con 6 especies. Todas las especies de Reptilia son nativas y 5 (63%) son endémicas de Chile. Entre los reptiles con problemas de conservación destacan en la condición de Casi Amenazada el lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*), mientras que en la categoría de Preocupación Menor (Tabla 7), encontramos el lagarto chileno (*Liolaemus chiliensis*), la lagartija oscura (*Liolaemus fuscus*), la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), la lagartija tenue (*Liolaemus tenuis*) y el lagarto de zapallar (*Liolaemus zapallarensis*).

• Mastozoofauna

Los mamíferos han sido ampliamente estudiados en varios ecosistemas terrestres de Chile central (e.g. Chang *et al.* 1989, Iriarte 2008, Cofré *et al.* 2018). De los 30 mamíferos nativos descritos para esta zona (Torres-Mura *et al.* 2011), alrededor de 23 especies se encontrarían en el Humedal de Mantagua (Tabla 8). Esta cifra considera algunos grupos de mamíferos que resultan de difícil detección, como los murciélagos (5 especies). Algo similar ocurre con los carnívoros que son animales elusivos que generalmente se encuentran en densidades muy bajas (Iriarte & Jaksic 2012) y cuya presencia en las inmediaciones del humedal fue registrada por avistamientos ocasionales, cámaras trampa o señales indirectas de su presencia como fecas y huellas (e.g. zorros, cuyas fecas se encuentran en varios sitios). La riqueza taxonómica de Mammalia en el Humedal de Mantagua, comprenden al menos 23 especies, distribuida en 7 Ordenes, 13 Familias y 22 Géneros (Tabla 8). De éstas, 12 especies son nativas (52%), 2 son endémicas (8,7%) para Chile y 11 son introducidas (48%). Dentro de estos últimos, cabe destacar varias especies de ganado, animales domésticos (ver Tabla 8) y poblaciones silvestres de lagomorfos que son frecuentemente avistadas y cazada por los lugareños. Entre los mamíferos con problemas de conservación (Tabla 8) según el Reglamento de Clasificación de especies (MMA 2020) destacan en la condición de Casi Amenazada, el gato colocolo (*Leopardus colocolo*) y el murciélago de Atacama (*Myotis atacamensis*). Mientras que en la categoría Vulnerable, encontramos el gato guiña (*Leopardus guigna*) que ronda en los sectores con mayor vegetación nativa.

Dentro de las especies de mamíferos endémicos, sobresale la presencia de la marmosa (*Thylamys elegans*), único marsupial representante del orden Didelphimorphia en la Región (Cofré *et al.* 2018), y la presencia de abundantes colonias de cururos (*Spalacopus cyanus*), roedor herbívoro de hábitos fosoriales, registrado en varias zonas del Humedal de Mantagua.

Tabla 8. Riqueza filética, Estado de Conservación (EC)* y Origen** de la mastozoofauna del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	EC	Origen	Referencia
Artiodactyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Vaca		INT	Este estudio
		<i>Capra hircus</i>	Cabra		INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Ovis aries</i>	Oveja		INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
Carnivora	Canidae	<i>Canis familiaris</i>	Perro doméstico		INT	Este estudio
		<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	LC	NAT	Este estudio
		<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro gris	LC	NAT	Este estudio
	Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Gato doméstico		INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Leopardus colocolo</i>	Gato colocolo	NT	NAT	Este estudio
		<i>Leopardus guigna</i>	Gato guiña	VU	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	Quique	LC	NAT	Este estudio	
Didelphimorpha	Didelphidae	<i>Thylamys elegans</i>	Marmosa	LC	END	Este estudio
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre		INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo		INT	Este estudio
Perissodactyla	Equidae	<i>Equus caballus</i>	Caballo		INT	Este estudio
Quiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo chico	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago ceniciento	DD	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago colorado	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Myotis atacamensis</i>	Murciélago de Atacama	NT	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	EC	Origen	Referencia	
		<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago oreja de ratón	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a	
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo	LC	NAT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a	
		<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo		NAT	Este estudio	
		<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga		NAT	Este estudio	
	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Laucha doméstica			INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén			INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
		<i>Rattus rattus</i>	Rata negra			INT	Ibáñez & Sepúlveda 2020a
	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	LC	NAT	Este estudio	
Octodontidae	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	LC	END	Este estudio		

*EC (MMA 2021): LC= Preocupación Menor, NT=Casi Amenazada, VU=Vulnerable, DD= Datos Insuficientes.

**ORIGEN: NAT= Nativo, END= Endémico, INT= Introducido. Fuente: Elaboración propia.

El ensamble de carnívoros en este humedal es importante y frecuentemente se observan los dos zorros de Chile central: culpeo (*Lycalopex culpeus*) y chilla (*L. griseus*), carnívoros definidos como de Preocupación Menor (MMA 2020) y listadas en el Apéndice II de CITES. La presencia del quique (*Galictis cuja*) y el gato colocolo (*Leopardus colocolo*), especies corroboradas por nosotros en terreno (ver Figura 24) y catalogadas como de Preocupación Menor y Casi Amenazada, respectivamente (MMA 2018); son habitantes conspicuos de los remanentes boscosos que rodean al humedal. También entre los carnívoros destaca la presencia del gato guiña (*Leopardus guigna*), felino con poblaciones que se encuentran decreciendo (IUCN 2020) y que han sido frecuentemente avistadas o cazadas por los lugareños.

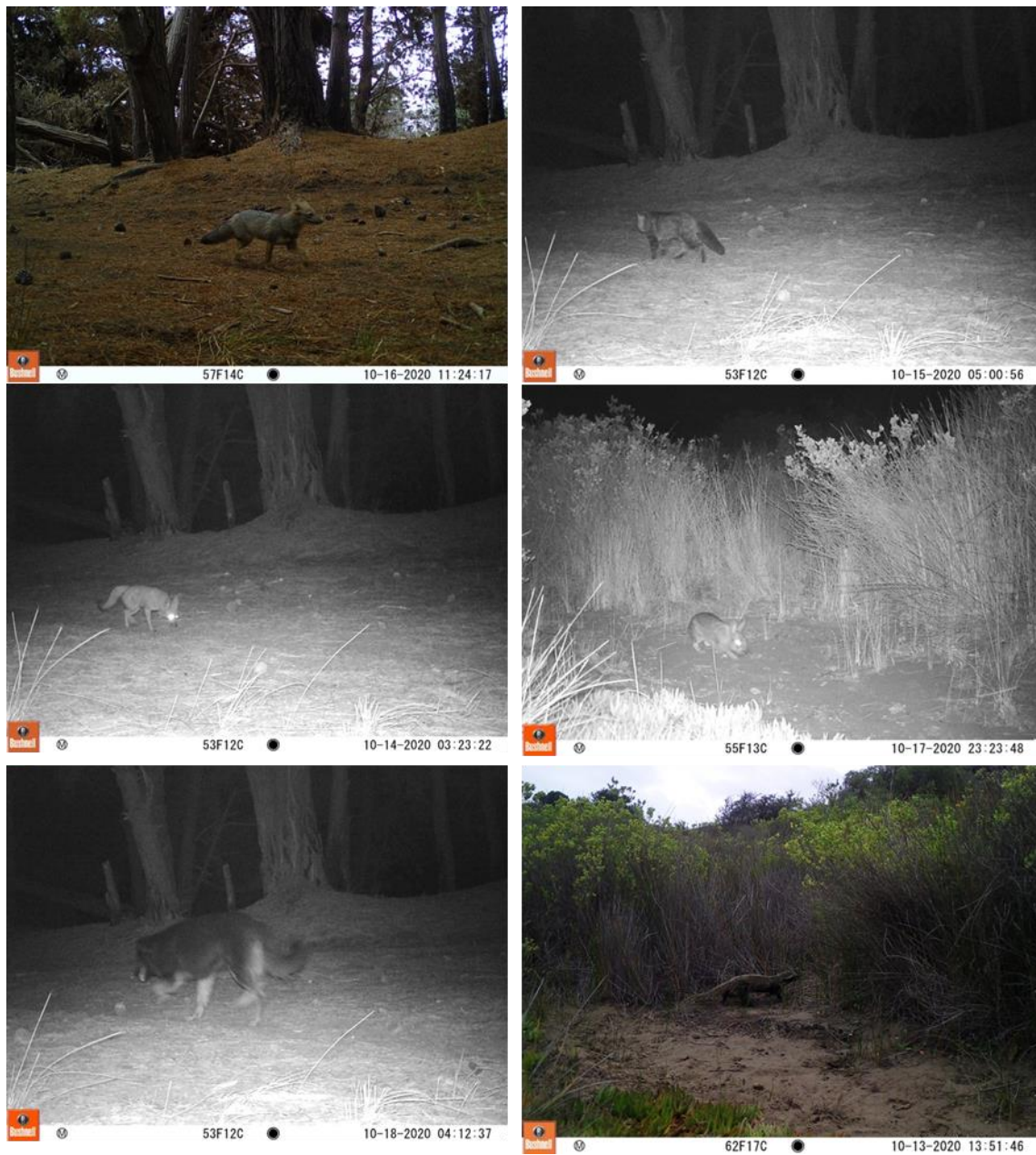


Figura 24. Mesomamíferos del humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso), detectados por cámaras-trampas en la zona de interés: Foto superior: Ejemplar de zorro chilla (*Lycalopex chillia*) y gato colocolo (*Leopardus colocolo*). Foto central: zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*), Foto Inferior: Ejemplar de perro (*Canis familiaris*) y quique (*Galictis cuja*).

5.3.4. Fragmentos de Vegetación en torno al humedal

- **Mirador**

Esta zona actualmente presenta una cobertura muy diversa de plantas dominadas fundamentalmente por pastos y especies agronómicas introducidas (Figura 25). En el suelo se observan signos de inundación por efecto de las lluvias (no de la napa freática del humedal) y de desecación posterior y marcas de pisoteo por tránsito de personas que se dirigen ya sea al mirador o al Puente que cruza el estero (de hecho, hay un sendero rústico de madera construido para facilitar el tránsito durante la inundación del área). Por lo anterior consideramos que esta zona ha sido altamente intervenida.



Figura 25. Parche Mirador. Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Cotula coronopifolia*
- *Sarcocornia neei*
- *Juncus balticus*
- Agronómicas no identificadas aún.

Referencias en literatura: Esta zona no fue descrita en mayor detalle en los documentos revisados.

- **Puente sur**

Esta zona presenta una marisma típica de la zona costera central de Chile, cuya laguna costera presenta una salinidad baja (menor a 20 ppm). En dichas condiciones dominan las especies *Typha domingensis* en la parte más húmeda (inundada) y por *Schoenoplectus californicus* y *Sarcocornia neei* en la zona más seca y alta de la marisma (Figura 26).



Figura 26. Vista Parche Puente sur. Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus californicus*
- *Typha domingensis*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como un pajonal emergente dominado por *Thypha angustifolia* y *Schoenoplectus californicus*.

- **Pastura festuca**

Esta zona corresponde a una zona que probablemente correspondió a una marisma alta en el pasado y que fue modificada con fines agronómicos a través de la introducción de *Festuca arundinea*, por ello se considera una zona altamente perturbada.

Especies presentes:

- *Festuca arundinea*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se identifica esta zona como una pastura monoespecífica de *Festuca*

- **Amereida**

Esta zona corresponde a una marisma que se encuentra en el borde del estero en la zona aledaña de la Corporación Amereida. Es muy similar a la zona Puente Sur dando cuenta de un continuo de marisma en el pasado que ha sido fragmentado históricamente hasta el presente.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus californicus*
- *Typha domingensis*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como un pajonal emergente dominado por *Thypha angustifolia* y *Schoenoplectus californicus*.

- **Kayaks**

Corresponde a una marisma muy afectada por el pastoreo en las que aún permanecen, aunque muy consumidas, ejemplares de: *Schoenoplectus mucronatus*, *Juncus balticus* y *Sarcocornia neei* (Figura 27).



Figura 27. Vista parche Kayaks. Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus mucronatus*
- *Juncus balticus*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: Esta zona no es reconocida en particular en la literatura revisada.

- **Puente norte**

Esta zona es muy similar a la anterior, con la diferencia de que la presión de consumo, gracias a una reja que las separa, es mucho menor y por lo tanto presenta las mismas especies de la zona anterior, pero en mayores coberturas y biomásas (Figura 28).



Figura 28. Vista Parche Puente norte. Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus mucronatus*
- *Juncus baticus*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como una marisma dominada por *Schoenoplectus mucronatus* y *Juncus baticus* en la parte alta y por *Sarcocornia neei* en la parte baja.

- **Desembocadura**

Esta zona corresponde a una marisma muy similar a la de Corporación Amereida y Puente Sur dando cuenta también de un pasado homogéneo que se ha ido fragmentando (Figura 29).



Figura 29. Vista Parche Desembocadura. Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus californicus*
- *Typha domingensis*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como un pajonal emergente dominado por *Typha angustifolia* y *Schoenoplectus californicus*.

- **Vega duna**

Esta es la zona se encuentra en el borde interior de la laguna costera y si bien es muy similar en la composición y especies a la zona anterior, claramente ha sido muy perturbada por acción de la marea presentando a muy bajas biomásas de las especies.



Figura 30. Vista parche Vega Duna, Octubre 2020.

Especies presentes:

- *Schoenoplectus californicus*
- *Typha domingensis*
- *Sarcocornia neei*

Referencias en literatura: En el documento PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como un pajonal emergente dominado por *Typha angustifolia* y *Schoenoplectus californicus*.

En base a lo observado en la visita a terreno y a la información registrada en los documentos atinentes al componente flora del humedal Mantagua, es altamente probable que en el pasado este ecosistema presentara tres tipos de vegetacionales, Emergente de Marisma, Acuática y de Pradera húmeda, representada actualmente en los sitios: Puente Sur, Amereida, Puente Norte y Desembocadura, y que por efecto de la intervención antrópica directa (pisoteo) e indirecta (alimentación de ganado e introducción de especies de plantas agronómicas), así como también por efectos de perturbaciones naturales (como el tsunami, marejadas o disminuciones de caudales asociados a la sequía) han sufrido

cambios drásticos en la composición y cobertura de especies de plantas que las componen, siendo representadas actualmente en los sitios de: Vega duna, Pastura de Festuca, Kayaks y Mirador.

5.4. Estudio Complementario de entomofauna

En forma complementaria al estudio de fauna y flora, se realizó una caracterización ambiental de la entomofauna asociada al Humedal de Mantagua, el que sería el primer intento de caracterización de este grupo para el humedal. La caracterización ambiental incluye la identificación, distribución, diversidad y abundancia de las especies, indicando además la presencia de especies en alguna categoría de conservación, en conformidad a lo establecido en el literal e.2) del Artículo 18 del Decreto Supremo N°40 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA).

Para este componente se presentan los objetivos, metodología utilizada y los resultados de la búsqueda bibliográfica de forma independiente, poniendo énfasis en la presencia de especies de importancia nacional, especies de distribución acotada, especies de interés científico o especies clasificadas en alguna categoría de conservación. El estudio de la entomofauna consideró tanto insectos (clase Insecta) como otros artrópodos terrestres (clases Arachnida, Chilopoda, Diplopoda y Entognatha).

5.4.1. Objetivos

Determinar la entomofauna presente en el Humedal de Mantagua (Región de Valparaíso), caracterizando su riqueza, abundancia, distribución sectorial, origen biogeográfico y estado de conservación.

Para cumplir con el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Identificar las especies de entomofauna terrestre presentes en el Humedal de Mantagua.
- b) Establecer la distribución de las especies de entomofauna terrestre identificadas en el Humedal de Mantagua, lo que será abordado a través de los ambientes para las especies.
- c) Determinar la diversidad de especies de entomofauna terrestre identificadas en el Humedal de Mantagua, lo que será abordado a través del parámetro de riqueza de especies (S).
- d) Establecer la abundancia de especies de entomofauna terrestre identificadas en el Humedal de Mantagua, lo que será abordado a través de la dominancia de las especies (D).
- e) Determinar la diversidad ecológica alfa y beta de las especies de entomofauna terrestre en cada ambiente comprendido en el Humedal de Mantagua, lo que será abordado a través del índice de Shannon-Wiener.
- f) Identificar las especies de entomofauna terrestre descritas para el Humedal de Mantagua que se encuentren clasificadas en alguna categoría de conservación, en conformidad con lo señalado en el Artículo 37 de la Ley N°19.300.
- g) Generar un catálogo de las especies de entomofauna terrestre registradas en el Humedal de Mantagua, indicando nombre científico, clasificación taxonómica, origen biogeográfico y estado de conservación.

5.4.2. Área de estudio

El Humedal de Mantagua se localiza en la parte sur de la costa de la comuna de Quintero, Provincia de Valparaíso. Su superficie se estima en 269 hectáreas, equivalentes al 1,9% del territorio comunal

(PUCV-UPLA 2015). Esta área incluye al Estero y Laguna de Mantagua (Albufera), junto a un tramo del campo de dunas estabilizadas del sistema Ritoque.

De acuerdo a la distribución geográfica de la vegetación natural de Chile (Gajardo 1995), el humedal se ubica en la región del "Matorral y bosque esclerofilo" y, específicamente, en la formación del "Bosque esclerofilo costero". Ajustado a un contexto bioclimático, este humedal está inserto en lo que Luebert & Pliscoff (2017) denominan el piso vegetacional del "Matorral arborescente esclerofilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*". Este piso de vegetación, asociado a un bioclima mediterráneo pluviestacional-oceánico, lo conforman especies arbustivas esclerofilas y especies herbáceas, cuyas comunidades degradadas favorecen la intrusión de elementos con afinidades desérticas.

En la Figura 31 se observa el área de estudio, dando énfasis al muestreo de entomofauna en las comunidades vegetales dunarias del borde norte de la laguna y parte del campo dunar aledaño.



Figura 31. Área de estudio del componente Entomofauna. (1) Laguna de Mantagua; (2) Laguna Albufera; (3) Campo dunar de Ritoque; (4) área de muestreo. Fuente: Elaboración propia sobre la base de imagen satelital Google Earth Pro ® versión 7.3.3.

5.4.3. Metodología

La caracterización del componente Entomofauna se desarrolló en tres fases:

- 1) **Trabajo preliminar en gabinete:** orientado a la revisión bibliográfica, planificación y preparación de las campañas de terreno.
- 2) **Trabajo de terreno:** orientado a la prospección del área de estudio y a la aplicación de los métodos de campo para el muestreo del componente.
- 3) **Análisis de información de terreno:** orientado a la fase de análisis de los datos colectados, elaboración de informe de caracterización y elaboración de la cartografía del componente a esta escala.

A continuación, se describen los procesos metodológicos empleados en la presente caracterización, segmentados en las fases descritas previamente.

5.4.3.1. Trabajo preliminar en gabinete

El trabajo preliminar de gabinete tuvo como propósito recabar y procesar todos los insumos necesarios para obtener un diseño y planificación del muestreo ejecutado en terreno. Durante esta fase se realizó el proceso de revisión bibliográfica que sirvió de insumo para la justificación de las distintas metodologías de muestreo aplicadas en terreno.

5.4.3.2. Revisión bibliográfica

La obtención de datos de entomofauna presente en la comuna de Quintero, donde se emplaza el Humedal de Mantagua, se realizó mediante búsqueda bibliográfica para la obtención de información de notas biológicas o ecológicas, nuevas localidades de presencia y rangos distribucionales.

En primera instancia, se consultaron revistas científicas nacionales vinculadas al área aracnológica, entomológica, ecológica y de historia natural (por ejemplo, el Acta Entomológica Chilena y la Revista Chilena de Entomología), realizando también una búsqueda retroactiva en sus artículos publicados. Luego, se realizó una búsqueda de publicaciones extranjeras en bases de datos de acceso restringido (por ejemplo, Web of Science) y de acceso libre, como Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) y Scielo (<https://scielo.org/>).

Finalmente, para maximizar la obtención de datos de entomofauna del Humedal de Mantagua, la recopilación de literatura científica incluyó términos de búsqueda de localidades cercanas al área de caracterización, tales como Mantagua, Ritoque y dunas de Ritoque, pertenecientes a la comuna de Quintero.

5.4.4. Trabajo de terreno

En esta sección se describen las actividades realizadas en terreno para la obtención de la información sobre la entomofauna presente en el área de caracterización.

5.4.4.1. **Determinación de ambientes de entomofauna**

La determinación de los ambientes de entomofauna se realizó mediante la observación del área de caracterización del componente, acompañada de un recorrido pedestre. La existencia de cuerpos de agua, el tipo de sustrato (arenoso, terroso) y las formaciones vegetales y su cobertura, determinan la presencia de comunidades entomofaunísticas diferenciadas. Las formaciones vegetales fueron definidas principalmente a datos previos en base a la cartografía de vegetación del área de caracterización (PUCV-UPLA 2015).

A continuación, se describen de manera general los ambientes para entomofauna y los sectores donde se encuentran:

- a) **Herbazal dunario:** ambiente dominado por plantas cuya altura no supera los 50 cm de altura, con densidad variable, desde muy clara hasta densa. La entomofauna fue muestreada mediante trampas Barber (*pitfall*), trampas de colores (*pan traps*), recorrido pedestre, uso de red entomológica y aspirador. Este ambiente está presente mayoritariamente en el campo dunar de Ritoque (Figura 32).



Figura 32. Vista del ambiente Herbazal dunario para el muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).

- b) **Matorral dunario:** ambiente dominado por plantas cuya altura supera los 50 cm de altura, con densidad variable, desde clara hasta muy densa. La entomofauna fue muestreada mediante

trampas Barber (*pitfall*), trampas de colores (*pan traps*), recorrido pedestre, uso de red entomológica y aspirador. Este ambiente está presente mayoritariamente en el borde norte de la Laguna de Mantagua (Figura 33).



Figura 33. Vista del ambiente Matorral dunario para el muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).

5.4.4.2. **Diseño de muestreo**

Para una adecuada caracterización del componente Entomofauna, el diseño de muestreo consideró los siguientes tres criterios (Delfín & Manrique 2004): tipo de muestreo, unidad muestral y tamaño de la muestra.

El tipo de muestreo fue estratificado dirigido, determinando los estratos en cada ambiente definido, buscando representar adecuadamente los ambientes de entomofauna presentes en el área de caracterización con factibilidad para la presencia y desarrollo de entomofauna terrestre. Los estratos fueron definidos, principalmente, en base a la cartografía de vegetación del área de caracterización y a las imágenes satelitales disponibles en forma gratuita mediante el uso del software Google Earth Pro.

La unidad muestral fue la estación de muestreo (EM), que correspondió a un punto de captura de entomofauna. En cada EM se instalaron cuatro trampas Barber para entomofauna epígea (ver sección 4.2.4) a 10 m del punto de referencia de muestreo (50 m² de superficie muestral) y permanecieron activas por 30 días, retirando las muestras cada 10 días. Además, en cada EM fueron instaladas dos

trampas de colores (amarilla y blanca) para insectos voladores. El muestreo se realizó en 21 conglomerados (muestras), a través de los cuales se representaron los ambientes definidos anteriormente y en donde se registraron todos los taxones presentes, generando de este modo, la base de datos de entomofauna terrestre para el área de estudio.

El tamaño de la muestra para la caracterización de este componente corresponde al número de EM definidas, las cuales presentaron una distribución uniforme a través del área prospectada dentro del área de caracterización, y que representaron los ambientes presentes con factibilidad para la presencia y desarrollo de entomofauna terrestre. A partir de este análisis, se definieron 21 EM (Figura 34), cuya ubicación (coordenadas en proyección UTM, Datum WGS 84, huso 19 Sur) y altitud pueden observarse en la Tabla 9.



Figura 34. Vista general de las estaciones de muestreo de entomofauna. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno) sobre la base de imagen satelital Google Earth Pro ® versión 7.3.3.

Tabla 9. Estaciones de muestreo identificadas para el presente estudio.

Ambiente	Estaciones de muestreo (registro GPS)	Huso	Coordenadas WGS 84		Altitud (m)
			Latitud	Longitud	
Herbazal dunario	295	19 H	-32,88175583	-71,50497437	4,2
	296	19 H	-32,88195038	-71,50485229	4,2
	297	19 H	-32,88230896	-71,50580597	4,3
	298	19 H	-32,88235092	-71,50601196	4,8
	299	19 H	-32,88280487	-71,50662231	5,1
	300	19 H	-32,88257599	-71,50694275	4,2
	301	19 H	-32,882267	-71,50701904	4,2
	302	19 H	-32,88204956	-71,50699615	4,2
Matorral dunario	285	19 H	-32,882267	-71,50023651	4,4
	286	19 H	-32,88236618	-71,50022888	5,0
	287	19 H	-32,88212967	-71,50038147	7,0
	288	19 H	-32,8819313	-71,50086975	4,5
	289	19 H	-32,88204193	-71,50107574	4,0
	290	19 H	-32,88147354	-71,50157166	5,2
	291	19 H	-32,88137054	-71,50310516	5,3
	292	19 H	-32,88148117	-71,50384521	5,3
	293	19 H	-32,88140869	-71,50434875	4,9
	294	19 H	-32,88184738	-71,50460815	4,6
	303	19 H	-32,88169479	-71,50669861	4,9
	304	19 H	-32,88156891	-71,5067749	4,8
	305	19 H	-32,88142776	-71,50255585	5,0

Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).

5.4.4.3. Levantamiento de información de terreno

Se realizó una campaña estacional de muestreo correspondiente a primavera 2020 (desde el 9/10/2020 al 12/12/2020). Las prospecciones se realizaron entre las 09:00 y 18:00 hrs. (muestreo diurno). Las áreas prospectadas se inspeccionaron mediante caminatas lentas.

5.4.4.4. Procedimientos de recolecta de entomofauna terrestre: métodos pasivos

Corresponden a metodologías ampliamente ocupadas en estudios de este tipo (Pastrana 1985, Daly *et al.* 1998, Triplehorn & Johnson 2005) y fueron aplicadas según las sugerencias del Servicio de Evaluación Ambiental de Chile (SEA 2015). Para esto, se diseñó un muestreo que sacrificó el mínimo de ejemplares posibles y, además, implicó la revisión de trampas en intervalos de tiempos cortos mientras estuvieron activas.

- a) Trampas Barber, de intercepción o de caída (*pitfall*, en inglés), permitieron realizar una recolecta de entomofauna terrestre con un muestreo uniforme, abarcando metodológicamente un área de igual probabilidad de captura. Consistieron en recipientes plásticos de boca ancha (1.000 ml de capacidad), en cuyo interior se colocó una solución de ácido acético diluido (vinagre blanco comestible como atrayente). El diseño de muestreo antes descrito ha sido utilizado en estudios relacionados a entomofauna por Cepeda *et al.* (2006) y Cepeda *et al.* (2013). El procedimiento general de instalación se observa en la Figura 35.



Figura 35. Instalación de trampas Barber para captura de entomofauna epígea. A: Trampa en sustrato rocoso. B: Trampa en ambiente de Matorral dunario. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).

- b) Trampas de color (*pan traps*, en inglés), corresponden a recipientes plásticos de 200 ml de capacidad, en cuyo interior se agregó una solución de agua y detergente líquido en muy baja concentración. Estas trampas se montaron en ramas de arbustos, afirmadas con una pinza de madera, dispuestas en pares (amarillo y blanco) e instaladas en el punto de referencia de las trampas Barber (Figura 36). Este método de recolecta ha sido aplicado con éxito en estudios de insectos voladores y visitantes florales (por ejemplo, Saunders & Luck 2013).



Figura 36. Trampas de color para captura de insectos voladores. Fuente: Elaboración propia (levantamiento en terreno).

5.4.4.5. Procedimientos de recolecta de entomofauna terrestre: métodos activos

- a) Redes entomológicas aéreas y de rastreo: para la colecta de insectos voladores se utilizó una red entomológica aérea, de malla fina y dimensiones estándar (30,5 cm de diámetro) (Figura 37A); para el muestreo de entomofauna asociada a hierbas y suelo, se ocupó una red de rastreo (Figura 37B) cuyas características son similares a la anterior, excepto por tener una red de tejido muy resistente al roce y de mayor durabilidad.



Figura 37. Redes entomológicas para captura de insectos voladores. Fuente: Elaboración propia (fotografías referenciales del autor).

- b) Volteo de piedras y búsqueda bajo follaje de plantas rastreras: La búsqueda de entomofauna epigea en estos microambientes de refugio se realizó de dos modos: (1) Sistemático por transecto, permitiendo un muestreo uniforme en un área de igual probabilidad de captura (50 piedras/transecto o 5 m² follaje/transecto), y (2) No sistemático, revisando todo tipo de rocas (o follaje rastrero) fuera de un transecto, con énfasis en la forma y tamaño de estos microambientes (Figura 38).



Figura 38. Procedimiento de muestreo entomológico mediante volteo de piedras. Fuente: Elaboración propia (fotografías referenciales del autor).

5.4.4.6. Tratamiento y transporte del material recolectado

Los especímenes recolectados mediante métodos pasivos se almacenaron con etanol al 70%, en frascos plásticos rotulados para su posterior limpieza, procesamiento, montaje e identificación en laboratorio. Los especímenes capturados con métodos activos fueron depositados en frascos entomológicos letales; el agente mortífero fue acetato de etilo. El transporte se realizó en frascos plásticos y sobres entomológicos con los detalles de lugar de colecta, fecha, características biotópicas y nombre del recolector.

5.4.5. Análisis de la información de terreno

5.4.5.1. Identidad y posición taxonómica de las especies

La identificación o determinación de las especies al nivel taxonómico más bajo se realizó en laboratorio utilizando microscopio estereoscópico trinocular y sistema de iluminación LED, recursos bibliográficos específicos, colección de referencia personal y comparación con especímenes depositados en la colección del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. La clasificación taxonómica y los nombres científicos fueron revisados según la información disponible en Catalogue of Life (www.catalogueoflife.org).

Tabla 10. Literatura especializada a distintos niveles taxonómicos para la identificación de entomofauna (en general y para Chile).

Clase	Orden	Familia	Recursos bibliográficos
Arachnida	Acari	Varias	Covarrubias (1986, 2010), Subías <i>et al.</i> (2012)
	Araneae	Varias	Aguilera & Casanueva (2005)
	Scorpiones	Varias	Kovařík & Ojanguren-Affilastro (2013)
	Solifugae	Varias	Maury (1985)
Collembola	Varios	Varias	Peña (2006), Bellinger <i>et al.</i> (1996-2018)
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	Moore & Vidal (2015)
		Tenebrionidae	Vidal & Guerrero (2007)
		Varias	Peña (1966, 1971, 1976), Peña (2006), Solervicens (2014)
	Diptera	Acroceridae	González <i>et al.</i> (2018)
		Syrphidae	Castro & Araya (2012), López <i>et al.</i> (2012)
		Tachinidae	Cortés & Hichins (1969)
		Varias	Peña (2006)
	Hymenoptera	Formicidae	Snelling & Hunt (1975)
		Halictidae	Rojas & Toro (2000)
		Varias	Peña (2006), Montalva & Ruz (2010)
	Lepidoptera	Varias	Peña (1975), Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
	Odonata	Varias	Camousseight & Vera (2007)
	Orthoptera	Varias	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
	Varios	Varias	Daly <i>et al.</i> (1998), Triplehorn & Johnson (2005)

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5.2. *Tratamiento de las especies sin identificar*

Los especímenes no identificados al nivel taxonómico más bajo fueron considerados como Unidad Taxonómica Reconocible (UTR). Este tratamiento presenta ventajas en estudios de biodiversidad (Krell 2004) ya que permite contabilizar a esos especímenes en las estimaciones de riqueza, abundancia y para el cálculo de índices de diversidad.

5.4.5.3. *Distribución ambiental de las especies registradas*

Los resultados de hallazgos de la entomofauna identificada y no identificada fueron agrupados de acuerdo con los transectos y puntos de muestreo realizados, junto al tipo de ambiente en que se encontraban, según lo señalado en la Tabla 11.

5.4.5.4. *Análisis de riqueza, abundancia y diversidad ecológica alfa y beta*

- a) Riqueza específica (S): corresponde al número de especies presentes (incluyendo las UTR) y no considera el valor de importancia de las mismas.
- b) Abundancia (n): es la cantidad de individuos por especie (incluyendo UTR).
- c) Dominancia (D): corresponde a la representatividad de las especies con mayor valor de importancia (abundancia), considerada por sobre la contribución del resto de las especies. Es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad en una comunidad. La dominancia se calculó con la siguiente fórmula (Hammer *et al.* 2001):

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

donde:

D es la dominancia, n_i es la abundancia relativa de la especie i y n es el número total de individuos. Los valores van desde 0 (equitatividad de todos los taxa presentes) a 1 (dominancia de un taxón en toda la comunidad).

- d) Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), de diversidad alfa: toma en consideración tanto el número de individuos (n) como el número de especies (S), asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. El valor mínimo del índice es cero, cuando hay una sola especie; valores frecuentes para comunidades diversas se encuentran entre 1,5 y 3,5 (Magurran 1988). En este estudio, los valores se expresan en nits/individuo. El índice de Shannon-Wiener se calculó con la siguiente fórmula (Hammer *et al.* 2001):

$$H' = - \sum \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

donde:

n_i es la abundancia relativa de la especie i , n es el número total de individuos y \ln es el logaritmo natural.

- e) Índice de Jaccard (I_J o J), de diversidad beta: expresa el grado de similitud entre dos muestras, a través de las especies que están presentes en ellas. El índice de Jaccard expresa su resultado en valores entre 0 y 1, interpretados como porcentaje (0% a 100% de similitud). Se calcula mediante la fórmula:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde

a: número de especies presentes sólo en el sector, muestra o comunidad "a"

b: número de especies presentes sólo en el sector, muestra o comunidad "b"

c: número de especies presentes en ambos sectores, muestras o comunidades (a y b)

- f) Índice de Whittaker (β_w), de diversidad beta: utiliza los datos de riqueza de especies (S) y los divide entre el número de especies promedio por comunidad (α), de manera que si esta proporción es igual a 1 (las mismas especies se repiten en las comunidades), el valor del índice de diversidad beta es cero. La ecuación es la siguiente:

$$\beta_w = \frac{S}{\alpha} - 1$$

En todos los análisis se incluyen las especies no determinadas a nivel específico. Para el ordenamiento de datos se empleó una planilla de cálculo electrónica, mientras que para la estimación de los índices de diversidad alfa y beta se utilizó el software PAST versión 3.12 (2018) (Hammer *et al.*, 2001).

5.4.6. Categorización según distribución geográfica

Para cada una de las especies de entomofauna registradas en el área de caracterización se asignó una de las siguientes categorías de distribución, en base a los antecedentes disponibles en la literatura especializada:

- Endémica: distribución exclusivamente en Chile.
- Nativa: distribución en Chile y en países limítrofes (Argentina, Bolivia y/o Perú).
- Exótica (introducida): distribuida naturalmente en otros países no limítrofes a Chile y por motivos accidentales o no accidentales se encuentra presente en una zona del país.
- Exótica invasora: distribución amplia en Chile, provocando efectos que amenazan a las especies endémicas y/o nativas del país, así como daños económicos y/o sociales.
- Cosmopolita: amplia distribución en los distintos continentes.

Cuando fue posible, se especificaron las siguientes ecorregiones terrestres de distribución (Olson *et al.* 2001, Morrone 2015):

- Paleártica: Europa, gran parte de Asia y el norte de África.
- Neártica: gran parte de América del Norte.
- Neotropical: sur de América del Norte, Centroamérica y Sudamérica.
- Australiana: Oceanía.
- Hindomalaya u Oriental: sureste de Asia y la India.

5.4.7. Especies clasificadas según estado de conservación

Para cada una de las especies de entomofauna registradas en el área de caracterización se analizó su estado de conservación de acuerdo a las categorías definidas en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

Los decretos generados en el marco del RCE (Decreto Supremo N°75 de 2005, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el Decreto Supremo N°29 de 2012, Ministerio del Medio Ambiente) han permitido avanzar en la protección oficial de las especies chilenas de Insecta y Arachnida. Específicamente, este análisis se basa en los estados de conservación evaluados en el 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 14°, 15° y 16° Proceso de Clasificación de Especies, este último oficializado mediante Decreto Supremo N° 16/2020.

5.4.8. Resultados

5.4.8.1. Revisión bibliográfica

A la fecha, no existen estudios dedicados específicamente a la entomofauna del Humedal de Mantagua. Sin embargo, se obtuvieron registros de presencia para 54 especies a partir de la revisión de 32 documentos publicados entre 1979 y 2019. La mayoría (27) corresponden a investigaciones en revistas científicas nacionales (9), e internacionales (18), con comité editorial. Los restantes documentos son (a) dos libros relacionados a coleópteros de Chile, (b) dos tesis de postgrado y (c) una ficha de antecedentes de especie elaborada para el 11° Proceso de Clasificación de Especies en Estados de Conservación del año 2014, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente de Chile.

Según los registros disponibles, la entomofauna del Humedal de Mantagua está conformada por una clase (Insecta), ocho órdenes (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera y Siphonaptera), 26 familias y 54 especies. Los grupos mejor representados fueron el orden Coleoptera (S=17), seguido de Orthoptera (S=13) e Hymenoptera (S=9).

Tabla 11. Entomofauna presente en Mantagua y localidades adyacentes.

Especies	Localidades	Referencias
CLASE INSECTA		
Orden Coleoptera		
Familia Bruchidae		
<i>Lithraeus egenus</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Lithraeus elegans</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Lithraeus leguminarius</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Lithraeus mutatus</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Lithraeus pyrrhomelas</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Lithraeus scutellaris</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
<i>Megacerus eulophus</i>	Mantagua	Kingsolver <i>et al.</i> (2017)
Familia Buprestidae		

Especies	Localidades	Referencias
<i>Bilyaxia concinna</i>	Las Palmas (Quintero)	Moore & Vidal (2015)
Familia Cerambycidae		
<i>Austronecydalopsis curkovici</i>	Mantagua	Barriga & Cepeda (2007)
<i>Callisphyris ficheti</i>	Mantagua, Quintero	Barriga & Peña (1994) **, Zúñiga (2014)
Familia Chrysomelidae		
<i>Dictyneis conspurcatus</i>	Mantagua	Elgueta <i>et al.</i> (2017)
<i>Dictyneis quadridentatus</i>	Mantagua	Elgueta <i>et al.</i> (2017)
<i>Plastonothus chalybaeus</i>	Mantagua	Elgueta <i>et al.</i> (2017)
Familia Scarabaeidae		
<i>Tomarus villosus</i>	Mantagua	Neita-Moreno & Ratcliffe (2017)
Familia Tenebrionidae		
<i>Callyntra paulseni</i>	Quintero	Vidal & Guerrero (2007)
<i>Psectrascelis elguetai</i>	Quintero	Vidal & Guerrero (2007)
<i>Psectrascelis similis</i>	Concón, Quintero	Vidal & Guerrero (2007)
Orden Diptera		
Familia Acroceridae		
<i>Lasia aenea</i>	Mantagua	González <i>et al.</i> (2018)
<i>Lasia metallica</i>	Mantagua	González <i>et al.</i> (2018)
<i>Holops frauenfeldii</i>	Mantagua	González <i>et al.</i> (2018)
Familia Pelecorhynchidae		
<i>Pelecorhynchus elegans</i>	Mantagua	Llanos <i>et al.</i> (2015)
Familia Tachinidae		
<i>Chaetocnephala americana</i>	Mantagua	González & Vergés (2004)
Orden Hemiptera		
Familia Delphacidae		
<i>Idiosemus xiphias</i>	Mantagua	Campodonico (2017b)
<i>Neodelphax acheron</i>	Mantagua	Remes Lenicov & Brentassi (2017)
<i>Saccharosydne subandina</i>	Mantagua	Campodonico & Lürer (2018)
Familia Flatidae		
<i>Arelate limbellata</i>	Mantagua	Campodonico (2017a)
Orden Hymenoptera		
Familia Apidae		
<i>Apis mellifera</i>	Mantagua	Balsebre (2018)
<i>Chalepogenus caeruleus</i>	Mantagua	Roig Alsina (1999)

Especies	Localidades	Referencias
<i>Chalepogenus herbsti</i>	Mantagua	Roig Alsina (1999)
Familia Colletidae		
<i>Cadeguala occidentalis</i>	Mantagua	Montalva <i>et al.</i> (2011)
<i>Chilicola mantagua</i>	Mantagua	Toro & Moldenke (1979), Michener (1995), Moure & Urban (2002), Almeida <i>et al.</i> (2008), Packer (2008), Willis & Packer (2008), Packer (2014), Monckton (2016), Antinao (2019)
<i>Chilicola vina</i>	Mantagua	Monckton (2016)
Familia Halictidae		
<i>Caenohalictus opacus</i>	Mantagua	Rojas & Toro (2000)
<i>Caenohalictus pygosinuatum</i>	Mantagua	Rojas & Toro (2000)
<i>Caenohalictus rostraticeps</i>	Mantagua	Rojas & Toro (2000)
Orden Lepidoptera		
Familia Gelechiidae		
<i>Orsotricha venosa</i>	Mantagua	Cartagena & Solervicens (1981)
Orden Neuroptera		
Familia Hemerobiidae		
<i>Nomerobius signatus</i>	Mantagua	Montserrat (1998)
Orden Orthoptera		
Familia Acrididae		
<i>Dichroplus vittigerum</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Scyllinula humilis</i>	Mantagua, Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Trimerotropis ochraceipennis</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Familia Anostostomatidae		
<i>Cratomelus integer</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Familia Gryllidae		
<i>Gryllus fulvipennis</i>	Mantagua, Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Familia Ommexechidae		
<i>Conometopus sulcaticollis</i>	Mantagua, Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Tetrixocephalus chilensis</i>	Concón, Mantagua, Ritoque	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Familia Proscopiidae		
<i>Epsigrypa longicaudata</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Familia Tettigoniidae		
<i>Conocephalus vitticollis</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Platydecticus hubbelli</i>	Ritoque	Elgueta <i>et al.</i> (1999)

Especies	Localidades	Referencias
<i>Platydecticus manacus</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Platydecticus philopenus</i>	Mantagua	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
<i>Platydecticus rupicolus</i>	Quintero	Elgueta <i>et al.</i> (1999)
Orden Siphonaptera		
Familia Hystrichopsyllidae ***		
<i>Neotyphloceras chilensis</i> ****	Mantagua	Beaucournu <i>et al.</i> (2014)
Familia Rhopalopsyllidae		
<i>Tetrapsyllus tantillus</i>	Mantagua	Beaucournu <i>et al.</i> (2014)
Familia Stephanocircidae		
<i>Sphinctopsylla ares</i>	Mantagua	Beaucournu <i>et al.</i> (2014)
Familia Tungidae *****		
<i>Hectopsylla cypha</i>	Mantagua	Beaucournu <i>et al.</i> (2014)
**	Se indica Quintero como localidad tipo.	
***	Los autores posicionan al género <i>Neotyphloceras</i> en la familia Ctenophthalmidae.	
****	Catalogue of Life (www.catalogueoflife.org) registra <i>Neotyphloceras crassispina chilensis</i> (nombre infraespecífico).	
*****	Los autores posicionan al género <i>Hectopsylla</i> en la familia Pulicidae.	

Fuente: Elaboración propia.

Otras especies de entomofauna podrían encontrarse en el área de estudio. Es el caso de la especie *Chaudoirina nigrofasciata* (Coleoptera: Carabidae), la que se distribuye en bosques templados higrófilos presentes en muy pocos lugares costeros de la Región de Valparaíso, como es el caso de Mantagua.

Además, según la información generalizada de los mapas de distribución para mariposas chilenas de Peña & Ugarte (2006) y Medina & Ugarte (2015), el Humedal de Mantagua es parte de la distribución de 29 especies, 25 de las cuales son diurnas y cuatro nocturnas.

Tabla 12. Entomofauna potencialmente presente en Mantagua.

Especies	Presencia estimada por:	Referencias
CLASE INSECTA		
Orden Coleoptera		
Familia Carabidae		
<i>Chaudoirina nigrofasciata</i>	Bosque higrófilo costero en Mantagua	Cid-Arcos & Roig-Juñent (2020) *
Orden Lepidoptera		
Familia Castniidae		
<i>Castnia psittacus</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)

Especies	Presencia estimada por:	Referencias
Familia Hesperidae		
<i>Butleria flavomaculata</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Erynnis funeralis</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Heliopyrgus americanus</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Lerodea eufala</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Pyrgus bocchoris</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Lycaenidae		
<i>Eiseleria bicolor</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Leptotes trigemmatius</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Pseudolucia collina</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Nymphalidae		
<i>Argyrochloa chiliensis</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Auca coctei</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Elyna montroli</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Vanessa carye</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Vanessa terpsichore</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Yranea cytheris</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Papilionidae		
<i>Battus polydamas</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Pieridae		
<i>Colias vauthierii</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Mathania leucothea</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Phoebis sennae</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Pieris brassicae</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Tatochila mercedis</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Tatochila theodice</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Terias deva chilensis</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Adetomeris erythrops</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Cercophana venusta</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Saturniidae		
<i>Polythysana apollina</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
<i>Polythysana cinerascens</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)
Familia Sphingidae		
<i>Hyles annei</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)

Especies	Presencia estimada por:	Referencias
<i>Hyles euphorbiarum</i>	Mapa de distribución	Peña & Ugarte (2006), Medina & Ugarte (2015)

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los estados de conservación para las especies de entomofauna presentes en Mantagua según la revisión bibliográfica, sólo la "Sierra del Orocoipo", *Callisphyrus ficheti* Barriga & Peña, 1994 (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae) se encuentra en categoría de conservación En Peligro Crítico, criterios CR B1ab(iii)+2ab(iii), según el 11° Proceso de Clasificación de Especies (2014), promulgado el 7 de septiembre de 2015 mediante el DS 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente de Chile.

5.4.8.2. Riqueza taxonómica de entomofauna en el área de estudio

Se registraron 75 especies y 321 individuos de entomofauna en el área de estudio durante la campaña de primavera 2020. El 84% fue identificado a niveles de Género y Especie (n=63) y el 16% restante a niveles de Orden y Familia (n=12). Sistemáticamente, las especies se organizan dentro del reino Animalia en 1 phyla, 3 clases, 10 órdenes y 47 familias.

El catálogo taxonómico de las especies registradas muestra que la clase Insecta fue el grupo con más especies (93,4%) seguida por Arachnida (5,3%) y Chilopoda (1,3%).

Tabla 13. Catálogo taxonómico de la entomofauna registrada.

Clase	Orden	Familia	Especies
Arachnida	Araneae	Lycosidae	<i>Lycosa</i> sp.1
Arachnida	Araneae	Nemesiidae	<i>Lycinus</i> sp.1
Arachnida	Araneae	Theraphosidae	<i>Euathlus</i> sp.1
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	Bothriuridae sp.1
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	Scolopendridae sp.1
Insecta	Blattodea	Ectobiidae	<i>Moluchia</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Bilyaxia concinna</i>
Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Calosoma vagans</i>
Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Cnemalobus</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Metius</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Acanthinodera cumingii</i>
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Eriopis</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Aegorhinus phaleratus</i>
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Cyldrorhinus oblongus</i>
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Rhyephenes humeralis</i>
Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	<i>Liogenys</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Melyridae	<i>Arthrobrachus</i> sp.1
Insecta	Coleoptera	Melyridae	<i>Arthrobrachus</i> sp.2
Insecta	Coleoptera	Melyridae	<i>Astylus trifasciatus</i>
Insecta	Coleoptera	Rutelidae	<i>Oogenius chilensis</i>
Insecta	Coleoptera	Rutelidae	<i>Oryctomorphus bimaculatus</i>
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Tomarus villosus</i>
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Nycterinus</i> sp.
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Praocis</i> sp.

Clase	Orden	Familia	Especies
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Psectrascelis similis</i>
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Scotobius</i> sp.1
Insecta	Diptera	Acroceridae	<i>Lasia aenea</i>
Insecta	Diptera	Asilidae	Asilidae sp.1
Insecta	Diptera	Bombyliidae	<i>Hyperalonia</i> sp.1
Insecta	Diptera	Bombyliidae	<i>Lyophaeaba</i> sp.1
Insecta	Diptera	Bombyliidae	<i>Villa</i> sp.1
Insecta	Diptera	Calliphoridae	Calliphoridae sp.1
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.1
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	Dolichopodidae sp.1
Insecta	Diptera	Indeterminada	Diptera sp.1
Insecta	Diptera	Lauxaniidae	<i>Sapromyza</i> sp.1
Insecta	Diptera	Microdiptera	Microdiptera sp.1
Insecta	Diptera	Mydidae	<i>Apiophora paulseni</i>
Insecta	Diptera	Sarcophagidae	Sarcophagidae sp.1
Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Eristalis</i> sp.1
Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Palpada meigenii</i>
Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus reedi</i>
Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp.1
Insecta	Diptera	Tephritidae	<i>Dioxya</i> sp.1
Insecta	Diptera	Tipulidae	Tipulidae sp.1
Insecta	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>
Insecta	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus terrestris</i>
Insecta	Hymenoptera	Apidae	<i>Chalepogenus caeruleus</i>
Insecta	Hymenoptera	Colletidae	<i>Cadeguala occidentalis</i>
Insecta	Hymenoptera	Eumenidae	<i>Hypodynerus</i> sp.1
Insecta	Hymenoptera	Halictidae	<i>Caenohalictus opacus</i>
Insecta	Hymenoptera	Halictidae	<i>Corynura chloris</i>
Insecta	Hymenoptera	Pompilidae	<i>Pompilocalus</i> sp.1
Insecta	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sphex latreillei</i>
Insecta	Hymenoptera	Vespidae	Vespidae sp.1
Insecta	Lepidoptera	Crambidae	Crambidae sp.1
Insecta	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Heliopyrgus americanus</i>
Insecta	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Hylephila</i> sp.1
Insecta	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Eiselania bicolor</i>
Insecta	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Pseudolucia collina</i>
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa carye</i>
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Yramea cytheris</i>
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias vauthierii</i>
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	<i>Phoebis sennae</i>
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	<i>Tatochila autodice</i>
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	<i>Tatochila mercedis</i>
Insecta	Lepidoptera	Saturniidae	<i>Ormiscodes cinnamomea</i>
Insecta	Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna diffinis</i>
Insecta	Odonata	Aeshnidae	<i>Rionaeschna</i> sp.1
Insecta	Odonata	Libellulidae	<i>Erythrodiplax corallina</i>
Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Dichroplus vittigerum</i>
Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Scyllinula humilis</i>

Clase	Orden	Familia	Especies
Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis ochraceipennis</i>
Insecta	Orthoptera	Anostomatidae	<i>Cratomelus integer</i>

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.3. Distribución ambiental de la entomofauna en el área de estudio

El ambiente Matorral dunario presentó la mayor riqueza de especies ($S=69$; 92%) por sobre el Herbazal dunario ($S=30$; 40%). Aunque el ambiente ribereño de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio no fue muestreado de modo sistemático, cabe resaltar la presencia de cuatro especies allí observadas y que pueden ser consideradas bioindicadoras de calidad del medio acuático: *Dolichopodidae* sp.1 (Diptera: Dolichopodidae), registrada en la Laguna Albufera de Ritoque; *Aeshna diffinis* y *Rionaeschna* sp.1 (Odonata: Aeshnidae) y *Erythrodiplax corallina* (Odonata: Libellulidae) en la Laguna de Mantagua.

5.4.8.4. Análisis de la riqueza y abundancia de entomofauna por ambiente

Ambiente Herbazal dunario

El ambiente Herbazal dunario presentó la menor riqueza ($S=30$) y abundancia de especies ($n=96$; 30%). Estos valores corresponden a arácnidos (4 especies; $n=24$; 25% de la abundancia de este ambiente) e insectos (26 especies; $n=72$; 75%).

Las especies de Arachnida registradas pertenecen a los órdenes Araneae ($S=3$; $n=21$) y Scorpiones ($S=1$; $n=3$), todos ellos colectados mediante trampas de caída y levantamiento de piedras.

Con respecto a la clase Insecta, se registró la presencia de seis órdenes: Coleoptera ($S=10$; $n=39$), Diptera ($S=5$; $n=8$), Hymenoptera ($S=2$; $n=4$), Lepidoptera ($S=5$; $n=16$), Odonata ($S=1$; $n=2$) y Orthoptera ($S=2$; $n=2$). Los grupos de especies con mayor representación corresponden a arácnidos (carnívoros) y coleópteros epígeos, importantes organismos considerados excelentes bioindicadores de cambios o perturbaciones ambientales.

Tabla 14. Entomofauna registrada en el ambiente Herbazal dunario.

Clases	Ordenes	Familias	Abundancia
Arachnida	Araneae	Lycosidae	6
Arachnida	Araneae	Nemesiidae	8
Arachnida	Araneae	Theraphosidae	7
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	3
Insecta	Coleoptera	Carabidae	15
Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	1
Insecta	Coleoptera	Melyridae	5
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	18
Insecta	Diptera	Bombyliidae	2

Clases	Ordenes	Familias	Abundancia
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	1
Insecta	Diptera	Mydidae	2
Insecta	Diptera	Syrphidae	4
Insecta	Hymenoptera	Pompilidae	3
Insecta	Hymenoptera	Sphecidae	1
Insecta	Lepidoptera	Hesperiidae	5
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	6
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	5
Insecta	Odonata	Aeshnidae	2
Insecta	Orthoptera	Acrididae	2
Total			96

Fuente: Elaboración propia.

Ambiente Matorral dunario

El ambiente Matorral dunario presentó la mayor riqueza ($S=69$) y abundancia de especies ($n=225$; 70%). Estos valores corresponden a arácnidos (3 especies; $n=10$), quilópodos (1 especie; $n=1$) e insectos (65 especies; $n=214$).

Las especies de Arachnida registradas pertenecen exclusivamente a dos órdenes: Araneae ($S=2$; $n=6$) y Scorpiones ($S=1$; $n=4$), todas colectadas mediante trampas de caída y levantamiento de piedras.

Con respecto a la clase Insecta, se registró la presencia de seis órdenes: Coleoptera ($S=19$; $n=96$), Diptera ($S=17$; $n=34$), Hymenoptera ($S=9$; $n=43$), Lepidoptera ($S=12$; $n=24$), Odonata ($S=3$; $n=5$) y Orthoptera ($S=4$; $n=8$). El grupo de especies con mayor representación correspondió a los tenebriónidos (Coleoptera: Tenebrionidae; $S=4$; $n=41$).

Tabla 15. Entomofauna registrada en el ambiente Matorral dunario.

Clases	Ordenes	Familias	Abundancia
Arachnida	Araneae	Lycosidae	3
Arachnida	Araneae	Theraphosidae	3
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	4
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	1
Insecta	Blattodea	Ectobiidae	4
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	1
Insecta	Coleoptera	Carabidae	13
Insecta	Coleoptera	Cerambycidae	1
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	4
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	5
Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	1
Insecta	Coleoptera	Melyridae	16
Insecta	Coleoptera	Rutelidae	3
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	11
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	41
Insecta	Diptera	Acroceridae	1
Insecta	Diptera	Asilidae	2

Clases	Ordenes	Familias	Abundancia
Insecta	Diptera	Bombyliidae	5
Insecta	Diptera	Calliphoridae	1
Insecta	Diptera	Chironomidae	6
Insecta	Diptera	Indeterminada	1
Insecta	Diptera	Lauxaniidae	1
Insecta	Diptera	Microdiptera	6
Insecta	Diptera	Mydidae	2
Insecta	Diptera	Sarcophagidae	1
Insecta	Diptera	Syrphidae	6
Insecta	Diptera	Tephritidae	1
Insecta	Diptera	Tipulidae	1
Insecta	Hymenoptera	Apidae	25
Insecta	Hymenoptera	Colletidae	4
Insecta	Hymenoptera	Eumenidae	3
Insecta	Hymenoptera	Halictidae	6
Insecta	Hymenoptera	Pompilidae	2
Insecta	Hymenoptera	Vespidae	3
Insecta	Lepidoptera	Crambidae	3
Insecta	Lepidoptera	Hesperiidae	3
Insecta	Lepidoptera	Lycaenidae	2
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	6
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	8
Insecta	Lepidoptera	Saturniidae	1
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	1
Insecta	Odonata	Aeshnidae	2
Insecta	Odonata	Libellulidae	2
Insecta	Odonata	Aeshnidae	1
Insecta	Orthoptera	Acrididae	5
Insecta	Orthoptera	Anostomatidae	3
Total			225

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.5. **Análisis de la diversidad ecológica alfa y beta entre ambientes para entomofauna**

Sobre la base del número de especies presentes (S) y su abundancia (n) en cada ambiente prospectado, los índices de diversidad alfa muestran a dos comunidades entomofaunísticas con altos valores de diversidad de Shannon-Wiener ($H' > 3,0$ nits/ind), baja dominancia ($D < 0,3$) y alta equitatividad ($J > 0,7$).

En lo específico, el Matorral dunario presentó mayor heterogeneidad de su entomocenosis ($H'=3,84$ nits/ind) que el Herbazal dunario ($H'=3,15$ nits/ind). Esta diferencia podría estar asociada a una mayor oferta de hábitats y recursos disponibles en el Matorral dunario con respecto al otro ambiente. Además, la dominancia (D) presentó valores entre 0,031 y 0,052 junto a altos índices de equitatividad ($J=0,91$ y $J=0,93$), los cuales son consistentes con los valores de diversidad arriba mencionados y, por lo tanto, muestran a comunidades de entomofauna en equilibrio, sin dominancia en la abundancia de una o pocas especies.

Por otro lado, la evaluación de la diversidad beta a través del índice de Jaccard muestra una baja similitud entre los ambientes (24 especies comunes; $b_j=32\%$) para la entomofauna del área de estudio. Esta situación podría ser explicada por dos factores: (1) la especificidad de las comunidades entomofaunísticas a cada uno de los ambientes prospectados, lo que impide encontrar las condiciones de hábitat particulares para cada especie en ambientes distintos; y (2) baja movilidad y ámbito de hogar de las especies constituyentes de dichas comunidades.

Junto a lo anterior, el índice de Whittaker obtenido muestra una mediana renovación (recambio) de especies entre los ambientes ($\beta_w=51\%$), lo que indica la presencia de pocas especies en común entre los dos ambientes.

Tabla 16. Diversidad alfa y beta de la entomofauna en los ambientes muestreados.

	Estimadores	Ambientes para entomofauna	
		Herbazal dunario	Matorral dunario
Diversidad alfa	Riqueza de especies (S)	30	69
	Abundancia (n)	96	225
	Índice de Shannon-Wiener (H')	3,15	3,84
	Dominancia (D)	0,052	0,031
	Equitatividad (J)	0,93	0,91
	Chao-1	37,5	83,5
Diversidad beta	Especies exclusivas (propias)	6	45
	Especies compartidas	24	
	Índice de Jaccard (b_j)	0,32	
	Índice de Whittaker (β_w)	0,51	

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.6. Origen biogeográfico de la entomofauna

Sobre la base de una revisión de los rangos de distribución reportados en la literatura científica y en los registros del Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org), se establecieron orígenes biogeográficos sólo para 39 especies de entomofauna del área de estudio identificadas al menor nivel taxonómico. Todos los taxa registrados hasta el nivel de Género se excluyeron de este análisis, ya que esta unidad taxonómica presenta en general rangos de distribución más amplios que las especies que ésta contiene.

Los resultados muestran que las especies nativas (n=18) y endémicas (n=13) fueron las mejor representadas en el área de estudio. Esto refleja el alto nivel de singularidades biogeográficas que posee el Humedal de Mantagua. Además, se identificaron especies de origen sudamericano (n=3), neotropical (n=2) y cosmopolita (n=3). Estas últimas se consideran actualmente como especies asilvestradas/naturalizadas en Chile (PNUD 2017).

Tabla 17. Origen biogeográfico de la entomofauna en los ambientes muestreados.

Orden	Familia	Especie	Origen biogeográfico
Coleoptera	Buprestidae	<i>Bilyxia concinna</i>	Nativa
Coleoptera	Carabidae	<i>Calosoma vagans</i>	Nativa
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Acanthinodera cumingii</i>	Endémica
Coleoptera	Curculionidae	<i>Aegorhinus phaleratus</i>	Endémica
Coleoptera	Curculionidae	<i>Cylydrorhinus oblongus</i>	Nativa
Coleoptera	Curculionidae	<i>Rhyephenes humeralis</i>	Nativa
Coleoptera	Melyridae	<i>Astylus trifasciatus</i>	Nativa
Coleoptera	Rutelidae	<i>Oogenius chilensis</i>	Endémica
Coleoptera	Rutelidae	<i>Oryctomorphus bimaculatus</i>	Nativa
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Tomarus villosus</i>	Nativa
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Psectrascelis similis</i>	Endémica
Diptera	Acroceridae	<i>Lasia aenea</i>	Endémica
Diptera	Mydidae	<i>Apiophora paulseni</i>	Endémica
Diptera	Syrphidae	<i>Palpada meigenii</i>	Endémica
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus reedi</i>	Nativa
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Cosmopolita
Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus terrestris</i>	Cosmopolita
Hymenoptera	Apidae	<i>Chalepogenus caeruleus</i>	Nativa
Hymenoptera	Colletidae	<i>Cadeguala occidentalis</i>	Sudamérica
Hymenoptera	Halictidae	<i>Caenohalictus opacus</i>	Endémica
Hymenoptera	Halictidae	<i>Corynura chloris</i>	Nativa
Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sphex latreillei</i>	Nativa
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Heliopyrgus americanus</i>	Endémica
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Eiselania bicolor</i>	Endémica
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Pseudolucia collina</i>	Endémica
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa carye</i>	Neotropical
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Yramea cytheris</i>	Nativa
Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias vauthierii</i>	Nativa
Lepidoptera	Pieridae	<i>Phoebis sennae</i>	Neotropical
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i>	Cosmopolita
Lepidoptera	Pieridae	<i>Tatochila autodice</i>	Nativa
Lepidoptera	Pieridae	<i>Tatochila mercedis</i>	Sudamérica
Lepidoptera	Saturniidae	<i>Ormiscodes cinnamomea</i>	Nativa
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna diffinis</i>	Nativa
Odonata	Libellulidae	<i>Erythrodiplax corallina</i>	Nativa
Orthoptera	Acrididae	<i>Dichroplus vittigerum</i>	Sudamérica
Orthoptera	Acrididae	<i>Scyllinula humilis</i>	Endémica
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis ochraceipennis</i>	Nativa
Orthoptera	Anostostomatidae	<i>Cratomelus integer</i>	Endémica

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8.7. Estado de conservación

Mediante el muestreo realizado a los dos ambientes del área de estudio, la única especie registrada (no capturada) y que posee una categoría de conservación es *Acanthinodera cumingii* (LC: Least Concern, Preocupación Menor), según consta en el Decreto Supremo 06/2017 del Ministerio del Medio

Ambiente de Chile, Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (RCE), 13° Proceso de Clasificación.

A la especie anterior se agrega *Callisphyris ficheti* (Coleoptera: Cerambycidae), presente exclusivamente en el Humedal de Mantagua, según revisión bibliográfica. Su categoría es En Peligro Crítico (DS 38/2015 del MMA, 11° Proceso de Clasificación).

5.4.8.8. Conclusiones

Se determinaron dos ambientes para el muestreo de entomofauna en el Humedal de Mantagua durante la primavera 2020, de acuerdo a criterios geográficos y de formaciones vegetacionales: Herbazal dunario y Matorral dunario. Dentro de estos ambientes se encontraron arácnidos ($S=4$; $n=34$), chilópodos ($S=1$; $n=1$) e insectos ($S=70$; $n=286$), totalizando 75 especies y 321 individuos.

En el ambiente Matorral dunario se registraron 225 individuos pertenecientes a 69 especies, registrándose aquí la mayor riqueza y abundancia de entomofauna. En el ambiente Herbazal dunario se registraron 30 especies y una abundancia de 96 individuos.

La evaluación de los ambientes mediante índices de diversidad alfa y beta mostró altos valores de diversidad, baja dominancia y alta equitatividad, indicando la presencia de comunidades entomofaunísticas en equilibrio, sin dominancia en la abundancia de una o pocas especies. Además, entre ambientes hubo una baja similitud y media tasa de recambio de especies, lo que da especificidad a las entomocenosis en cada ambiente.

Con relación a la distribución geográfica de la entomofauna, se reconoció alta presencia de especies nativas y endémicas para Chile, por sobre las especies de distribución sudamericana, neotropical y cosmopolita.

Sólo dos especies de entomofauna se encuentran en categoría de conservación en el área de estudio, ambas de la misma familia: *Acanthinodera cumingii* (Preocupación Menor), registrada mediante muestreo; y *Callisphyris ficheti* (En Peligro Crítico), cuya presencia consta según revisión bibliográfica.

5.5. Amenazas y presiones de la cuenca (subcuenca de la DGA) aportante del humedal.

La delimitación visual de usos del suelo y coberturas (land use y land cover) utilizando la imagen de alta resolución proporcionada y su correspondiente validación en terreno, muestra que todo el entorno del humedal y la subcuenca se encuentra ampliamente fragmentada (por parcelaciones y caminos) y antropizada (con un notable incremento de edificaciones advenedizas), tal como se aprecia en la Figura 21 y la Figura 22. El mismo campo dunar, que debería servir de área buffer del humedal, presenta un alto número de huellas y senderos como consecuencia de un sinnúmero de actividades recreativas y turísticas no reguladas. Intervenciones y confinamiento de los cursos de agua, quebradas y el mismo estuario que conforma el humedal, contribuye a incrementar las amenazas y presiones que sufre el cuerpo de agua. La cobertura actual y el evidente cambio de uso que ha sufrido la subcuenca en los últimos años presiona la flora y fauna asociada al humedal, especialmente las especies acuáticas (anfibios y peces límnicos) y carnívoros que tienen los mayores problemas de conservación en Chile (Cofré *et al.* 2018, Correa & Méndez 2018, Vila-Pinto & Quezada-Romegialli 2018) y que tanto en el área

de interés como a nivel mundial han visto reducido sus áreas de distribución y conectividad ecológica (Napolitano *et al.* 2015, Sayer 2014, Lacy 2016).

5.5.1. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos

El Humedal de Mantagua, se encuentra inmerso en una matriz agrícola y turística, con varios fragmentos de vegetación nativa remanentes de una distribución más amplia. También se encuentra dentro de uno de los 36 puntos calientes (hotspot) de biodiversidad con prioridades de conservación a nivel mundial (Myers *et al.* 2000, Arroyo *et al.* 2008). Así, a pesar de su pequeño tamaño, el Humedal de Mantagua presenta una importante riqueza de vertebrados, la que comprende al menos: 4 Clases, 27 Ordenes, 61 Familias y 202 especies, de las cuales el 23% (46 especies) presentan problemas de conservación. Aves es el taxón con mayor riqueza con 161 especies, seguido de Mammalia (28), Reptilia (8) y 5 especies de Amphibia. El Humedal de Mantagua alberga 188 especies de vertebrados terrestres nativos, de los cuales un 6,4% (13 especies) son endémicas para Chile. Sin embargo, este humedal muestra una importante fauna de vertebrados (7%) terrestres introducidos (14), particularmente de mamíferos, a causa de la creciente presencia humana en este sistema, lo que indicaría un deterioro progresivo de sus comunidades biológicas.

Las aves constituyen uno de los elementos más abundantes y diversos del patrimonio natural del Humedal de Mantagua (Tabla 5 y Tabla 6). Una revisión extensa de la literatura disponible, indican que este sistema tiene una riqueza de por lo menos 161 especies, las que representan un 32,3% de la ornitofauna descrita para Chile (Barros *et al.* 2015). Trabajos anteriores han reportado una riqueza entre 78 (Simeone *et al.* 2008) y 165 especies (Ibáñez & Sepúlveda 2020b). Las aves registradas para la zona pertenecen a 18 Ordenes, 41 Familias y 114 Géneros. Las Passeriformes presentaron la mayor riqueza con 14 familias y 52 especies, seguidas por los Charadriiformes con 5 familias y 42 especies. Por último, los órdenes de aves terrestres con menor riqueza serían los Caprimulgiformes, Galliformes, Psittaciformes y Tinamiformes, todos con sólo una familia (Tabla 5). El humedal también contiene un ensamble diverso de aves acuáticas (Tabla 18) con 6 Ordenes, 14 Familias, 40 Géneros y 74 especies. Dentro de este grupo destacan las aves migratorias (31 especies), de las cuales 23 son visitantes de verano, 4 de invierno y 6 son accidentales. Finalmente, cabe destacar las aves nidificantes del islote Concón, cercano al Humedal de Mantagua, donde encontramos colonias de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el cormorán guanay (*Leucocarbo bougainvillii*), la gaviota inca (*Larosterna inca*) (Simeone *et al.* 2003), y del cormorán gris o lile (*Phalacrocorax gaimardi*) (Frere *et al.* 2004), algunas de dichas especies (*S. humboldti*, *L. Inca* y *P. gaimardi*) se encuentran en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (2020).

Tabla 18. Riqueza filética de la avifauna acuática del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso). Se indica el estatus y estacionalidad (TA= Todo el Año) de las especies.

Taxa	Nombre Común	Estatus	Estación	Referencia
Anseriformes / Anatidae				
<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Residente	TA	Este estudio
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Residente	TA	Este estudio
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Residente	TA	Este estudio
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Residente	TA	Este estudio
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Residente	TA	Este estudio
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Taxa	Nombre Común	Estatus	Estación	Referencia
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro	Residente	Accidental	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Charadriiformes/Charadriidae				
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Migratorio	Invierno	Este estudio
<i>Charadrius falklandicus</i>	Chorlo de doble collar	Migratorio	Invierno	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo ártico	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Residente	TA	Este estudio
Charadriiformes/Laridae				
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Migratorio	Invierno	Este estudio
<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	Residente	Accidental	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Residente	TA	Este estudio
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	Migratorio	Invierno	Este estudio
<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Migratorio	Verano	Este estudio
<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín boreal	Migratorio	Accidental	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín piquerito	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Charadriiformes/Recurvirostridae				
<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	Residente	TA	Este estudio
Charadriiformes/Scolopacidae				
<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Migratorio	Verano	Este estudio
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Migratorio	Verano	Este estudio
<i>Calidris canutus</i>	Playero ártico	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Calidris fuscicollis</i>	Playero de lomo blanco	Migratorio	Accidental	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Calidris minutilla</i>	Playero enano	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmado	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Taxa	Nombre Común	Estatus	Estación	Referencia
<i>Calidris virgata</i>	Playero de las rompientes	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina común	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Residente	TA	Este estudio
<i>Limosa fedoa</i>	Zarapito moteado	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Limosa haemastica</i>	Zarapito de pico recto	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Migratorio	Verano	Este estudio
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Pollito de mar rojizo	Migratorio	Accidental	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	Migratorio	Accidental	Este estudio
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Migratorio	Verano	Este estudio
Charadriiformes/Haematopodidae				
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Migratorio	Verano	Este estudio
<i>Tringa semipalmata</i>	Playero grande	Migratorio	Verano	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Gruiformes/Rallidae				
<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	Residente	TA	Este estudio
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Residente	TA	Este estudio
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Residente	TA	Este estudio
<i>Gallinula galeata</i>	Tagüita del norte	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	Residente	TA	Este estudio
<i>Porphyriops melanops</i>	Tagüita común	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Pelecaniformes/Ardeidae				
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Residente	TA	Este estudio
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Residente	TA	Este estudio
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Residente	TA	Este estudio
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Residente	TA	Este estudio
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Residente	TA	Este estudio
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Pelecaniformes/Pelecanidae				
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano de Humboldt	Residente	TA	Este estudio
Pelecaniformes/Threskiornithidae				
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Podicipediformes/Podicipedidae				
<i>Podiceps major</i>	Huala	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Taxa	Nombre Común	Estatus	Estación	Referencia
<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Residente	TA	Este estudio
Suliformes/Phalacrocoracidae				
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Residente	TA	Este estudio
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020
Suliformes/Sulidae				
<i>Sula variegata</i>	Piquero de Humboldt	Residente	TA	Ibáñez & Sepúlveda 2020

Fuente: elaboración propia.

La Región de Valparaíso se corresponde con uno de los hotspot mediterráneos de importancia mundial, sistema que alberga alrededor de 335 especies de la fauna vertebrada de Chile (CONAMA-PNUD 2005). De este total, al menos un 18% son endémicas y alrededor de un 20% están clasificadas en alguna categoría de amenaza (CONAMA-PNUD 2005). Inserto en esta zona, el Humedal de Mantagua y su cuenca aportante varias áreas naturales relevantes para la conservación de la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos. Dichas áreas, de diferentes tamaños y distribuidos heterogéneamente por el paisaje, todavía presentan cierto grado de conectividad e integridad ecológica.

Se utilizaron diferentes métodos para recopilar y analizar las áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua. El trabajo incluyó una revisión extensa de la literatura, análisis de datos espaciales y experiencia del equipo consultor. De dichos análisis se discriminaron las zonas sensibles y objetos de conservación relevantes dentro del área de interés. Para determinar los valores biológicos de los sitios, se considerarán los datos de vertebrados y plantas vasculares puesto que existen datos adecuados y categorización de los estados de conservación. También en la selección de las áreas de biodiversidad se consignó el carácter biogeográfico de las especies presentes (nativas, endémicas, introducidas y exóticas invasoras), de modo de obtener información útil para justificar los objetos de conservación y las medidas de protección (e.g. Santuario de La Naturaleza), manejo y restauración de los ecosistemas.

Los principales criterios para seleccionar las áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos fueron que compartieran procesos, amenazas y que co-ocurrieran en el espacio a nivel de la cuenca. Asimismo, para refinar y validar la selección de las áreas de biodiversidad, se consultó los procesos de planificación de otras áreas protegidas del SNASPE y otras instancias relevantes (ej., Planes Nacionales de Conservación) para asegurar consistencia en la selección de objetos de conservación y restauración para las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua. Finalmente, se determinaron once áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Tabla 19) para las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua, la mayoría coincidentes con la selección de los objetos de conservación que fueron espacializados en la Figura 74.

Tabla 19. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Área Biodiversidad	Servicios ecosistémicos
Islote Concón	Diversidad biológica y ecológica superficial y submarina. Servicios culturales (turísticos y recreativos). Captura y almacenamiento de carbono azul.
Cerro Mauco	Principal fuente de agua para esteros Quintero Mantagua. Filtración de acuíferos. Refugio y sumidero para fauna. Vegetación nativa (en las laderas más soleadas hay matorrales xerofíticos, en las húmedas, matorrales esclerofilos). Captura y almacenamiento de carbono. Servicios culturales.
Quebradas	Infiltración acuíferos. Relictos de vegetación nativa. Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono.
Acuífero de la cuenca	Almacenamiento de agua. Principal fuente de agua subterránea para estero Mantagua y filtración de acuíferos menores. Captura y almacenamiento de carbono vía plantaciones exóticas sobre terrenos del acuífero.
Vega Interior	Vegetación nativa y zonas húmedas saturadas (pantano). Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono.
Albufera	Cuerpo de agua costero superficial. Fuente alimento aves playeras. Conexión y corredor hidrobiológico para cuerpos de agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Captura y almacenamiento de carbono.
Esteros Quintero y Mantagua	Principal fuente de agua superficial para estero Mantagua y filtración de acuíferos menores. Refugios y corredores biológicos de fauna acuática y aves de ribereñas.
Humedal Mantagua	Almacenamiento de agua. Fuente alimento, refugio y reproducción aves acuáticas. Conexión y corredor hidrobiológico para agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Captura y almacenamiento de carbono.
Bosque esclerofilo	Relictos de vegetación nativa. Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono. Servicios culturales (turísticos y recreativos).
Vega Salina	Vegetación nativa y zonas húmedas saturadas (pantano). Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono.
Sistema Dunario	Servicios culturales (turísticos y recreativos). Biodiversidad. Refugios y corredores biológicos de fauna.

Islote Concón: Las relaciones ecológicas y evolutivas en sistemas insulares son diferentes del continente del que se originan. En algunos casos, la fauna insular cambia sus relaciones tróficas para explotar nuevos hábitats y además presentan una composición taxonómica que depende del tamaño de la isla y su distancia al continente. Estas nuevas redes tróficas, incluyen algunas interacciones que nos son comunes, como lagartos y aves actuando como polinizadores y dispersores de semillas (Olesen & Valido 2003), depredando además sobre otros recursos sin regulación funcional, ocasionando que algunas especies se transformen en plagas. También el bajo número de especies en las islas disminuye la competencia interespecífica posibilitando la amplitud del nicho trófico y la alta abundancia de algunas especies (e.g. aves guaneras), que en el continente presentan una baja densidad poblacional. Así, en el islote Concón, cercano al Humedal de Mantagua, presenta una colonia de aves nidificantes como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el cormorán guanay (*Leucocarbo bougainvillii*), la gaviota inca (*Larosterna inca*) (Simeone et al. 2003), así como del cormorán gris o lile (*Phalacrocorax gaimardi*) (Frere et al. 2004), algunas de dichas especies (*S. humboldti*, *L. Inca* y *P. gaimardi*) se encuentran en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (2020).

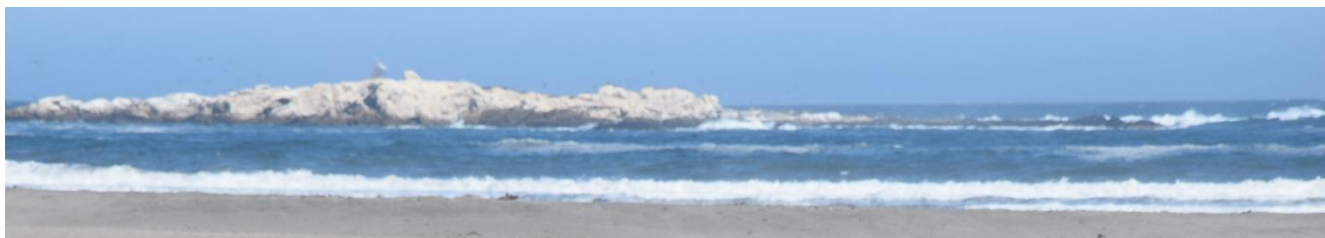


Figura 39. Vista del Islote Concón frente a la desembocadura del Humedal de Mantagua, a una distancia de 500 metros de la playa.

El islote Concón (Figura 39) proporciona variados servicios ecosistémicos como refugio de Diversidad biológica y ecológica superficial y submarina. Servicios culturales (turísticos y recreativos). Captura y almacenamiento de carbono azul. Esto podría configurar la oportunidad de proponer la figura de área marina costera protegida de múltiples usos (AMCP-MU), así como revisar y mejorar expediente actual de Santuario de la Naturaleza.

Cerro Mauco: Mauco, proviene del mapudungún, deriva de “maung”, que apela al estar suspendido algo y “co” que quiere decir “agua”. Mauco entonces significaría “agua suspendida” (Grau 2002), en alusión a la nube característica que cubre de tanto en tanto al cerro producto de la humedad de evaporación marina (Figura 40). Aquí existieron vestigios de antiguas obras indígenas y se presume que la cima fue un centro ceremonial y una fortaleza (Vera-Villaruel 2015) donde los indígenas guardaban los tesoros de los lavaderos de Malcara, un yacimiento aurífero. Darwin describió en sus estudios el hallazgo de fósiles marinos en el Cerro Mauco.



Figura 40. Cerro Mauco, en un día completamente despejado (izquierda) y con la nube característica que cubre su cima (derecha).

Las cuencas del cerro Mauco es un corredor biológico para varias especies de fauna nativa, particularmente felinos, que se desplazan entre la cordillera de la costa y el borde marítimo. Las cuencas del cerro Mauco contienen un amplio sector de vegas y una laguna costera. Se incluye, además, un conjunto de embalses pequeños de distribución en el área de interés y su cordón montañoso se articula naturalmente con el corredor ecológico Casablanca–Peñuelas–Quilpué. El cerro Mauco provee de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos, servicios culturales, senderismo y servicios turísticos entre otros.

Quebradas: Las quebradas presentes en el sector son las primeras en recibir la influencia de la humedad del mar, por lo que este tipo de sistemas, por su vegetación y encajonamiento, son verdaderos refugios de la avifauna nativa de Chile central (Figura 20). En este sentido, hay que entender al ecosistema de

quebradas como un complejo sistema en equilibrio en el que tanto el agua superficial como las napas subterráneas, así como el suelo relativamente pobre, son los elementos constitutivos que la definen.

Las quebradas costeras forman parte de microcuencas de captación en donde las aguas superficiales del área de captación drenan a las zonas bajas. Las quebradas reciben, transforman, almacenan y exportan a otras unidades del paisaje materia orgánica, nutrientes y energía en las redes tróficas (Bustamante *et al.* 2011). Las formaciones de bosques esclerofilos presentes en las quebradas aledañas a los cursos primarios y secundarios de la cuenca, se encuentran en un estado adecuado de conservación y son cruciales como corredores biológicos naturales de la fauna para carnívoros y felinos nativos, además de albergar una variada avifauna como *Cinclodes fuscus* (churrete acanelado), *Phleocryptes melanops* (trabajador), *Asthenes humicola* (canastero), *Leptasthenura aegithaloides* (tijeral), *Scytalopus fucus* (churrín del norte), *Anairetes parulus* (cachudito) y otras especies que aprovechan el resguardo de la cobertura arbórea.

Las quebradas brindan varios servicios ecosistémicos: captación de agua e infiltración de acuíferos menores, aporte de agua para consumo humano y ganado en norias y vertientes, e irrigación de pequeños cultivos en su parte baja. La mayor humedad ambiental y las temperaturas menos extremas permiten el desarrollo del bosque esclerofilo mediterráneo, que contribuyen a la captura y almacenamiento de carbono. También proveen refugio y alimento para una fauna adaptada a estos ambientes, particularmente aves y anfibios (Zuleta *et al.* 2015).

Se estima que las quebradas costeras comprendidas entre las regiones de Coquimbo y el Biobío abarcan el 1% de la superficie terrestre de Chile continental. Lamentablemente, estas son el tipo de ecosistema más intervenido de nuestro país. Alrededor de 98% de ellas son destruidas por la extracción de leña. Además, estos frágiles ecosistemas se han visto deteriorados por el sobrepastoreo, las construcciones humanas y por el depósito de desperdicios (Zuleta *et al.* 2015).

Acuífero de la cuenca: Almacenamiento de agua. Principal fuente de agua subterránea para estero Mantagua y filtración de acuíferos menores. Captura y almacenamiento de carbono vía plantaciones exóticas sobre terrenos del acuífero.

Vega Interior: Los humedales palustres, como de la vega Santa Julia, se encuentra poblada por una pradera antropogénica que está dominada por herbáceas, y una comunidad vegetal con abundancia de *Cynara cardunculo* (cardo penquero), una maleza introducida. Estos humedales que se distribuyen en el litoral centro-norte de Chile, entre Coquimbo y el Maule, se caracterizan por formaciones vegetales azonales restringidas a hábitat hidrófilos, que se desarrollan en riberas de ríos, fondos de quebradas o depresiones interdunarias (Villa-Martínez & Villagrán 1997). La vega Santa Julia se encuentra en depresiones interdunarias, en estrecha asociación con el estero Quintero (Looser 1944, Villagrán 1982). La formación de dunas de Ritoque habría determinado el represamiento de los esteros del área, facilitando la formación de lagunas temporales y la colonización de vegetación acuática entre 4500-4000 años A.P. (Villa-Martínez & Villagrán 1997). Así, la presencia de este humedal palustre en la zona se explica por las condiciones locales que lo mantienen (Villagrán 1982).

Esta vega presenta una variada riqueza faunística como coipos (*Myocastor coypus*), zorros (*Lycalopex culapaeus* y *L. griseus*), Anfibios (e.g. *Batrachyla taeniata*) y varias especies de micromamíferos nativos (e.g. *Abrothrix longipilis* y *Thylamys elegans*). La vega Santa Julia, contiene una alta riqueza de aves de pantano como garzas (e.g. *Ardea cocoi*), huairavo (*Nycticorax nycticorax*), cuervo del pantano

(*Plegadis chihi*), bandurrias (*Theristicus melanopis*) y una gran variedad de anátidos como por ejemplo *Anas bahamensis* (pato gargantillo), *A. flavirostris* (pato jargón chico), *A. georgica* (pato jergón grande) y *A. sibilatrix* (pato real). La vega provee de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos menores, conectividad hidrobiológica con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, entre otros.

Albufera: El sitio corresponde a un distrito serrano en los bordes oriente y poniente de la albufera, y plano en el borde norte. Es de textura liviana, profundo y de drenaje rápido. Se inunda en forma frecuente, con aguas tranquilas cuando sube el nivel de la albufera. Su cobertura de suelo es muy alta (entre 80 y 100%), siendo la estrata herbácea la dominante sobre el matorral. En cuanto a la estrata de matorral, presenta entre 20 y 40% de cobertura, crecimiento agrupado y de regular condición. Entre las especies registradas se encuentran *Ficinia nodosa*, *Baccharis linearis*, *Baccharis macraei*, *Carpobrotus chilensis* (doca), *Lotus tenuis*, *Poa pratensis*, *Typha domingensis* y *Ambrosia chamissonis*.

La albufera presenta una alta riqueza faunística como zorros (*Lycalopex culapaeus* y *L. griseus*), quiques (*Galictis cuja*), que depredan sobre varias especies de micromamíferos nativos (e.g. *Abrothrix longipilis*, *A. olivaceus* y *Thylamys elegans*). La albufera contiene una alta riqueza de aves acuáticas como cisnes de cuello blanco (*Coscoroba coscoroba*), garzas (e.g. *Egretta thula*), huairavillo (*Ixobrychus involucris*), *Anas bahamensis* (pato gargantillo), *A. flavirostris* (pato jargón chico), *A. georgica* (pato jargón grande) y *A. sibilatrix* (pato real). La albufera provee de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos menores, conectividad hidrobiológica con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, entre otros.

Esteros Quintero y Mantagua: Cursos de agua altamente intervenidos (punteras, tranques, etc.), que contienen una variada fauna nativa. Ambos esteros se encuentran en pobre condición debido a las plantas que crecen dentro del cuerpo de agua y en sus bordes, deteniendo su flujo normal. Sin embargo, considerando las condiciones de sequía, se observa un buen caudal. Se observa basura desperdigada cerca del cauce, y es probable que lleguen animales domésticos a beber a los esteros. El Estero Mantagua es un humedal que nace de las cumbres del Cerro Mauco, con una zona de riberas que extingue su curso superficial debido a las extracciones irregulares. El Estero Quintero es un extenso sistema hidrológico que mantiene un cauce permanente y un ecotono de ribera, así como algunos sectores de inundación, como la Vega Santa Julia. Por otra parte, el estero Mantagua corresponde a un distrito depresional con textura liviana, es profundo y de drenaje moderado. Este ecosistema se encuentra siempre inundado, y en invierno es probable que las aguas sean torrentosas. La cobertura de suelo es media, encontrándose distintas estratas de vegetación. El sistema compuesto por el cauce más las laderas cubiertas de vegetación corresponde a un corredor biológico e hídrico, que conecta el Humedal de Mantagua con los cuerpos de agua interiores.

La formación vegetal predominante en las laderas de estos cauces es de bosque abierto, con cobertura arbórea media, en regular condición. Las estratas de matorral, herbácea y de mantillo se encuentran en cobertura de regular a muy baja, y condición de regular a pobre. Las especies presentes en la estrata arbórea son *Acacia dealbata* (aromo), *Cryptocarya alba* (peumo) y *Populus sp.* En la estrata arbustiva se encuentran principalmente *Baccharis linearis* (romerillo) y *Cynara cardunculus* (cardo). Las especies herbáceas registradas son *Bromus rigidus* y *Rumex sp.* Se observa una variedad de aves especialistas de ribera como *Cinclodes fuscus* (churrete acanelado), *Phleocryptes melanops* (trabajador), *Asthenes humicola* (canastero), *Leptasthenura aegithaloides* (tijeral), *Scytalopus fucus* (churrín del norte), *Anairetes parulus* (cachudito) y otras especies que aprovechan el resguardo de la

cobertura arbórea. Los esteros y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como corredores biológicos, provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos menores, conectividad hidrobiológica con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, entre otros.

Humedal de Mantagua: Este ecosistema presenta un distrito depresional, con hidromorfismo permanente superficial. Comprende el estero Mantagua y una laguna producto de la acumulación de agua lluvias y, excepto en algunos meses de invierno, no posee salida al mar. El humedal presenta agua salada debido a las constantes inclusiones marinas. Se encuentra en una condición regular debido a la eutrofización creciente. Es posible observar algunas especies vegetales de tipo pajonal o algas, que son signos de eutrofización. El Humedal de Mantagua alberga una variada fauna de vertebrados acuáticos, representada por una especie de mamífero (*Myocastor coipus*), 5 de anfibios y 10 especies de peces. La reciente descripción de *Myotis atacamensis* en la zona del humedal (Ibáñez Villaseca et al. 2019), junto con la presencia de una variada avifauna acuática y migratoria como *Pluvialis squatarola* (chorlo ártico), *Calidris alba* (playero blanco), *Charadrius collaris* (chorlo de collar), *Charadrius modestus* (chorlo chileno), *Calidris pusilla* (playero semipalmado), *Charadrius alexandrinus* (chorlo nevado) entre otros, viene también a relevar la importancia de este sistema para la conservación de la biodiversidad.

El Humedal de Mantagua y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua lluvia e infiltración de acuíferos menores, conectividad hidrobiológica con cuerpos de agua interiores, servicios culturales y recreativos, protección contra tsunamis y marejadas, captura y almacenamiento de carbono, entre otros.

Bosque esclerofilo: En las cuencas aportantes son escasas las masas de vegetación natural bien conservadas, pues, como la mayoría de las zonas mediterráneas, está muy poblada y transformada por el hombre. De la antigua vegetación boscosa solo quedan fragmentos de diferentes tamaños, particularmente en quebradas húmedas o zonas empinadas. El Bosque esclerofilo de Mantagua está dominado por *Cryptocarya alba* (peumo), *Peumus boldus* (peumo), *Schinus molle* (molle) entre otros (PUCV & UPLA 2015), además producto de esta consultoría se detectó la presencia de *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte) en un tramo del estero de Mantagua.

En este sector se observa una variedad de aves especialistas de bosques como *Picoides lignarius* (carpinterito), *Bubo magellanicus* (tucúquere), *Tyto alba* (lechuza), *Zonotrichia capensis* (chincol), *Scytalopus fucus* (churrín del norte), *Scelorchilus albicollis* (tapaculo), *Glaucidium nanum* (chuncho) y otras especies que aprovechan el resguardo de la cobertura arbórea. El bosque esclerofilo provee de variados servicios ecosistémicos como corredores biológicos, provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos menores, captura y almacenamiento de carbono, entre otros. También la utilización de estos remanentes boscosos como alternativa de restauración de paisajes agroforestales es importante de considerar. Este enfoque implica la conservación y/o plantación de núcleos de árboles nativos, que incrementan la biodiversidad y proporcionan una variedad de servicios ambientales (Rey Benayas et al. 2008, Decocq et al. 2016). Estos núcleos actúan como fuentes de propágulos de especies forestales, acelerándose el desarrollo de los matorrales y bosquetes. Si los campos de alrededor son utilizados para cultivos y pastos, los núcleos pueden incrementar el valor de conservación del paisaje y ofrecer un potencial de generación de recursos económicos (Rey Benayas et al. 2008, Decoca et al. 2016).

Vega Salina: La zona posee una textura pesada y un distrito depresional. Encontramos además, hidromorfismo permanente superficial, lo que permite que la vega cuente con una pradera naturalmente sustentada por la napa freática (Mantagua). La formación vegetal predominante es herbácea terrestre con una cobertura media (40-60%) con crecimiento agrupado en pequeños manchones y una pobre condición. Se observan aves e insectos, por lo que se deduce que la fitocenosis presente les proporciona un buen nicho. La zoocenosis que tiene más impacto sobre estos ecosistemas es el ganado bovino ajeno al predio que llega a alimentarse a las vegas de la zona desprotegida por el cerco.

En este sistema registramos una variedad de aves como *Egretta thula* (garza chica), *Ixobrychus involucris* (huaravillo), *Himantopus mexicanus* (perrito), *Vanellus chilensis* (queltehue), *Gallinago paraguaiiae* (becacina), *Tringa flavipes* (pitotoy chico), así como anfibios (e.g. *Rhinella arunco*), quiques (*Galictis cuja*) y zorro chilla (*Lycalopex griseus*). La vega y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, conectividad hidrobiológica (e.g anfibios) con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, captura y almacenamiento de carbono, entre otros.

Sistema Dunario: El grupo de vertebrados más abundante y diverso de los ecotopos dunarios son las aves terrestres. En la barrera dunaria del humedal se encuentran algunas aves con problemas de conservación en ciernes como el pilpilén (*Haematopus palliatus*) y el chorlo de collar (*Charadrius collaris*), los cuales se reproducen en dicho ecotopo.

Las comunidades vegetales que se desarrollan sobre las dunas son la base de una compleja trama trófica (McLachlan 1991) en la que coexisten aves, artrópodos, reptiles, mamíferos y otras especies de fauna nativa (Gallardo 1992). Algunas de las especies vegetales presentes en el área son *Oenothera grisea* (en peligro crítico de extinción), *Baccharis macraei*, *Cyperus sp.*, *Carpobrotus chilensis* (doca), *Cortaderia araucana* (cola de zorro), *Ficinia nodosa* y *Schinus polygamus* (chivato o huingán). Entre los reptiles típicos de estos ambientes encontramos las lagartijas *Liolaemus fuscus* y *L. zapallarensis*, las dos especies de culebras (*Philodryas chamissonis* y *Tachymenis chilensis*); los que se alimentan de una diversa y abundante fauna de artrópodos. Los reptiles a su vez sirven de alimento para los carnívoros y rapaces que ocupan y habitan estos ambientes.

La existencia de una entomofauna epígea típica de ambientes dunarios (e.g.: *Praocis sp.*) y de matorral (e.g.: *Nycterinus sp.*), así como de especies florícolas de Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera, es una muestra de la variedad de la entomofauna del sitio. La clase Arachnida está representada por distintos órdenes y familias, destacando Araneae y Escorpiones. Considerando el aislamiento natural y el generado por las actividades antrópicas, no se descarta la presencia de elementos entomofaunísticos de interés biogeográfico y para la conservación de este humedal. Prueba de ello, la presencia exclusiva en la zona ribereña del Humedal de Mantagua de *Callisphyris ficheti* (Coleoptera: Cerambycidae), otorga un valor de máximo endemismo a esta área.

La vegetación de las dunas brinda refugio y alimento para una variada fauna adaptada a estos fluctuantes y severos ambientes. Más aún, las mismas plantas dispersan sus semillas dentro del sistema gracias a la actividad de estos animales. La conservación de este sistema dunario no solo disminuiría la pérdida de biodiversidad de fauna y flora nativa de los ambientes dunarios de Chile (Ramírez 1992, San Martín *et al.* 1992), sino que también mantendría las relaciones tróficas del sistema y permitiría la colonización y estabilización de las dunas por la vegetación.

Las dunas proveen valiosos servicios ecosistémicos como brindar una barrera física efectiva contra las inundaciones (tsunamis, grandes marejadas), biodiversidad, refugios y corredores biológicos de fauna, servicios culturales (turísticos y recreativos). También posibilitan la formación y el desarrollo de la laguna estuarina y permiten la formación de pequeños humedales estacionales sobre ellas (Molina 2003, Martínez 2008). Por otro lado, el componente paisajístico, arqueológico y cultural de las dunas litorales de Mantagua-Ritoque, permitiría el desarrollo sustentable (p. ej., ecoturístico) de la zona.

De manera similar, para determinar y seleccionar las áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos del Humedal de Mantagua, se utilizaron diferentes métodos para recopilar la información empírica y analizar las áreas relevantes. El trabajo incluyó una revisión de la literatura, análisis de datos espaciales e investigación de campo y experiencia del equipo consultor. De dichos análisis se discriminaron las zonas sensibles dentro del área de interés. Para determinar los valores biológicos de los sitios, se considerarán los datos de vertebrados y plantas vasculares puesto que existen datos adecuados y categorización de los estados de conservación. También en la selección de las áreas de biodiversidad se consignaron el carácter biogeográfico de las especies presentes (nativas, endémicas, introducidas y exóticas invasoras), de modo de obtener información útil para justificar los objetos de conservación y las medidas de protección (e.g. Santuario de La Naturaleza), manejo y restauración del ecosistema.

Determinamos cinco zonas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Tabla 20) para el Humedal de Mantagua, la mayoría coincidentes con la selección de los objetos de conservación que fueron espacializados en la Figura 74.

5.5.1.1. *Albufera*

Corresponde a una laguna costera que corre paralela al mar, inundando el valle de que se encuentra entre un importante cordón dunar estabilizado y la línea ferroviaria. La Albufera no se conecta directamente al mar, debido a la protección que ejercen las dunas costeras. Sin embargo, se conecta al estuario preferentemente en época invernal (por ser un estuario de barra cerrada) y cuando esta conexión se sostiene y la desembocadura del estuario se abre, recibe aportes de agua marina especialmente en condiciones de marea llenante.

La albufera presenta una alta riqueza faunística como zorros (*Lycalopex culapaeus* y *L. griseus*), quiques (*Galictis cuja*), que depredan sobre varias especies de micromamíferos nativos (e.g. *Abrothrix longipilis*, *A. olivaceus* y *Thylamys elegans*). La albufera contiene una alta riqueza de aves acuáticas como garzas (e.g. *Egretta thula*), huairavillo (*Ixobrychus involucris*), *Anas bahamensis* (pato gargantillo), *A. flavirostris* (pato jargón chico), *A. georgica* (pato jergón grande) y *A. sibilatrix* (pato real). La albufera provee variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos, conectividad hidrobiológica con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores.

5.5.1.2. *Vega Poniente y Oriente*

En la depresión más baja existente entre las dunas costeras y el campo dunar de Ritoque, se conforma una vega que se encuentra segmentada por la línea ferroviaria. Esta vega es alimentada directamente por precipitaciones, crecidas del estuario y posiblemente afloramientos de acuíferos. Por esta razón,

especialmente en época invernal es posible detectar pozas estacionales o anegaciones bastante importantes en este sector.

En este sistema registramos una variedad de aves como *Egretta thula* (garza chica), *Ixobrychus involucris* (huaravillo), *Himantopus mexicanus* (perrito), *Vanellus chilensis* (queltehue), *Gallinago paraguaiiae* (becacina), *Tringa flavipes* (pitotoy chico), así como anfibios (e.g. *Rhinella arunco*), quiques (*Galictis cuja*) y zorro chilla (*Lycalopex griseus*). Las vegas y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, conectividad hidrobiológica (e.g anfibios) con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, captura y almacenamiento de carbono, entre otros.

Tabla 20. Áreas relevantes de biodiversidad y servicios ecosistémicos del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Área Biodiversidad	Servicios ecosistémicos
Albufera	Cuerpo de agua costero superficial. Fuente alimento aves playeras. Conexión y corredor hidrobiológico para cuerpos de agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Captura y almacenamiento de carbono.
Vega Poniente y Oriente	Vegetación nativa y zonas húmedas saturadas (pantano). Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono.
Desembocadura del estuario	Cuerpo de agua costero. Fuente alimento aves playeras. Conexión y corredor hidrobiológico para cuerpos de agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Captura y almacenamiento de carbono.
Estuario Medio	Almacenamiento de agua. Biodiversidad. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Conexión y corredor hidrobiológico para agua interiores. Fuente alimento, refugio y reproducción aves acuáticas. Captura y almacenamiento de carbono.
Cabeza Estuario	Fuente alimento, refugio y reproducción aves y mamíferos acuáticos. Conexión y corredor hidrobiológico para agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas. Captura y almacenamiento de carbono. Servicios culturales (turísticos y recreativos). Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas.

5.5.1.3. Desembocadura del Estuario

La desembocadura del estuario o boca es el tramo que se encuentra sobre la playa inmediata. Arbitrariamente se utiliza como referencia de corte la línea ferroviaria para poder realizar comparaciones de su evolución en el tiempo. Esta desembocadura tiene una barra de arena que puede separar completamente al estuario del mar o conectarse parcialmente. Debido a la inexistencia de dunas en el sector, el mar también puede hacer ingresos durante pleamares, especialmente en sicigias, y/o por sobrepasos durante marejadas. Debido al volumen de agua del estuario, durante la época invernal, la desembocadura puede conectarse con la Albufera.

Esta zona corresponde a una marisma típica de la zona costera central de Chile, cuya laguna costera presenta una salinidad baja (menor a 20 ppm). En dichas condiciones dominan las especies *Typha domingensis* en la parte más húmeda (inundada) y por *Schoenoplectus californicus* y *Sarcocornia neei* en la zona más seca y alta de la marisma. En el estudio PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como un pajonal emergente dominado por *Thypha angustifolia* y *Schoenoplectus californicus*.

En la zona norte del estuario reconocemos las mismas especies de la zona anterior (*Schoenoplectus mucronatus*, *Sarcocornia neei*, *Juncus baticus*) pero en mayores coberturas y biomásas, gracias a una reja que las separa y disminuye la presión de consumo. En el sector aledaño a la Corporación Amereida encontramos también las mismas especies, dando cuenta de un continuo de marisma en el pasado que ha sido fragmentado históricamente hasta el presente.

En este sistema registramos una variedad de aves playeras y migratorias como *Calidris melanotos* (playero pectoral), *Calidris bairdii* (playero de Baird), *Calidris mauri* (playero occidental), *Charadrius collaris* (chorlo de collar), *Charadrius falklandicus* (chorlo de doble collar), *Charadrius modestus* (chorlo chileno), *Charadrius nivosus* (chorlo nevado), *Pluvialis dominica* (chorlo dorado), entre varios. La desembocadura del estuario y su vegetación ribereña proveen variados servicios ecosistémicos como captura y almacenamiento de carbono, provisión de biodiversidad, conectividad hidrobiológica (e.g anfibios) con el Humedal de Mantagua y cuerpos de agua interiores, servicios culturales y turísticos, entre otros.

5.5.1.4. Estuario Medio

Corresponde al cuerpo de agua principal del Humedal de Mantagua, tramo del estuario comprendido aguas arriba de la desembocadura y donde todavía es posible encontrar influencia marina. Siendo posible detectar variaciones centimétricas de marea y salinidad que revelan el aporte de aguas marinas.

El estuario medio alberga una variada fauna de vertebrados acuáticos, representada por 5 especies de anfibios y 10 especies de peces. También presenta una alta riqueza de aves acuáticas y migratoria como *Anas flavirostris* (pato jargón chico), *Anas georgica* (pato jargón grande), *Anas sibilatrix* (pato real), *Pluvialis squatarola* (chorlo ártico), *Calidris alba* (playero blanco), *Charadrius collaris* (chorlo de collar), *Charadrius modestus* (chorlo chileno), *Calidris pusilla* (playero semipalmado), *Charadrius alexandrinus* (chorlo nevado) entre varios otros.

El estuario medio y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua lluvia e infiltración de acuíferos menores, conectividad hidrobiológica con cuerpos de agua interiores, servicios culturales y recreativos, protección contra tsunamis y marejadas, captura y almacenamiento de carbono, entre otros.

5.5.1.5. Cabeza del Estuario

En este sector del Humedal de Mantagua, la influencia marina desaparece y el cuerpo de agua es principalmente afectado por el caudal del estero que lo alimenta. Este sector se encuentra ubicado a los pies del recinto La Posada del Parque, en la zona que sirve de vía de acceso de la actividad de los kayaks.

La cabeza del estuario corresponde a una marisma muy afectada por el pastoreo en las que aún permanecen, aunque muy consumidas, ejemplares de *Schoenoplectus mucronatus*, *Juncus baticus* y *Sarcocornia neei*. En el estudio PUC-UPLA (2015) se reconoce a esta zona como una marisma dominada por *Schoenoplectus mucronatus* y *Juncus baticus* en la parte alta y por *Sarcocornia neei* en la parte baja.

Esta zona del estuario alberga una variada fauna de vertebrados acuáticos, representada por una especie de mamífero (*Myocastor coipus*), las cuales tienen varias familias en el sector, 5 de anfibios y 10 especies de peces. También presenta una alta riqueza de aves acuáticas como *Bubulcus ibis* (garza boyera), *Gallinula melanop* (tagueta), *Pardirallus sanguinolentus* (Pidén), *Anas flavirostris* (pato jargón chico), *Anas georgica* (pato jargón grande), *Anas sibilatrix* (pato real), entre varios otros. La cabeza del estuario y su vegetación ribereña proveen de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua lluvia e infiltración de acuíferos, conectividad hidrobiológica con cuerpos de agua interiores, servicios culturales y recreativos, captura y almacenamiento de carbono.

5.6. Análisis de amenazas a nivel de cuenca

En Chile y en la Región de Valparaíso en particular, los trabajos que evalúan las amenazas, así como fuentes de presión que afectan la integridad ecológica de los humedales y de sus cuencas aportantes son escasos, y aunque existen algunos estudios para Mantagua (PUCV-UPLA 2015), falta relacionarlos e integrarlos con los objetivos de restauración y conservación del humedal a nivel de sus cuencas aportantes.

Este humedal y su cuenca aportante presenta también una riqueza de flora y fauna nativa importante, junto con una variedad de plantas introducidas, como la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Pino Insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalipto globulus*), Sauce Llorón (*Salix babylonica*) (CONAMA-PNUD, 2005). Este ecosistema se ha visto fuertemente perturbado a través de los años por distintas actividades, lo que ha provocado un daño progresivo a su flora y fauna. Para Iturriaga (2013) el matorral esclerófilo presente en el Humedal de Mantagua es la formación que necesita mayor grado de protección, seguida por la vegetación de las dunas y las praderas de la caja del estero.

Otras amenazas identificadas por esta consultoría y en trabajos previos (PUCV-UPLA 2015, Geoneyen 2020) para el Humedal de Mantagua y su cuenca aportante se comparan en la Tabla 21. En general, el estudio de los Sitios de Alto Valor identifica un mayor número de amenazas (27), seguidos por este trabajo (16) y Geoneyen (12). Esto se explica, en parte por la desagregación y agregación de las amenazas-presiones de los diferentes estudios. Así, por ejemplo, todos los estudios coinciden en identificar como amenazas la presencia de especies introducidas e invasoras, avance de la frontera agrícola, desarrollo de proyectos inmobiliarios, modificaciones al sistema hídrico, desarrollo de la infraestructura vial, depósitos de basuras y residuos, así como las actividades recreativas desreguladas (Tabla 21). Amenazas que se originan por la falta de conocimiento y conciencia de turistas y/o residentes sobre el valor ambiental de este ecosistema (Barraza & Ponce 2014).

Aparte del número de amenazas-presiones identificadas por los distintos estudios, el tratamiento y discusión de dichos elementos difieren. Así, por ejemplo, la presencia de especies invasoras es mencionada como una amenaza grave, sin mayor análisis sobre la repercusión sobre el sistema natural de Mantagua. Los humedales del país y sus cuencas aportantes están siendo afectados por una gran cantidad y variedad de amenazas, y particularmente el de Mantagua, que es uno de los sitios de alto valor para la conservación de la Región de Valparaíso (PUCV-UPLA 2015, Geoneyen 2020). Las amenazas identificadas para el Humedal de Mantagua han sido reportadas en un informe previo. Ahora detallaremos y nos concentraremos en las principales amenazas globales de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua:

Tabla 21. Amenazas y presiones a la integridad ecológica del Humedal de Mantagua y ecotopos asociados (Quintero, Región de Valparaíso).

Amenazas-Presiones	Sitios Alto Valor	Geoneyen	Este Estudio
Avance frontera agrícola	X	X	X
Prácticas agrícolas incompatibles	X	X	
Ganadería incompatible	X		
Pastoreo Incompatible	X		X
Uso de agroquímicos	X	X	
Urbanización		X	X
Desarrollo comercial e industrial	X		
Desarrollo infraestructura vial	X	X	X
Desarrollo hidroeléctrico	X		
Desarrollo turístico	X		X
Exploración y explotación petrolera	X		
Contaminación acústica		X	X
Contaminación de suelo y cuerpos de agua			X
Minería incompatible	X		
Descargas industriales	X		
Disposición residuos	X	X	X
Captación excesiva de agua	X	X	X
Prácticas riego incompatibles	X	X	
Desvíos y canalización de ríos	X	X	X
Manejo agua servidas	X		
Diques y tranques	X	X	X
Caza ilegal	X		
Extracción productos forestales	X		
Pesca deportiva	X		X
Tránsito vehículos	X		X
Especies invasoras	X		X
Incendios forestales	X		
Turismos incompatibles	X	X	X
Usos recreativos incompatibles	X		X
Tránsito peatonal	X		X
Fragmentación hábitat		X	X

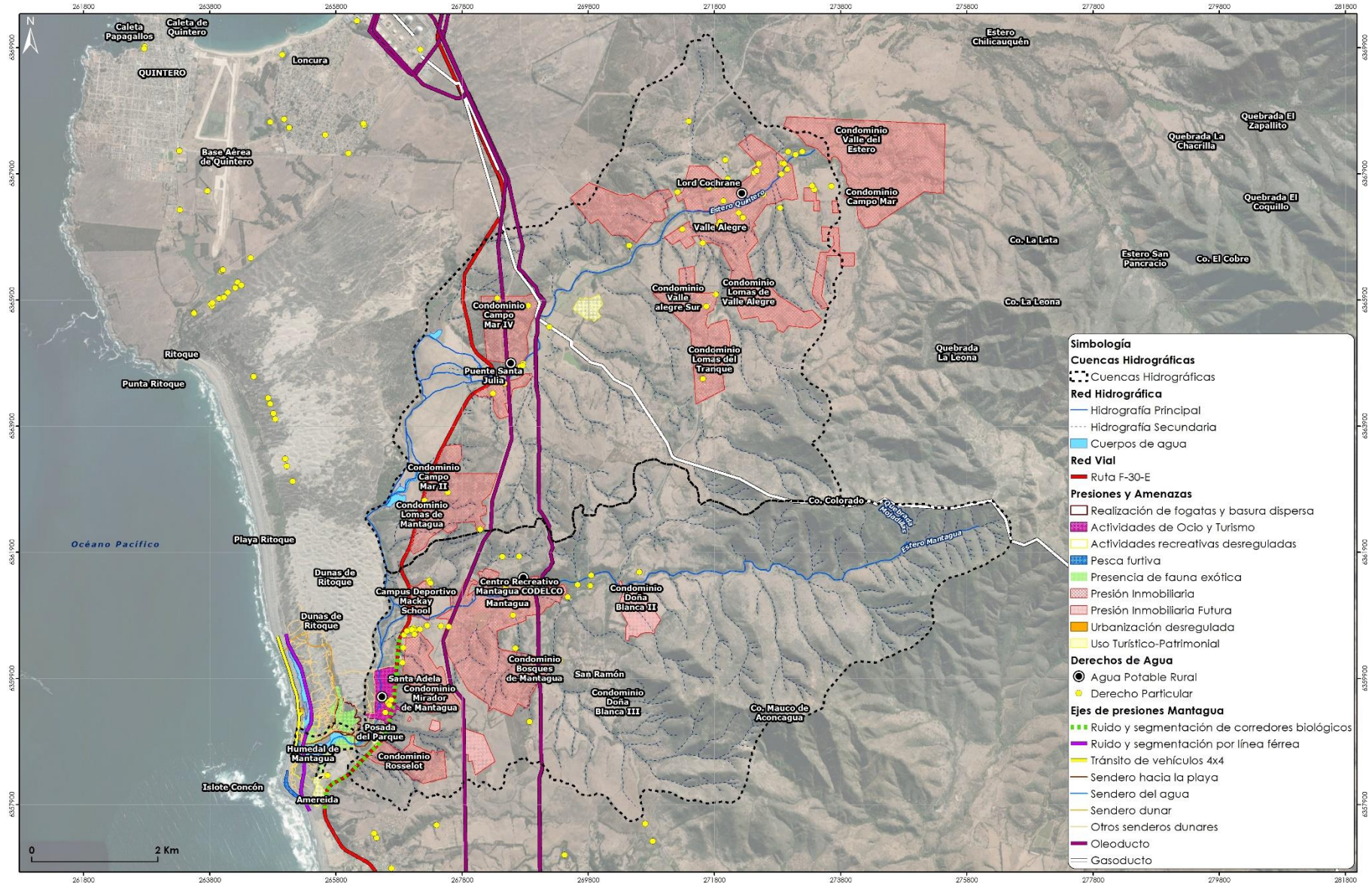


Figura 41. Mapa de amenazas de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes. Fuente: elaboración propia.

5.6.1. Modificación del sistema hídrico de la subcuenca

La pérdida de conectividad, fragmentación y degradación de los cuerpos de agua, que abarcan una superficie de 2,84 Km² (3,9%), en las cuencas aportantes es preocupante. Para el caso de la albufera, la línea férrea ha ocasionado la disminución de este cuerpo de agua y el hábitat disponible para alimentación y nidificación de varias especies de aves limícolas. La línea férrea fue emplazada en el álveo de este sistema, segmentándolo en dos cuerpos de agua que actualmente se encuentran bien diferenciados: a) lado poniente que mantiene las características de la albufera al mantener una conexión estacional con la desembocadura del estuario y el aporte de aguas marinas cuando el sistema se conecta al mar; y b) lado oriente que se degradó hasta transformarse en una vega que ocasionalmente se cubre de agua. Esto ocasionará una eutroficación progresiva de este sector de la albufera, una modificación de la vegetación del sector y una sucesión de sus comunidades (Mitsch & Gosselink 2007), pudiendo incluso secarse y desaparecer completamente bajo el escenario de menores precipitaciones por el cambio climático contemporáneo (Contreras-López *et al.* 2017).



Figura 42. Cercado del álveo de Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) a nivel del paso peatonal, que modificando las tasas de sedimentación y favorece la eutroficación de la parte superior de este sistema.

Para el caso del estuario medio, la presencia de un cercado en el álveo del humedal (Figura 42) está modificando severamente las tasas de sedimentación, alterando sus equilibrios hidrodinámicos, lo que puede observarse en la evolución que experimentan los perfiles de profundidad a lo largo del puente peatonal, inmediatamente aguas abajo del cercado.

Para analizar esto, en cada campaña de terreno realizada se procedió a medir con una regla graduada la profundidad del estuario en el puente peatonal en puntos establecidos por marcas notables del puente (Figura 43).



Figura 43. Puntos notables del puente peatonal utilizados para realizar el monitoreo semanal realizado en el estuario de Mantagua.

Los resultados de este monitoreo de la profundidad del estuario en el puente peatonal entre septiembre 2020 y febrero 2021 son mostrados en la Figura 44. Se puede observar que la evolución de las profundidades en las estaciones Pilar 10/Flotador 1, Flotador 2 y Caballete 1, son anormales y sistemáticamente más bajas que las estaciones de su entorno. Esto se explica por el cerco paralelo al eje del estuario en este sector. Se observa además el notorio descenso de la profundidad entre las estaciones Pilar 10/Flotador 1 y Flotador 6, lo que se explica por el cerco perpendicular al eje del estuario inmediatamente aguas arriba del puente.

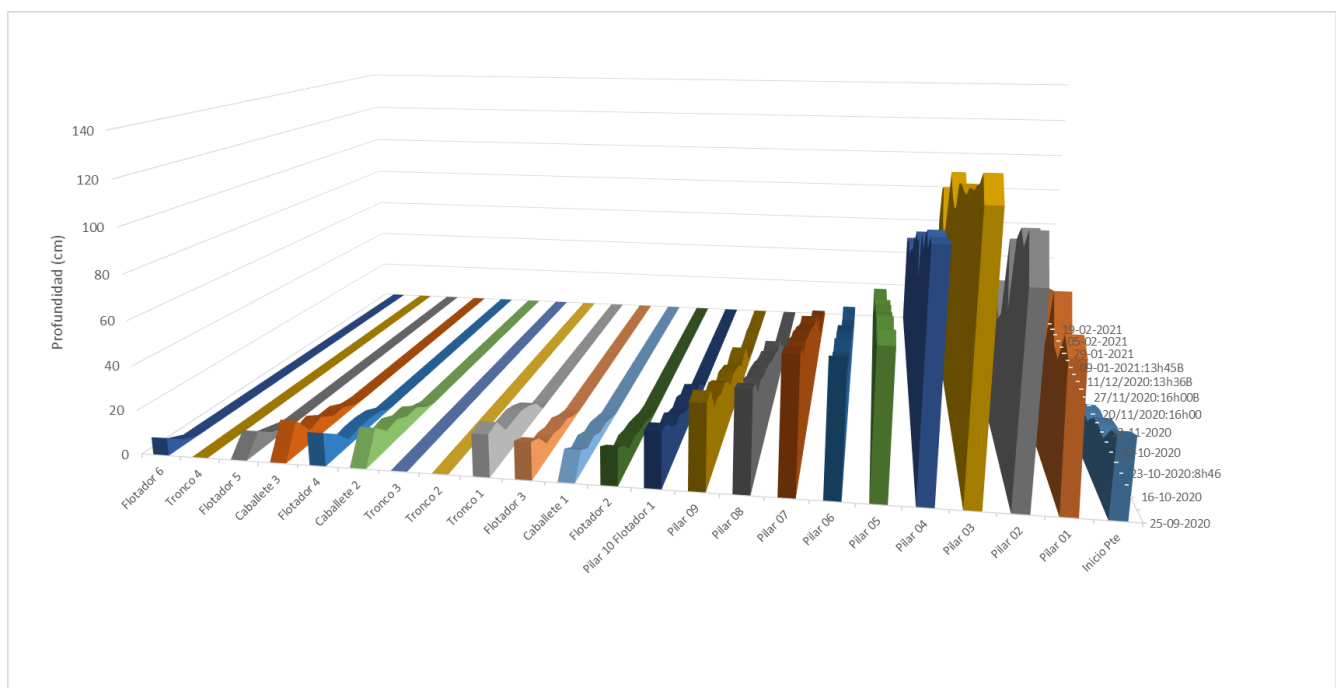


Figura 44. Evolución de la profundidad del estuario en las estaciones del puente peatonal entre septiembre 2020 y febrero 2021.

Por último, a lo largo de la subcuenca, los dos principales cursos de agua que alimentan el humedal sufren diversas modificaciones:

- Estero Quintero: principalmente con uso agrícola, presenta diversos tranques alteraciones de su flujo.
- Estero Mantagua: principalmente con uso habitacional (segundas viviendas y uso recreacional), presenta la existencia de múltiples punteras que realizan extracciones de agua a lo largo de su curso. Es notable observar que la extracción mayor para alimentar un estimado de $18 \times 9 = 162$ cabañas, extingue completamente el caudal del estero (Figura 45).



Figura 45. Sitio de extinción del caudal del estero Mantagua y sistema de cabañas construidas en base container. El agua es extraída mediante una puntera en el estero.

5.6.2. Urbanización

El aumento del número de personas que quieren vivir cerca del mar o en sectores naturales, ha favorecido enormemente el desarrollo y venta de proyectos inmobiliarios en la zona costera. Este es el principal motivo por lo que en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y otros humedales de Chile central (Bravo-Naranjo & Zuleta-Ramos 2019) reciben un gran número de presiones para su integridad ecológica.

La presión de urbanización (centros poblados, parcelaciones de segundas viviendas, centros turísticos y construcciones varias) en la zona de interés es alta. Ambas cuencas (Mantagua y Quintero) suman una superficie de 72,9 Km², donde casi el 14,4% (10,38 km²) de la superficie de las cuencas aportantes se encuentra construido o en proceso de urbanización. Las formas que asume la modificación de los ecosistemas por el medio construido dependen de las características físicas y sociales de los espacios circundantes, las formas de producción y el contexto sociopolítico en que suceden estos procesos (Angeoletto *et al.* 2015). De esta manera, la presión de urbanización va transformando progresivamente los ecosistemas mediante el cambio de uso del suelo, reducción de los niveles de agua de los acuíferos y en las zonas de recarga, deforestación, erosión e improductividad de los suelos, así como la pérdida de hábitat y la disminución de la biodiversidad (McInnes 2010, Hettiarachchi *et al.* 2014). En general, las presiones relacionadas con la urbanización para la zona de Mantagua, reciben una valoración de amenaza Muy Alto (PUCV-UPLA 2015).

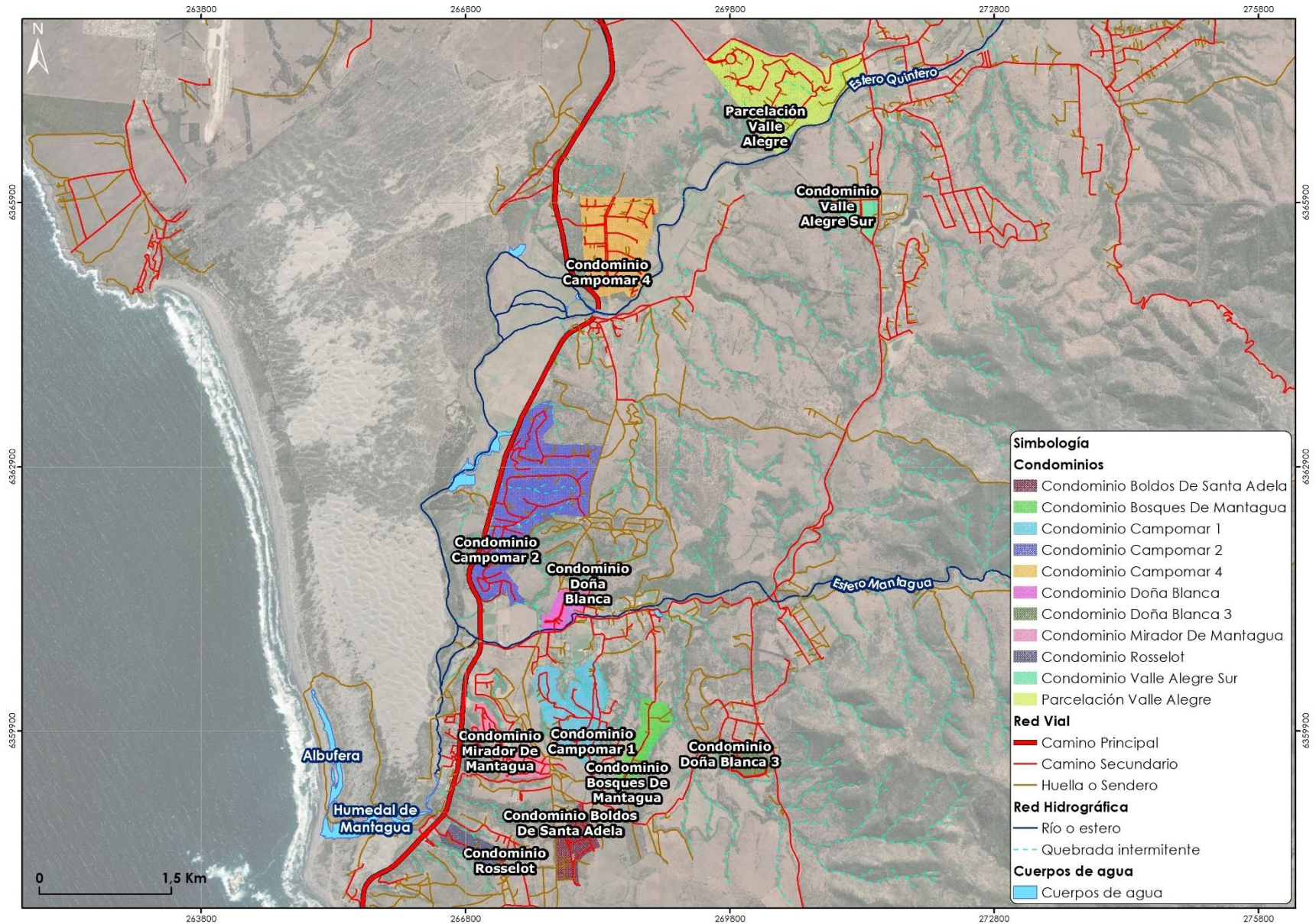


Figura 46. Centros urbanos consolidados y semi-consolidados en la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia en base a reconocimiento in situ, 2021.

5.6.3. Fragmentación y pérdida de hábitats

Las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua, conforman un mosaico de hábitats naturales y antrópicos en constante cambio. Por un lado, tenemos la fragmentación del paisaje por la presencia de cercos, obras viales y parcelaciones sobre la cuenca (Figura 21 y Figura 22), abarcan una superficie de 11,4 Km² (15,6% del área total) y por otro, la deforestación y reemplazo del bosque nativo por plantaciones de eucalipto y pinos (2,56 Km²) y zonas agrícolas (2,22 Km²), van progresivamente cambiando la fisonomía del paisaje de las cuencas aportantes. Hoy en día, la vegetación nativa (bosque esclerófilo y mixto) está dispersa en serie de fragmentos, que abarcan una superficie de 23,6 Km² (32,3%) dentro de una extensa matriz urbana-agrícola. Sin embargo, otros tipos de vegetación nativa (marismas, matorrales, vegetación de duna y vegas), que comprenden una superficie de 7,62 Km² (10,4%), son igualmente importantes porque contribuyen a la conectividad del sistema natural (bosques y esteros) y proveen refugio para una alta variedad de fauna nativa con problemas de conservación.

También la carretera y los caminos secundarios sobre las cuencas aportantes, han fragmentado los corredores biológicos y los hábitats disponibles para la fauna. La construcción de una doble vía en el sector, potencialmente, agravaría aún más esta presión, con el consecuente aumento de atropellos a la fauna nativa, que son particularmente altos en carreteras de alta velocidad y cercanas a humedales (Trombulak & Frissell 1999, Bravo-Naranjo *et al.* 2019b). El estudio PUCV-UPLA (2015) señala concordantemente como presión relacionada con el desarrollo urbano, el desarrollo no planificado de la infraestructura vial, pero en relación al uso del suelo. También hay que considerar, que las carreteras y caminos, facilitan el tránsito de vehículos y el exceso de visitación al humedal, contribuyendo a la fragmentación del paisaje, el aumento de la contaminación, la disminución de la oxigenación del suelo, la pérdida de flora y vegetación, el desarrollo de hábitat para especies dañinas y el aumento del efecto borde sobre los humedales y otras zonas naturales (Bravo-Naranjo & Zuleta-Ramos 2019).

Prueba de esta presión, es que este equipo consultor tuvo la oportunidad de realizar terrenos durante las restricciones asociadas a la pandemia COVID-19 (los primeros terrenos fueron realizados cuando la región se mantenía en confinamiento y existían controles sanitarios que desincentivaban el tránsito en las playas, el humedal y su entorno inmediato. Como consecuencia de ello fue posible constatar la presencia de múltiples especies, como las dos especies de zorros de Chile central (*Lycalopex culpaeus* y *L. griseus*), el chingue (*Conepatus chinga*), la güiña (*Leopardus guigna*) y la culebra de cola larga (*Phylodryas chamissonis*), entre otras especies nativas con problemas de conservación. Mientras que paulatinamente estas restricciones fueron disminuyendo (paso 2 confinamiento solo fin de semana, paso 3 sin confinamiento, situación actual: turismo desenfrenado), ya no es posible observar la presencia de estas especies en el humedal y su entorno.

5.6.4. Contaminación de suelos y cuerpos de agua

Uno de los mayores impactos antrópicos en los humedales y otras áreas naturales de la cuenca como esteros, quebradas y bordes de los caminos, es la acumulación de residuos inorgánicos (plásticos, latas y botellas) y la basura orgánica (Derraik 2002), que además de contribuir a la degradación paisajística y la producción de malos olores, pueden ocasionar peligro de incendios, ser ingeridos por la fauna silvestre reduciendo su condición corporal y tasas reproductivas (Azzarello & Van Vleet 1987). Los desperdicios orgánicos (por ejemplo, papel confort usado o cáscaras de frutas no enterradas) y sobre todo los inorgánicos no reutilizables (como las botellas plásticas para bebidas y los envases plásticos de

productos alimenticios) conforman un grupo de contaminantes muy típicos de áreas naturales visitadas por personas con bajo compromiso en la conservación ambiental del entorno natural.

Así, las botellas plásticas para bebidas depositadas libremente en el suelo del área del humedal (Figura 47), pueden actuar como trampas para varias especies de entomofauna epígea, como las arañas (Araneae), escorpiones (Scorpiones) y escarabajos (Coleoptera). En un día despejado y con alta temperatura ambiental, el interior de una botella plástica alcanza más temperatura que la del medio circundante, provocando la muerte de entomofauna que quede atrapada. Esto se debe a que estos organismos son poiquiloterms/ectoterms, lo que les impide regular su temperatura de modo autónomo.

Figura 47. Presiones y amenazas a la entomofauna del Humedal de Mantagua. Fuente: Fotografías tomadas en terreno el 9/OCT/2020 por Christian Jofré Pérez.



Residuos aparentemente inofensivos como los hilos de un volantín, dejados en la zona de coipos del humedal, atrapó una lechuza que seguramente pereció en el lugar. Por otro lado, la amenaza de la basura orgánica tiene dos efectos sobre los cuerpos de agua de la cuenca: cambios en el equilibrio ecosistémico y contaminación de las aguas superficiales. El primero dice relación con la aparición de especies plagas o invasoras como lauchas y ratas, palomas y gorriones. La segunda produce eutroficación de los cuerpos de agua y aumento excesivo de la producción de algas. Por último, restos inorgánicos como los plásticos, al meteorizarse pueden incorporarse a la dieta de diversas especies asociadas al humedal.

Con respecto a la contaminación del cuerpo de agua, en el marco de los terrenos de este estudio, se implementó un monitoreo semanal de los parámetros: temperatura, pH, oxígeno y salinidad a lo largo del estuario. Estos parámetros fueron medidos sistemáticamente entre octubre 2020 y febrero 2021 en las estaciones mostradas en la Figura 48.



Figura 48. Estaciones de Monitoreo permanente de parámetros físico – químicos del Humedal de Mantagua.

Para interpretar los resultados se debe tener en cuenta que los valores normales de pH para el Humedal de Mantagua se encuentran entre 7 y 9 (PUCV-UPLA 2015, Tapia 2018). Los resultados (Tabla 22) revelan que en general estos valores fueron los encontrados entre octubre 2020 y febrero 2021 en el humedal, con algunas excepciones notables:

- Sector Albufera, generalmente presenta valores altos (en algunos casos superiores a 10), lo que se puede explicar por la presencia de viviendas irregulares que realizan sus descargas de aguas grises directamente a la albufera, manteniendo una fuente de contaminación permanente a este cuerpo de agua
- Sector desembocadura, presenta valores altos en concordancia con la instalación de campings no regulados en su ribera y en la playa.
- Estuario medio presenta valores anormalmente altos en sectores específicos asociados a un vertido contaminante detectado durante enero 2021.

Debido a la gran sensibilidad que tiene el parámetro potencial de hidrógeno a diferentes agentes químicos, orgánicos y contaminantes, es un excelente indicador de la ocurrencia de sucesos anormales. Por ejemplo, valores ácidos (inferiores a 7), se pueden explicar solo por la presencia de agentes contaminantes, mientras que valores muy básicos (superiores a 10), pueden ser explicados por la presencia de elevadas cargas orgánicas.

Tabla 22. Potencial de Hidrógeno (pH) registrado en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. En colores se marcan los valores anormales.

Estaciones	02-10-2020	23-10-2020: 8h46	23-10-2020: 16h30	13-11-2020	20-11-2020	20/11/2020:16h00	27/11/2020:10h25P	27/11/2020:16h00B	04/12/2020:13h10B	11/12/2020:13h36B	18/12/2020:13h15	09-01-2021:13h45B	13-01-2021	29-01-2021	02-02-2021	05-02-2021	12-02-2021	19-02-2021	20-02-2021
Kayak	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7,66	7,42	6,95	7,70	7,61	6,98	7,35	7,2	6,99	6,8	SD
Muelle Coipos	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7,72	7,85	7,29	7,63	7,81	8	SD	7,54	7,29	7,24	SD
Spartina	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	8,13	8,31	7,84	8,52	8,57	8,26	SD	8,04	7,57	7,84	SD
Inicio Pte	5,36	7,53	7,98	7,22	7,57	8,1	7,14	8,07	7,12	7,04	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 01	7,88	7,61	7,94	7,72	7,73	8,46	7,59	8,19	7,89	7,48	7,98	8,13	8,62	SD	SD	SD	8,04	7,63	SD
Pilar 02	7,89	7,73	8,03	7,83	7,8	8,44	7,70	8,25	8,04	8,23	8,01	8,39	7,87	8,54	8,41	8,27	7,78	7,67	5,44
Pilar 03	8	7,73	7,98	7,92	7,94	8,63	7,75	8,28	8,07	8,26	7,89	8,51	8,86	8,49	8,39	8,24	7,1	7,15	8,29
Pilar 03 prof	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 04	8,02	7,75	7,82	8,06	7,95	8,65	7,89	8,41	8,11	8,21	7,94	8,55	8,89	8,51	8,44	8,2	7,78	7,94	8,35
Pilar 04 prof	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 05	7,97	7,76	8,01	8,03	7,96	8,63	7,87	8,38	8,1	8,3	8,05	8,57	8,91	8,5	8,44	8,19	8,05	7,97	8,43
Pilar 05 prof	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 06	7,88	7,72	7,87	8,12	7,98	8,67	7,85	8,19	8,18	8,35	8,27	8,65	8,89	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 07	7,94	7,74	7,95	8,17	7,99	8,66	7,84	8,17	8,04	8,4	8,31	8,63	8,42	SD	SD	SD	7,55	7,99	SD
Pilar 08	SD	7,73	7,65	8,16	7,89	8,55	7,69	8,01	8,07	8,02	7,79	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pilar 09	SD	7,63	7,9	SD	7,78	8,48	7,4	7,61	7,67	7,86	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pino Oriente	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	6,95	7,15	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Pino Poniente	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7,12	7,05	7,53	7,62	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Islote	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	9,26	SD	9,72	9,63	7,93	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Linea Tren Viento	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7,77	9,85	10,42	SD	SD	SD	10,01	10,25	SD
Puente Norte	SD	SD	8,13	8,52	8,9	SD	8,84	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	10,11	SD	SD	SD	SD
Puente Centro	SD	SD	SD	SD	SD	SD	8,30	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	10,14	10,17	9,5	10,12	10,28
Puente Sur	SD	SD	SD	8,58	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	10,16	10,13	9,93	10,14	10,37
Roca Sur	SD	SD	SD	8,97	SD	SD	SD	SD	SD	SD	8,98	10,18	10,54	10,61	SD	SD	10,25	10,10	10,24
Desembocadura Poniente	SD	SD	SD	8,77	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	10	10	9,99
Desembocadura	8,41	SD	8,46	8,71	9,11	SD	SD	SD	8,85	9,06	8,43	10,61	10,64	SD	SD	10,49	10,61	10,58	SD
Roca Norte	SD	SD	SD	8,74	9,2	SD	8,87	SD	8,9	8,6	7,44	10,42	10,71	10,72	SD	10,42	10,43	10,44	SD
Albufera Oriente	SD	SD	SD	10,54	10,4	SD	SD	SD	SD	10,24	10,13	9,68	9,6	10,06	SD	9,57	9,39	9,22	SD
Albufera Poniente	SD	SD	SD	10,34	10,31	SD	8,88	SD	10,57	10,42	10,07	9,44	9,2	9,62	SD	9,48	9,36	9,17	SD
Albufera	SD	SD	9,03	SD	SD	SD	SD	SD	10,79	SD	10,18	9,19	9,53	9,81	8,17	9,6	9,49	9,28	SD
PROMEDIO	7,7	7,7	8,1	8,4	8,4	8,5	8,0	8,2	8,4	8,2	8,2	8,9	9,0	9,0	8,8	9,1	8,8	8,8	8,7

Fuente: Elaboración propia.

El registro del parámetro de temperatura muestra el incremento estacional estival esperable para este cuerpo de agua, pero incrementado por la reducción del volumen de agua (Figura 49). Debido al elevado valor del calor específico del agua, cuando el volumen de agua es importante, se espera una amplitud térmica menor, y recíprocamente, cuando el volumen es anormalmente pequeño, la amplitud térmica se incrementa.

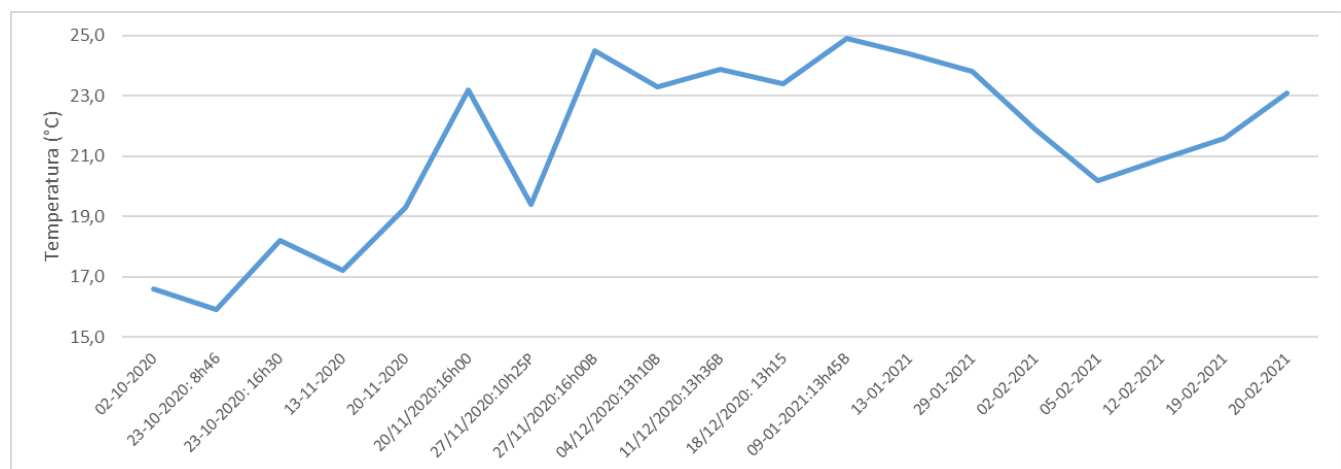


Figura 49. Evolución de la temperatura registrada en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

La evolución del oxígeno muestra la ocurrencia de dos peaks (Figura 50), el primero en noviembre de 2020, es completamente esperable para un humedal como Mantagua y se encuentra asociado a los procesos de eutrofización estacionales típicos de los humedales costeros de Chile central, mientras que el ocurrido en enero 2021, parece no tener una explicación natural.

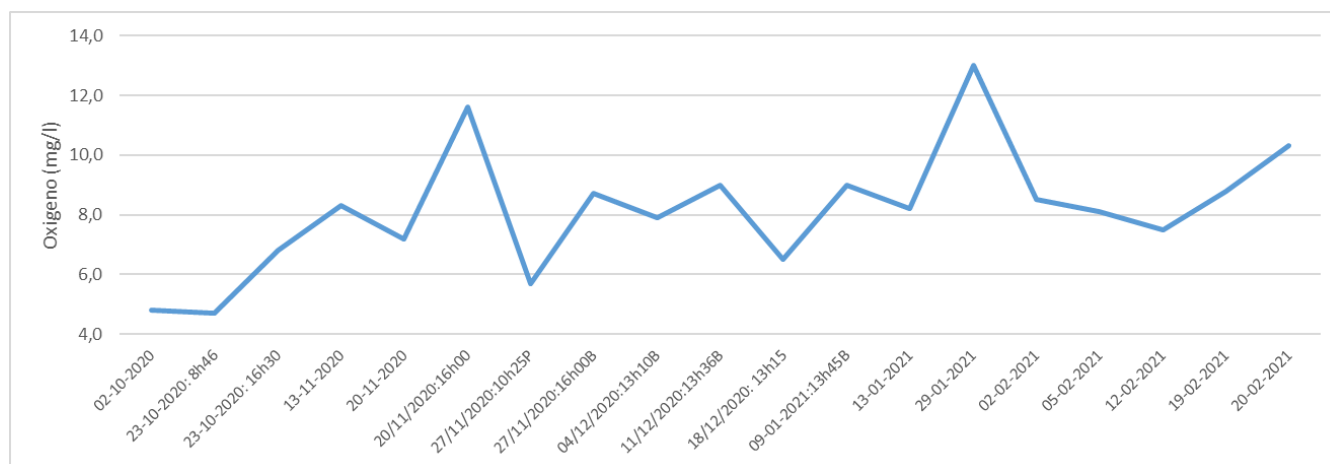


Figura 50. Evolución del oxígeno registrado en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

El registro de salinidad (Figura 51) muestra una drástica disminución de este parámetro en comparación con registros realizados en otras épocas del año, cuando la barra de la desembocadura se encuentra abierta (PUCV-UPLA 2015), pero se aprecian unas importantes elevaciones en enero y febrero que pueden estar marcando el ingreso de agua salina por sobrepaso de marejadas. La tendencia paulatina de aumento de la salinidad se explica por la evaporación del cuerpo de agua en la época estival.

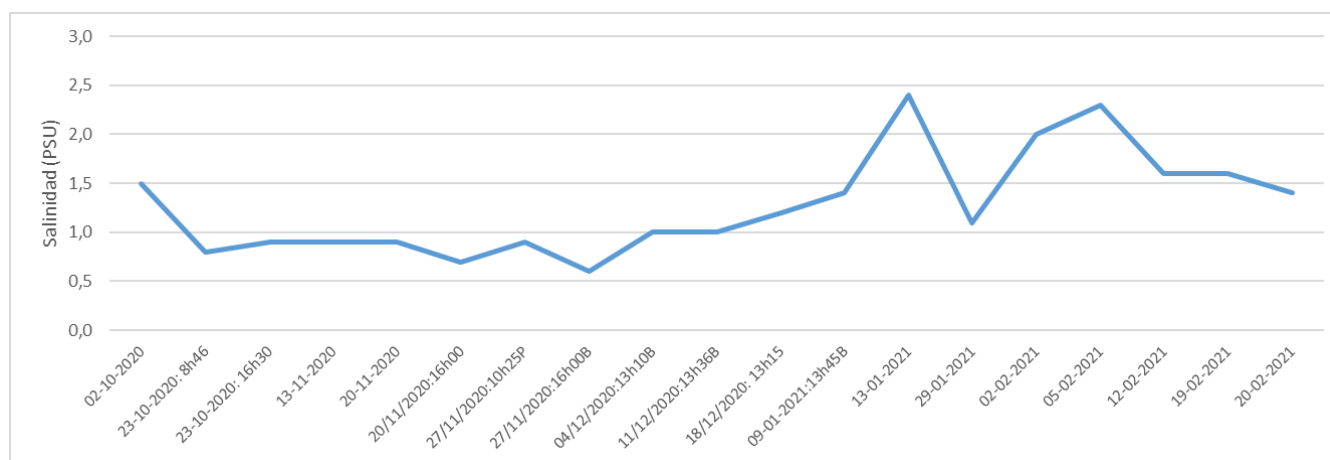


Figura 51. Evolución de la salinidad registrada en el Humedal de Mantagua entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

Durante el mes de enero y comienzos del mes de febrero 2021, se constató el vertido de sustancias contaminantes, atribuibles a la descarga de baños químicos y en forma paralela a lodos de una fosa séptica. Ambas acciones contaminantes parecen haber ocurrido en forma paralela. El vertido de baños químicos se realizó en varios puntos al interior del estuario medio del humedal, confirmándose 3 puntos de vertido (Figura 52), los que fueron advertidos durante la segunda quincena del mes de enero 2021.



Figura 52. Puntos de vertido de contaminantes identificados al interior del Humedal de Mantagua (5 Febrero 2021).

Se presume que los vertidos ocurrieron en forma reiterativa pues después de la denuncia inicial realizada el 20 de enero, en la inspección del día 29 no se apreciaban nuevos vertidos y el día 5 de febrero se pudo constatar un nuevo vertido en los puntos de descargas 1 y 2 que habría ocurrido la noche del 4 de febrero de 2021. Una revisión de antecedentes muestra que el 13 de enero ya había ocurrido un vertido en el Punto 2 (Figura 53). Mientras que una imagen del 3 de enero 2021 muestra un vertido en el punto de descarga 1 (Figura 54).



Figura 53. Vertido detectado el 13 de enero 2021 en el punto de descarga 2. Fuente: Cristián Larraguibel.



Figura 54. Puntos de descarga que se aprecian en video vuelo drone realizado por Posada del Parque el 3 de enero 2021. Los puntos señalados en naranja han sido verificados en terreno, mientras que los marcados en azul no han podido ser visitados.

Paralelamente, el día 2 de febrero se pudo apreciar un aumento en el fango que se encuentra bajo el puente de la línea férrea y el día 5 de febrero un inusual incremento de este fango, ambas mediciones acompañadas de elevados valores de pH (Tabla 22). El vertido de lodos debajo de la línea férrea es afectado por la acción de mareas al interior del estuario lo que promueve su rápida dispersión en todo el estuario medio y provoca malos olores y cambio de coloración en el cuerpo de agua. No hay evidencia que los lodos de estas fosas tengan algún químico acompañante, tratándose así solo de fecas humanas. En cambio, el vertido de baños químicos es acompañado de un líquido azul y otro oscuro, con pH ácido (inferior a 7), lo que provoca la muerte de la vegetación inmediatamente circundante al punto de vertido. Sin embargo, su bajo volumen y baja capacidad de dispersión circunscriben la contaminación a los puntos de vertido (Figura 55).



Figura 55. Muerte de vegetación en las inmediaciones del punto de vertido 2, 20 de febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

Estos antecedentes se pueden interpretar de la siguiente forma (Figura 56):

- En una fecha no precisada antes del 3 de enero 2021, se realizaron al menos 3 y posiblemente 6 vertidos de baños químicos en el interior del álveo del humedal en el sector estuario medio, uno de los cuales ocurre en el punto 1. Debido a los químicos para controlar olores y lo puntual de este tipo de descargas y su baja capacidad de dispersión, estos vertidos pasaron inadvertidos.
- En una fecha no precisada entre el 9 y 12 de enero 2021, se realiza un nuevo vertido en lo que se denomina punto 2.
- En una fecha no precisada entre el 13 y 20 de enero 2021, se realiza un vertido de lodos de fosas sépticas en las inmediaciones de la vía férrea. Debido a los olores y su alta capacidad de dispersión, este vertido llamó la atención y motivo la identificación de todos los vertidos que estaban ocurriendo.
- En una fecha no precisada entre el 2 y 4 de febrero se realiza un nuevo vertido de lodos de fosas sépticas en las inmediaciones de la vía férrea.
- La noche del 4 de febrero de 2021, se realiza un nuevo vertido en los puntos 2 y 3.

Este evento de contaminación del humedal revela la importancia de mantener una fiscalización permanente que impida la ocurrencia de situaciones similares en el futuro y agrega una oportunidad de restauración que no estaba contemplada en los análisis iniciales.



Figura 56. Puntos de vertidos identificados en el Humedal de Mantagua, durante enero y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

5.6.5. Contaminación Acústica

Esta amenaza no ha sido suficientemente evaluada en los humedales y sus cuencas aportantes, así como en otros ecosistemas naturales del país. Para el caso del Humedal de Mantagua, la presencia humana próxima al borde costero es notoria, particularmente de la carretera y de la vía férrea (Figura 57) que lo cruza en la parte superior e inferior de humedal, ocasionando además de la contaminación acústica, la fragmentación y pérdida de hábitats en la zona de interés.



Figura 57. Contaminación acústica del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso). Se observa el tránsito del tren que frecuentemente cruza la vía férrea sobre el estuario y parte de la vegetación azonal del humedal.

La contaminación acústica en la cuenca parece estar concentrado en la zona del humedal, que es generada por el tránsito vehicular y ferroviario (Figura 57), que representa uno de los factores que mayores impactos ecológicos causan a la fauna en zonas naturales (Forman & Alexander 1998), ya que produce varios efectos como el desplazamiento, reducción de áreas de actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a reducción o pérdida de la audición en poblaciones animales y humanas, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, entre otros (Buxton *et al.* 2017). Por otra parte, la existencia de la base aérea de Quintero y los aeródromos de Viña del mar, propician el tránsito de naves aéreas que cuando sobrevuelan el área a baja altitud, incrementan el ruido. La reducción del ruido en humedales y áreas protegidas por regulación de la velocidad del tráfico rodado y otras medidas han permitido, por ejemplo, que tanto aves endémicas como migratorias salgan con mayor tranquilidad a merodear y buscar alimento, mientras que polinizadores, como las abejas, pueden realizar de una mejor manera su vital función (Arroyave *et al.* 2006).

5.6.6. Actividades recreativas desreguladas

Las actividades recreativas en el Humedal de Mantagua son numerosas y variadas (Figura 58), como las actividades de Parapente/Sky en albufera. Esta afecta notoriamente al ensamble de aves que se reproducen en ellas, así como en la presencia de aves migratorias, disminuyendo sus hábitats de forrajeo y reposo, aumentando sus niveles de estrés, provocando su desplazamiento y alimentación a sitios con menor abundancia de presas (Burger 1986), aumentando de este modo la competencia por los recursos del humedal y la vulnerabilidad a la depredación (Leung & Marion 2000).

Por otro lado, los campos dunarios de la Región de Valparaíso, en especial los de Concón-Quintero por su ubicación cercana a la ciudad, son muy codiciados para realizar actividades deportivas como motocross, así como jeepeo por vehículos de doble tracción como cuatrimotos, buggies, jeeps y camionetas. Estas actividades que se hacen con vehículos particulares, arrendados o bajo alguna forma de turismo local (ofertando el realizar Off Road 4x4 en las dunas de Ritoque) está prohibida por

ley a través de la Orden Ministerial N.º 2 del 15 de enero de 1998, Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional, República de Chile.

La aparición y proliferación de múltiples senderos y huellas tanto en la duna como en las inmediaciones del humedal (Figura 58), donde transitan todo tipo de vehículos, se realizan cabalgatas, paseos a pie y se trasladan animales de ganado; todo lo anterior sin ninguna regulación, fiscalización ni una estimación de carga de sistema es una fuente permanente de disturbio a la fauna. Por otra parte, el tránsito de vehículos todo terreno y el exceso de visitación, no sólo ocasionan la fragmentación del paisaje, sino también destruyen el hábitat de la entomofauna nativa como *Cnemalobus* sp. (Coleoptera: Carabidae), perteneciente a un género que posee actualmente cuatro especies en categorías de conservación: una Vulnerable, dos En Peligro y una En Peligro Crítico; así como un aumento de la contaminación, la disminución de la oxigenación del suelo, la pérdida de flora y vegetación, el desarrollo de hábitat para especies dañinas y el aumento del efecto borde sobre los humedales (Bravo-Naranjo & Zuleta-Ramos 2019). También el tránsito de vehículos y personas por la playa y dunas, además de ocasionar molestias a la fauna, destruyen las áreas de nidificación y alimentación de varias especies de aves (ROC 2018), impactando fuertemente en el éxito reproductivo del pilpilén (*Haematopus palliatus*) y la becacina pintada (*Nycticryphes semicollaris*), especies que tienen programas de conservación internacional (Senner *et al.* 2017).

Los impactos de los vehículos motorizados en el humedal no se restringen al campo dunario. Así, en las inmediaciones y en el interior de la laguna, donde existe una zona terrestre que sostiene comunidades de totora (*Typha domingensis*), trome (*Scirpus californicus*) y juncos (*Juncus* sp.), la circulación de vehículos provoca perturbaciones en aves, algunas de ellas nidificantes, así como en insectos epígeos y sus individuos en etapas inmaduras edáficas (de desarrollo bajo el suelo).

Por otra parte, aunque las Instalaciones deportivas y recreativas, así como la infraestructura para el ocio y el turismo, ocupan una superficie muy pequeña de la cuenca (0,55 Km²), existen numerosas parcelaciones y una creciente urbanización de la zona (9,78 Km²), que aportan al exceso de visitación del humedal y al deterioro de las pequeñas zonas naturales (quebradas, bosques nativos) de la cuenca. Por su cercanía a centros urbanos importantes, el humedal se convierte en un destino preferido para la realización de variadas actividades recreativas y económicas como: pesca deportiva y/o furtivos, campings informales y deportes motorizados, así como el arriendo ilegal de sitios, entre otros. Concordantemente, PUCV-UPLA 2015, señalan como presiones sobre el humedal y la cuenca, el turismo no regulado y actividades recreativas incompatibles. Estas presiones reciben una valoración de amenaza Muy Alto (PUCV-UPLA 2015).

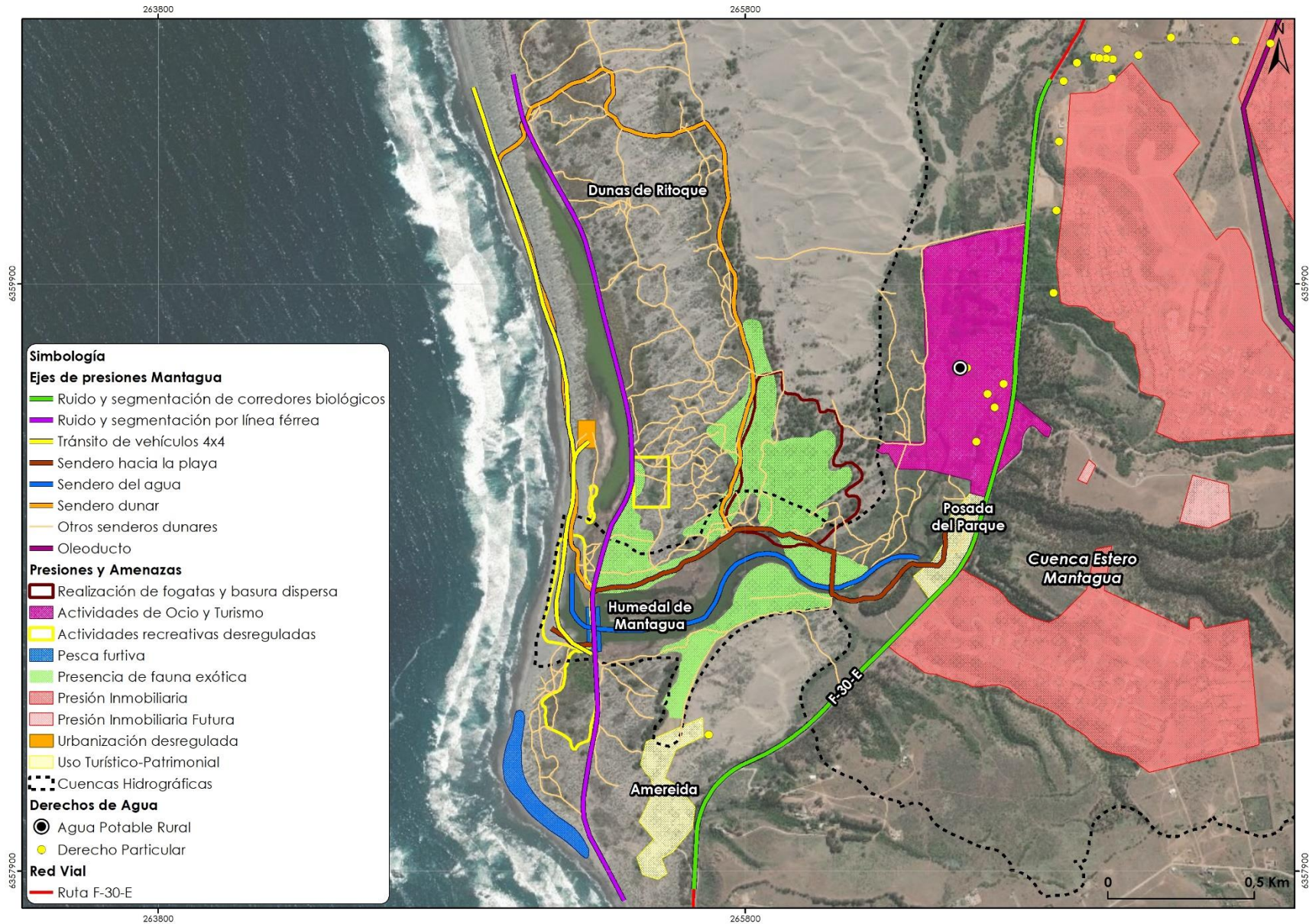


Figura 58. Presiones y amenazas sobre el Humedal de Mantagua. Se demarcan los sitios donde se desarrollan actividades de ocio-turismo desregulado y los senderos que fragmentan la duna y permiten el ingreso al humedal. Fuente: elaboración propia.

5.6.7. Especies exóticas e invasoras

El número de vertebrados introducidos en el Humedal de Mantagua y su cuenca aportante es alta (26). Aparte de los roedores mурidos (*Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *R. rattus*) que infectan los humedales cercanos a centros poblados, podemos observar la presencia de perros, gatos, lagomorfos (conejos y liebres), así como de ganado doméstico (Figura 59) y algunas aves como palomas y gorriones en diferentes zonas naturales como marismas, playas, vegas y fragmentos de bosque nativo.



Figura 59. Ganado forrajear en los pastizales del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Perros y gatos han sido sindicados como depredadores de la fauna nativa de los humedales, particularmente de Aves (Bravo *et al.* 2019, Spotte 2014). Si bien, uno de los servicios ecosistémicos de los humedales, es la provisión de agua para el ganado doméstico, su presencia en los humedales también tiene múltiples consecuencias para la biodiversidad y el ecosistema (Davidson *et al.* 2017). Así, por ejemplo, el pastoreo del ganado en los humedales, donde los animales se congregan para beber, pastar y evadir las altas temperaturas (Belsky *et al.* 1999), no sólo ocasiona una modificación en la riqueza y estructura de la vegetación nativa por sobrepastoreo (Andresen *et al.* 1990), sino también varias y diversas perturbaciones a la avifauna (Belanger & Picard 1999, Richmond *et al.* 2012) y a las comunidades de invertebrados de los humedales (Scrimgeour & Kendall 2003).

La presencia del pez chanchito (*Australoheros facetus*) en el Humedal de Mantagua (Ibáñez & Sepúlveda 2020) es preocupante por su carácter invasor en otras latitudes (Iriarte *et al.* 2005, Ribeiro *et al.* 2007), lo que podría ser una amenaza relevante para la fauna acuática de la zona, dado que depreda principalmente sobre otros peces nativos como la lisa (*Mugil cephalus*) y la lamprea de bolsa (*Geotria australis*). Una situación similar se ha descrito para la carpa (*Cyprinus carpio*) que depreda sobre aves y peces nativos, modifica la biomasa y diversidad de macrófitas, invertebrados y zooplancton (Vilizzi *et al.* 2014, Maceda-Veiga *et al.* 2017). También, la presencia del sapo africano (*Xenopus laevis*) en los cuerpos de agua de Mantagua (Contreras-López & Figueroa-Nagel 2020) es alarmante por su carácter de especie invasora (Iriarte *et al.* 2005) y porque bajo las condiciones del cambio climático contemporáneo, esta especie invasora sale beneficiada por su mayor capacidad de adaptación y por la potencial ampliación de su rango de distribución (Ihlow *et al.* 2016).

En resumen, varias de las amenazas al Humedal de Mantagua, como el exceso de visitación, el ingreso de vehículos y el depósito de basuras en el humedal, son presiones que también acontecen en la cuenca aportante, aunque con diferentes grados de intensidad. Estas presiones a los sistemas naturales

de la cuenca contribuyen principalmente a la compactación y fragmentación del suelo, así como a la pérdida de cobertura vegetal. Sin embargo, estas presiones son todavía manejables y susceptible de revertir. Por ejemplo, a pesar de que los costos de trasladar la basura a otro lugar pueden ser más oneroso, esta presión se puede manejar antes que sea irreversible y recuperar el sistema hídrico que alimenta al Humedal de Mantagua. En cambio, la pérdida de cobertura vegetal podría tener un valor de amenaza muy alta, ya que los suelos que quedan compactos pierden la capacidad de regeneración vegetal, al modificarse las características físicas que impiden el desarrollo radicular de las plantas nativas (van Schouwen *et al.* 2012).

5.6.8. Uso de los Instrumentos de Planificación territorial disponibles y vigentes

En el área donde se ubica el Humedal de Mantagua sólo existe un Instrumento de Planificación Territorial Vigente, correspondiente al Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL). Además, el Plan Regulador Comunal (PRC) de Quintero no considera el área de Mantagua como parte de alguna zonificación, por lo que se entiende que esta área corresponde a territorio rural según lo establecido en la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (LGUC – OGUC). En cuanto al Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), éste se encuentra en proceso de actualización, cuyo último avance fue el 21 de febrero de 2017 con el segundo ingreso del Anteproyecto del Plan a la Evaluación Ambiental Estratégica. Finalmente, se reconoce la existencia de la Zona de Extensión Urbana ZEU B-44, Seccional Amereida, el cual se encuentra incluido dentro de la zonificación que establece el PREMVAL. El estado de los Instrumentos de Planificación Territorial aplicables al Humedal de Mantagua se encuentra en la Tabla 23.

Tabla 23. Instrumentos de planificación amparados en la LGUC. Área Influencia Humedal Mantagua.

Ámbito de acción del Plan	Nombre	Sigla	Estado	Publicación Diario oficial
Regional	Plan Regional de Ordenamiento Territorial	PROT Valparaíso	En Formulación Actualmente en proceso de EAE	-
Metropolitano	Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso	PREMVAL	Vigente	24/04/2014
Comunal	Plan Regulador Comunal de Quintero	PRC Quintero	Vigente	08/05/1984
Local	Plan Seccional "Parque Costero Cultural y Recreación", Zona Costera Ritoque (Amereida)	ZEU B-44	Vigente	14/01/1972

Fuente: GEF (2020).

5.6.8.1. **Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL)**

Para el Humedal de Mantagua el PREMVAL establece 3 Zonas de Extensión Urbana (Figura 60), incluyendo el Seccional Amereida, cuyas características principales son las siguientes:

- **ZEU-16:** Zona de Extensión Urbana cuyos usos permitidos son de equipamiento de clases de esparcimiento asociado a construcciones complementarias a la recreación que no generan metros cuadrados construidos, Servicios artesanales asociados a caleta de pescadores y Espacio Público. Prohíbe todos los usos no mencionados con anterioridad.
- **ZEU-2:** Zona de Extensión Urbana cuyos usos permitidos es Residencial, Actividades productivas inofensivas, Equipamiento de todas las clases a excepción de cementerios, bases militares y cárceles, Infraestructura de transporte, sanitaria y Espacio Público y áreas verdes. Prohíbe todos los usos no indicados con anterioridad y expresamente actividades productivas e infraestructura destinada a plantas de tratamiento de residuos sólidos y rellenos sanitarios.
- **Seccional Vigente (Área de Extensión Urbana ZEU B-44):** corresponde al denominado "Seccional Amereida" según lo dispuesto en la Resolución Afecta N°31-4-010 de 24 de abril de 1996 del Gobierno Regional de Valparaíso.

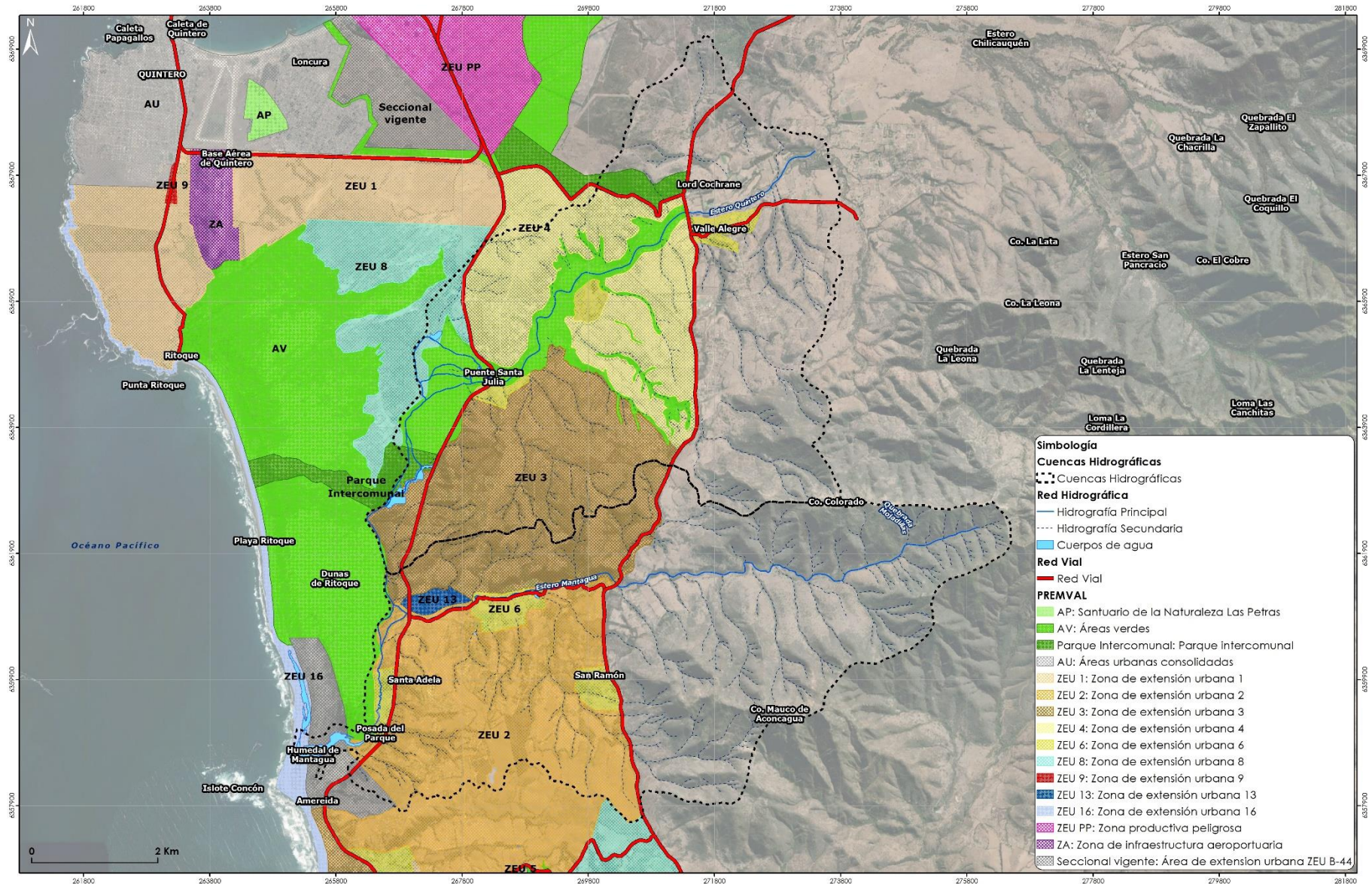


Figura 60. Zonificación del Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL) para la cuenca del Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia en base a MINVU 2014.

5.6.8.2. Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)

El Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), si bien se encuentra en proceso de actualización, establece en el Anteproyecto una Zona de Conservación de la Naturaleza (ZCN) en el área de ubicación del humedal (Figura 61), cuya función es incorporar todos aquellos ecosistemas marinos y costeros identificados en el marco de la Macrozonificación de Borde Costero de la Región de Valparaíso que, dadas sus características y condiciones ambientales, ecológicas, científicas, ecosistémicas y de biodiversidad, resultan de especial interés para su conservación.

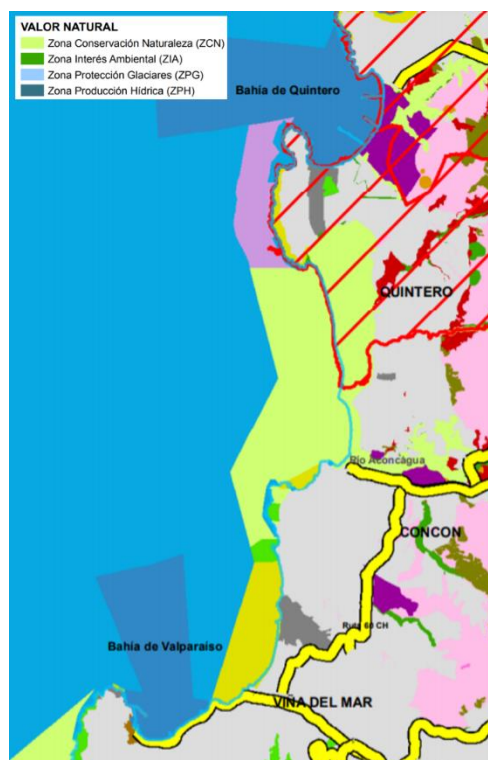


Figura 61. Extracto del Anteproyecto del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Fuente: Evaluación Ambiental Estratégica, 21-02-2017.

5.6.8.3. Macro zonificación uso de borde costero región de Valparaíso

La Macrozonificación de Borde Costero de la Región de Valparaíso tiene por objetivo la elaboración de un plan de ordenamiento territorial de los espacios costeros bajo un enfoque de sustentabilidad ambiental, social, económica y territorial, que permita generar condiciones favorables a la inversión, proporcionando estabilidad y certeza respecto del uso de los espacios contenidos en el borde costero regional. La elaboración del Plan comenzó el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica el 27 de septiembre de 2013 con el ingreso del Oficio Ordinario N°369 del Ministerio del Medio Ambiente y el ingreso del 1° Informe Ambiental del Plan, el cual fue observado con fecha 5 de noviembre de 2013. Cabe destacar que, en el portal oficial del proceso de EAE, no se registra un documento de respuesta a las observaciones planteadas, por lo que, con fecha 5 de enero de 2021 se ingresa el Oficio Ordinario N°5 del MMA donde se consulta sobre la continuidad en el proceso de EAE de este instrumento, cuya respuesta, entregada por Oficio Ordinario N°31/3205 del Gobierno Regional, señala que “en virtud de la recomendación instruida por el Ministerio de Defensa Nacional (...) a través del Of. Ord. N°5030 del 30 de octubre de 2019, respecto del diseño y aprobación de las zonificaciones de uso del borde costero

en el marco del procedimiento de EAE, orientada a que dichos procedimientos puedan aplicar la totalidad de las disposiciones normativas del reglamento para la EAE D.S. N°32 del 2015; **se ha determinado desistir del proceso de Evaluación Ambiental Estratégica del instrumento Macrozonificación de Borde Costero de la Región de Valparaíso.**"

5.6.8.4. Playa y terreno de Playa

En la desembocadura del Humedal de Mantagua se encuentra un sector de playa correspondiente a la extensión de la playa de Ritoque (por el norte) hacia la desembocadura del Río Aconcagua (por el sur). Según la normativa que regula el límite del terreno de playa frente a predios fiscales y privados, la línea de playa se encuentra en la línea de más alta marea, donde comienza el terreno de playa que abarca 80 metros desde la línea de playa (o más alta marea) hacia el interior. Según esto y considerando la presencia de predios fiscales, la playa correspondería a un Bien Nacional de Uso Público, el cual se define como "aquellos bienes nacionales cuyo uso pertenece a todos los habitantes de la nación, como calles, plazas, puentes, caminos, **el mar adyacente y sus playas**" (inciso segundo, Art. 589 del Código Civil). El problema radica en que, en la actualidad, no existe una delimitación clara de la línea de playa en el sector del humedal, más bien se ha dibujado una línea de playa a partir de una fotografía, lo cual corresponde a un error puesto que no se consideran las fluctuaciones en el nivel del mar, por lo que no es posible establecer con certeza la línea de alta y baja marea.

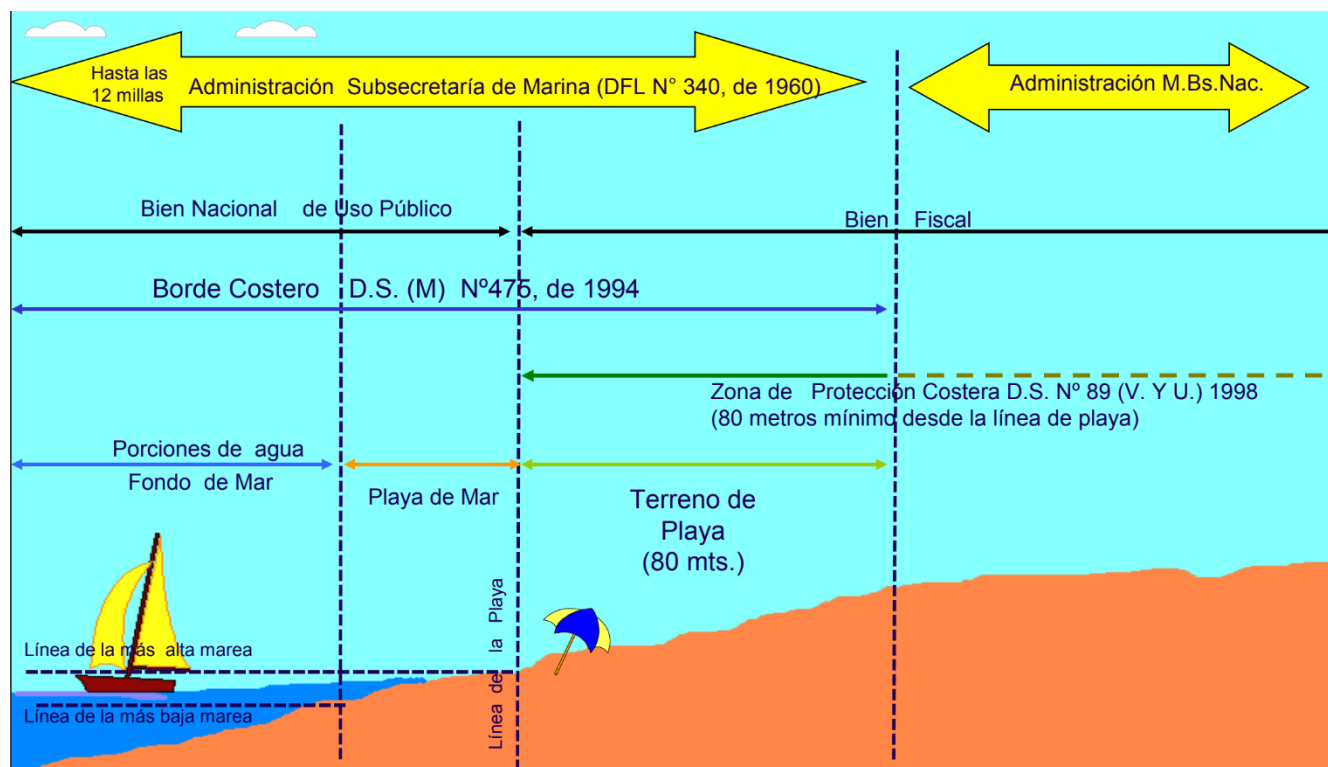


Figura 62. Normativas aplicables en terrenos de playa que colindan con terrenos fiscales. Fuente: Subsecretaría de Marina.

Según la normativa aplicable respecto a la regulación del terreno de playa, es necesario considerar las siguientes definiciones:

Fondo de mar, río o lago: Extensión de suelo comprendido desde la línea de más baja marea, aguas adentro, en el mar, y desde la línea de aguas mínimas en sus bajas normales, aguas adentro, en ríos o lagos. (Art. 1 N° 19, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Línea de las aguas máximas en ríos y lagos: Es el nivel hasta donde llegan las aguas en los ríos o lagos, en sus crecientes normales de invierno y verano. Para su determinación será aplicable lo establecido en la definición siguiente. (Art. 1 N° 20, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Línea de la playa: Aquella que de acuerdo con el artículo 594 del Código Civil, señala el deslinde superior de la playa hasta donde llegan las olas en las más altas mareas y que, por lo tanto, sobrepasa tierra adentro a la línea de la pleamar máxima. Para su determinación, la Dirección General del Territorio Marítimo, si lo estima necesario, podrá solicitar un informe técnico al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (S.H.O.A.) (Art. 1 N° 23, D.S. (M) N°2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Playa de mar: Extensión de tierra que las olas bañan y desocupan alternativamente, hasta donde llegan en las más altas mareas. (Art. 1 N° 30, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Playa de río o lago: Extensión de suelo que bañan las aguas en sus crecidas normales hasta la línea de las aguas máximas. (Art. 1 N° 30, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Porción de Agua: Espacio de mar, río o lago, destinado a mantener cualquier elemento flotante estable. (Art. 1 N° 31, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

Ribera: Línea divisoria entre el cauce o lecho de un río o lago, hasta donde lleguen las aguas máximas, y los terrenos colindantes. (D.S. (M) N° 660, Art. 1°, N° 32).

Terreno de playa: Faja de terreno de propiedad del Fisco sometida al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa, de hasta 80 metros de ancho, medida desde la línea de la playa de la costa del litoral y desde la ribera en los ríos o lagos. Para los efectos de determinar la medida señalada, no se considerarán los rellenos artificiales hechos sobre la playa o fondos de mar, río o lago. No perderá su condición de terreno de playa el sector que quede separado por la construcción de caminos, calles, plazas, etc. Asimismo, se considerará terreno de playa, la playa y el fondo de mar, río o lago, que haya sido rellenado artificialmente por obras de contención que permitan asegurar su resistencia a la acción del tiempo y de las aguas. Los terrenos de propiedad particular que, según sus títulos, deslinden con sectores de terreno de playa, o con la línea de la playa de la costa del litoral o de la ribera en los ríos o lagos, no son terrenos de playa. En aquellos títulos de dominio particular que señalan como deslinde el mar, el Océano Pacífico, la marina, la playa, el puerto, la bahía, el río, el lago, la ribera, la costa, etc., debe entenderse que este deslinde se refiere a la línea de la playa. (Art. 1 N° 38, D.S. (M) N° 2, del Ministerio de Defensa, D.O. de 20.04.2006).

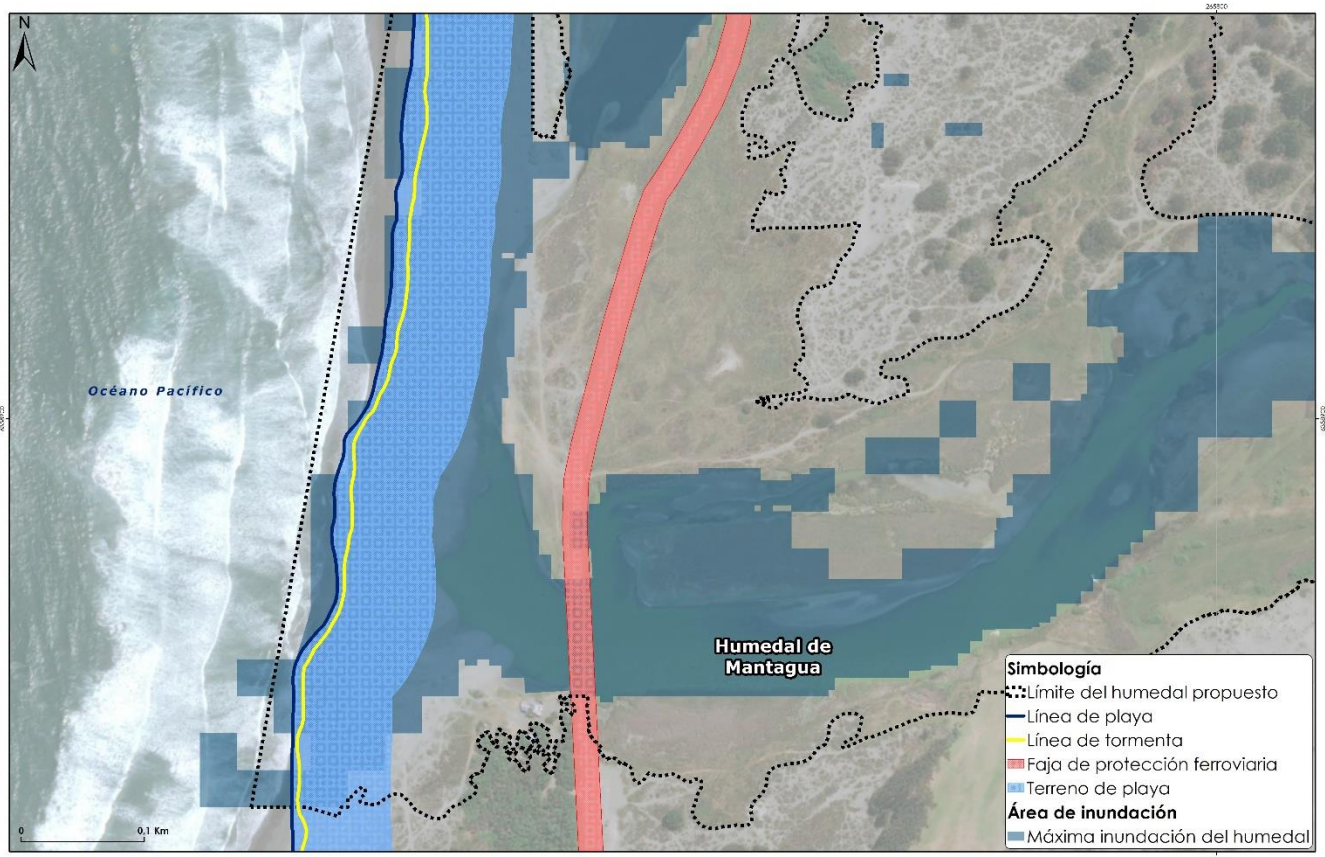


Figura 63. Gráfica de las normas aplicables al terreno de playa en el Humedal de Mantagua. Fuente: elaboración propia.

Por último, aun cuando el Humedal de Mantagua es un terreno rural, la expansión urbana de su entorno, la gran proliferación de parcelaciones y construcciones en sus alrededores (Figura 21) y la proximidad al Gran Valparaíso (Figura 64), una de las 3 más grandes con-urbanizaciones del país, lo convierten en un humedal periurbano. Es por esto que, se debe explorar la posibilidad de considerarlo en la nueva ley de humedales urbanos (Ley N°21.202).



Figura 64. Humedal de Mantagua en el sector de la desembocadura. De fondo se aprecian los edificios de las dunas de Concón, parte de Reñaca Alto y el sector norte de Viña del Mar, mostrando su proximidad a la con-urbanización Gran Valparaíso.

De esta forma, salvo el PREMVAL, el Humedal de Mantagua no cuenta con ningún ordenamiento territorial aplicable o que se encuentre plenamente implementado. Sin embargo, al ser un humedal costero, él se emplaza en una playa, terreno de playa y el fondo de un río (estuario y estero), todos los cuales son bienes nacionales de uso público, lo cual debe ser formalizado delimitando la línea de playa del sector y el área de máxima crecida normal del río (estuario y estero).

5.7. Conclusiones

5.7.1. Fauna

Varios estudios e informes contemporáneos destacan la biodiversidad del humedal (Muñoz *et al.* 1997, CONAMA-PNUD. 2005, Simeone *et al.* 2008; Iturriaga & De la Harpe 2012; PUCV-UPLA 2015, Geoneyen 2020) y tempranamente en 1822 María Graham en “Diario de mi residencia en Chile” destaca la gran presencia de aves y vegetación diversa presente en el humedal. Además, en el Humedal de Mantagua confluyen varios ecotopos bien diferenciados: albufera, desembocadura, estuario, esteros, duna rodeando todo y quebradas cercanas. Además, el ambiente de playa con potencial de explotación de varios recursos (*Mesodesma domacium*) y el islote Concón, que es un sitio de nidificación para varias especies de aves marinas (pingüino de Humboldt), configura un sistema natural de alta diversidad que debe ser protegido, conservado y restaurado.

En conclusión, estudios y los resultados de esta consultoría indican que la riqueza de vertebrados terrestres y acuáticos del Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes es alta. Destacan por su diversidad, abundancia y estatus las aves (161 especies) que correspondería a un 35% de la ornitofauna nacional. También este humedal destaca por la presencia de un ensamble de carnívoros (6) y rapaces (17 especies) nativos importantes, varios con problemas de conservación (5 carnívoros y 4 rapaces), lo que indica una adecuada integridad ecológica del sistema. La reciente descripción de *Myotis atacamensis* en la zona del humedal (Ibáñez Villaseca *et al.* 2019) viene también a relevar la importancia de este sistema para la conservación de la biodiversidad. El Humedal de Mantagua alberga una variada fauna de vertebrados acuáticos, representada por una especie de mamífero (*Myocastor coipus*), 5 de anfibios y 10 especies de peces. Por otro lado, cabe mencionar que el número de especies introducidas en el humedal y ecotopos adyacente es alto (16), destacando la presencia de dos especies invasoras: el sapo africano (*Xenopus laevis*) y el pez chanchito (*Australoheros facetus*) lo que sugiere un deterioro progresivo de sus comunidades acuáticas. Aún así, la composición y distribución de los vertebrados es relativamente alta y variada entre los distintos sistemas. Esto sugiere que a pesar de las presiones antrópicas detectadas amenazan su biodiversidad, el humedal tiene el potencial de restauración pasiva de varios de sus elementos naturales, si se quitan o mitigan las presiones, nuevamente debería recuperarse e incluso aumentar la biodiversidad del sistema. Hay que considerar, además, que a pesar de su pequeño tamaño, el Humedal de Mantagua puede albergar una biodiversidad comparable a humedales más grandes, tal como se constata en la Región de Coquimbo (Zuleta *et al.* 2019) y ofrece las condiciones adecuadas para albergar un sinnúmero de vertebrados y flora nativa.

En cuanto a la entomofauna, las observaciones preliminares de las muestras obtenidas confirman la existencia de una entomofauna epigea típica de ambientes dunarios (e.g.: *Praocis* sp.) y de matorral (e.g.: *Nycterinus* sp.). El método de captura entomológica mediante trampas de intercepción (*pitfall*) demostró ser efectivo durante el período de muestreo. En menor proporción, pero igualmente efectivas, las trampas de colores (*pan traps*) para insectos voladores mostraron la presencia de Coleoptera

(especies florícolas), Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera. La clase Arachnida está representada por distintos órdenes y familias, destacando Araneae y Scorpiones.

Considerando el aislamiento natural y, además, el generado por las actividades antrópicas, no se descarta la presencia de elementos entomofaunísticos de interés biogeográfico y para la conservación de este humedal. Prueba de ello, la presencia exclusiva en el Humedal de Mantagua de *Callisphyris ficheti* (Coleoptera: Cerambycidae), otorga un valor de máximo endemismo a esta área.

Este levantamiento de la riqueza entomofaunística del humedal es, muy probablemente, uno de los escasos esfuerzos realizados para Chile central.

5.7.2. Flora

La flora del Humedal de Mantagua se presenta con claras diferencias en su dinámica temporal y composición de especies entre la parte alta (sobre la carretera) y baja (bajo la carretera) del humedal. En la parte baja dominan las especies halófitas propias de sistemas de humedales costeros de Chile central, mientras que en la parte alta la dominancia se da por formaciones vegetacionales representadas mayoritariamente de tipo matorral y bosque esclerófilo propios de la zona de secano costero mediterráneo de nuestro país. En términos de estado y conservación también hay diferencias entre la zona alta y baja en términos de que en la zona baja la continuidad de la vegetación de humedal costero y ribereña está interrumpida por alteraciones asociadas a la acción antrópica (pisoteo y pastoreo) pero también en la zona más costera (vega costera y desembocadura) por el efecto del oleaje y marejadas que han afectado esta zona en el último tiempo. Por su parte en la zona alta del humedal si bien en las zonas de poca pendiente casi toda la vegetación original ha sido removida en post de actividades productivas, desarrollo urbano e incluso recreativo, la cobertura de matorral y bosque esclerófilo en las quebradas mantiene un nivel de continuidad bastante adecuado y muy mayor a la continuidad deteriorada, ya mencionada, que se observa en la parte baja del humedal.

En términos de composición de especies, si bien en la parte baja, tanto por las observaciones en terreno como por los antecedentes revisados, la mayoría de las especies de plantas son cosmopolitas o de amplia distribución regional, no hay registros de especies de importancia especial para la conservación. En este tenor en la zona alta si bien la mayoría de las especies de plantas, arbustos y árboles son de amplia distribución, existen algunas excepciones de fragmentos de bosque esclerófilo original que aún persisten en la parte más profunda de las quebradas como es el caso del Belloto del norte (*Beilschmeidia miersii*), especie en categoría vulnerable que fue registrado en (UTM: 269699 E, 6361527 N). Por último, en las dunas, cercano a la línea férrea crece la herbácea *Oenothera grisea*, en Peligro Crítico de Extinción.

En cuanto a la interacción con otros componentes ambientales y entre la vegetación de la parte alta y baja del humedal cabe mencionar que, por una parte la función y representación de las características ecosistémicas de humedal costero propiamente tal (sistema estuarino regulado y regulador de la interacción entre la influencia marina y dulceacuícola en un terreno inundado temporal o permanentemente) siguen ocurriendo en la parte baja del humedal, a pesar de alto grado de intervención tanto antrópica como natural reconocidos, pero que este aspecto es fundamentalmente dependiente de la mantención de la cobertura especialmente en las quebradas de la zona alta, la cual asegura el mantenimiento del régimen hídrico de la cuenca para con la parte baja del humedal.

Por otra parte, en cuanto a la interacción con la flora, la parte de baja la vegetación aun sirve de refugio y hábitat para una serie de especies de vertebrados e invertebrados propios de los humedales costeros de Chile central, y por su parte la situación actual de la parte alta con la cobertura vegetal que se mantiene en las quebradas, asegura la provisión de corredores biológicos y la conexión para especies de fauna móvil entre la parte alta y baja del humedal.

En base a lo anterior es recomendable que para el caso de la vegetación por una parte implementar y promover medidas de manejo y conservación destinadas a recuperar la continuidad de la vegetación de humedal y ribereña de la parte baja del humedal y por otra parte que aseguren el mantenimiento de la cobertura de bosque y matorral esclerofilo aún presente en la parte alta del humedal.

5.7.3. Propuesta de delimitación del Humedal de Mantagua

La Propuesta de delimitación del Humedal de Mantagua se basa en consideraciones geométricas (topografía), el análisis de usos y coberturas del suelo, la identificación de áreas relevantes dentro del Humedal (incluyendo especies asociadas al humedal y áreas de servicios ecosistémicos) y la delimitación de la Intrusión salina del estuario.

El Humedal de Mantagua se conforma por un estuario de barra cerrada anexado a una laguna costera, es alimentado por la confluencia de dos esteros (Quintero y Mantagua) y posee además zonas de vega, que antiguamente formaron parte de la laguna costera (Albufera). Esta conformación indica que existe un equilibrio entre los tres principales agentes forzantes de este tipo de cuerpo de aguas: Oleaje incidente, Mareas y escorrentía fluvial. Sin embargo, como resultado de los efectos del cambio climático en la costa, en los últimos años, el oleaje incidente adquiere mayor importancia, alterando su dinámica y conformación histórica, por lo que el Humedal de Mantagua se encuentra experimentando cambios en su geometría que deben ser tomados en cuenta para su delimitación. Tomando en cuenta las clasificaciones clásicas de estuarios (Davis 1996, Dalrymple *et al.* 1992, Dyer 1997), se debe establecer claramente los tres principales componentes del estuario:

- La boca, que en este caso corresponde a una barra cerrada: que permanece cerrada gran parte del año, pero que estacionalmente se abre en invierno y además sufre periódicos sobrepasos debido a las marejadas. Se emplaza por lo tanto en el intermareal de la playa adjunta que es un bien nacional de uso público. Su límite administrativo debería ser la línea de más altas mareas, pero debido a los efectos de subsidencia de la zona por el ciclo sísmico, el alza del nivel del mar y el cambio en el régimen de oleaje debido al cambio climático antropogénico, esta línea de más altas mareas se encuentra en constante evolución, por lo que es necesario delimitar al humedal en el poniente por toda la playa adyacente a la desembocadura, tanto su intermareal como la barra de arena (Figura 65).

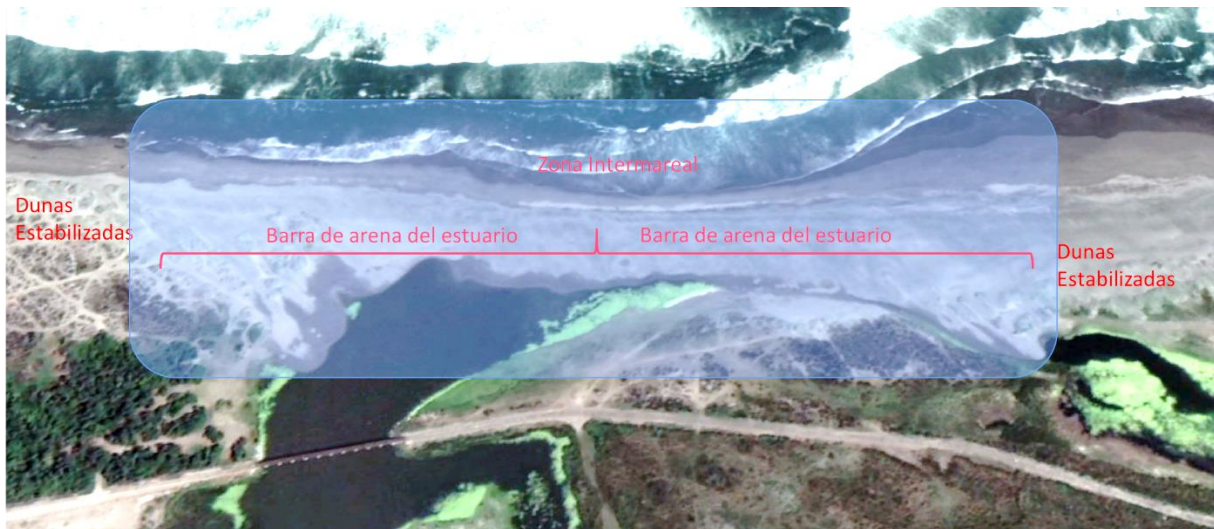


Figura 65. Delimitación poniente (con el mar) del Humedal de Mantagua. En azul se marca la zona que delimita el lado poniente del estuario.

Una prueba del dinamismo de este sector de la barra de arena, playa e intermareal es la dinámica de conexión / desconexión entre el estuario y el mar (Figura 15) y entre el estuario y la albufera (Figura 66). Pueden darse las situaciones:

- Los tres cuerpos de agua conectados entre sí (Mar – Estuario – Albufera).
- Estuario y Albufera conectados y ambos desconectados del Mar.
- Estuario conectado al mar y desconectados de la Albufera.

Las velocidades de separación de estos cuerpos de agua pueden alcanzar los 5 m /día (Figura 67).

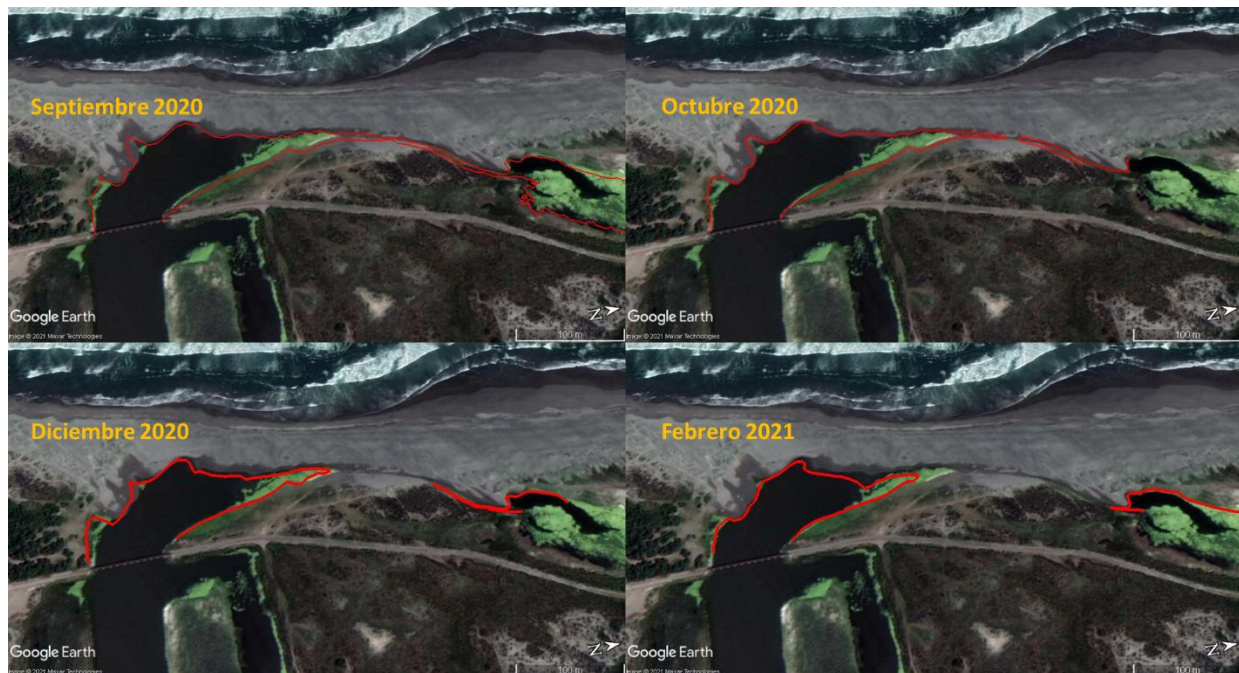


Figura 66. Evolución de la desconexión de espejos de agua desembocadura – albufera, Humedal de Mantagua entre septiembre 2020 y febrero 2021, fuente: Elaboración propia.

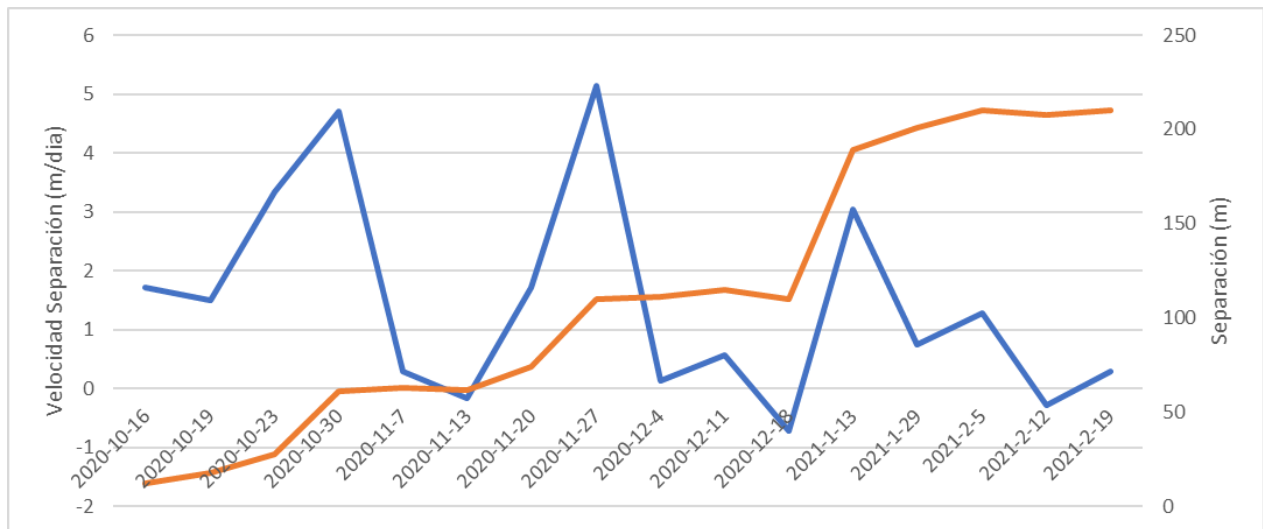


Figura 67. Evolución de la separación Desembocadura Estuario de Mantagua – Albufera entre octubre 2020 y febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

- El estuario intermedio o zona central, es el sector de menor energía donde se mezclan los factores del mar y epicontinentales (Figura 69). Al considerar que la desembocadura del estuario es la zona afectada principalmente por los agentes marinos, se puede considerar – arbitrariamente que este sector intermedio del estuario comienza en la línea del tren por el poniente y se extiende aguas arriba hasta que las mareas y salinidades son despreciables (Figura 69), en lo que se denomina cabeza del estuario. Nuevamente esta zona no es estable en el tiempo y depende de factores como el caudal de los esteros que alimentan el humedal. En la Figura 68 se muestra el límite oriente del humedal o cabeza del estuario, deducido a partir de un transecto a lo largo del eje central del estuario midiendo la salinidad.

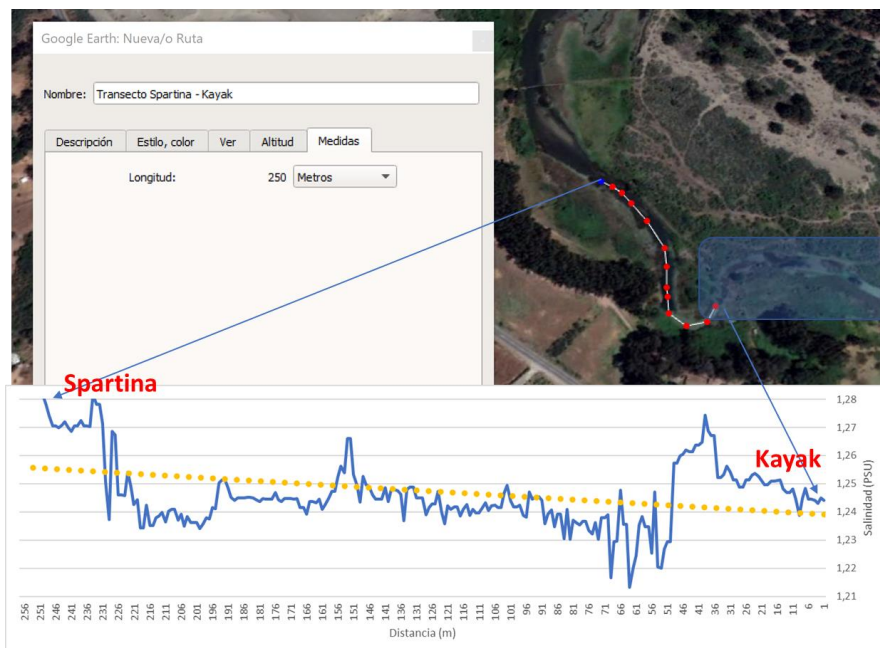


Figura 68. Delimitación oriente, confluencia de los esteros Mantagua y Quintero en base a la delimitación de la intrusión salina del estuario. En azul se marca la zona que delimita el lado oriente del estuario.

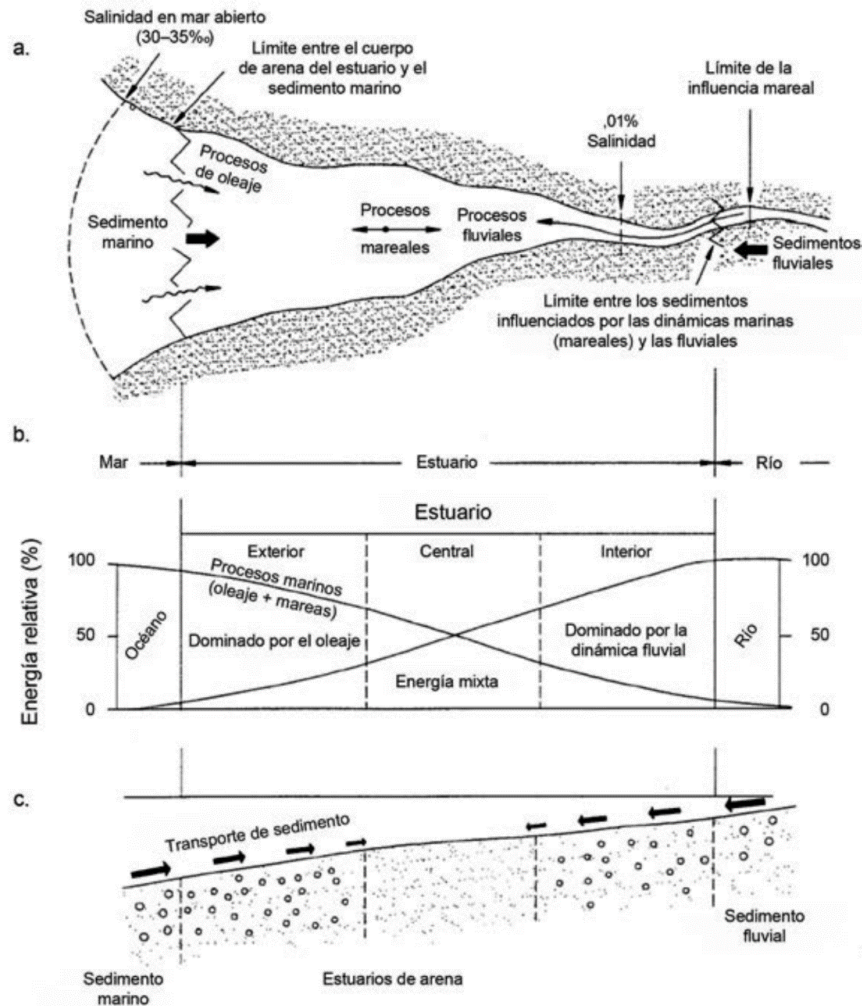


Figura 69. Nomenclatura clásica de estuarios. Fuente: Dalrymple *et al.* (1992).

- La laguna costera o Albufera, se encuentra delimitada naturalmente por el campo dunar (inunda un valle), pero ha sido fragmentada por la línea férrea que no tuvo ninguna consideración de comunicación hidráulica. Esto afectó el lado oriente de la laguna que se ha transformado en una vega estacional (Figura 70).

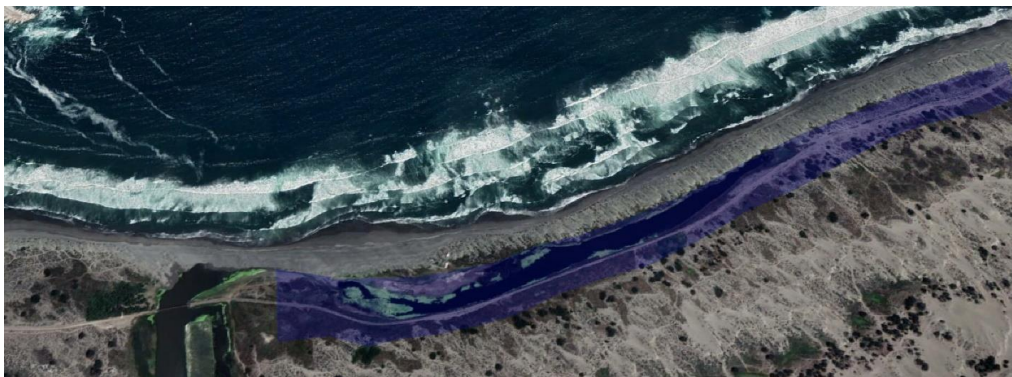


Figura 70. Delimitación albufera.

Así, la propuesta de delimitación del Humedal de Mantagua considera aspectos geométricos (topográficos) del estuario, los que son delimitados por el modelo de elevación digital del entorno del humedal, el alcance de la influencia de agua marina (la dinámica estuarina ampliamente reconocida en la literatura especializada) y el cruce con los alcances de los espejos de agua, fragmentos de vegetación y funcionalidad del humedal. El límite más estable en el tiempo y que responde a todos los factores mencionados parece ser la cota de 4 msnm, el que representa un área de 57 hectáreas que delimitan el estuario (desde la desembocadura o boca hasta la cabeza, e incluye la Albufera y vegas), delimitación que se muestra en la Figura 71.

Gran parte del área delimitada para el Humedal de Mantagua debería corresponder a bienes nacionales de uso público (playa, terreno de playa (sector desembocadura), fondo de lagos (albufera) y ríos (estuario medio), lo que debe ser ratificado con la Armada de Chile y el Ministerio de Bienes Nacionales para su formalización. Otra porción importante corresponde a la franja de 20 m de la línea férrea que pertenece a empresas estatales (sector vega) y porciones marginales se encuentran en el dominio de propiedades privadas.

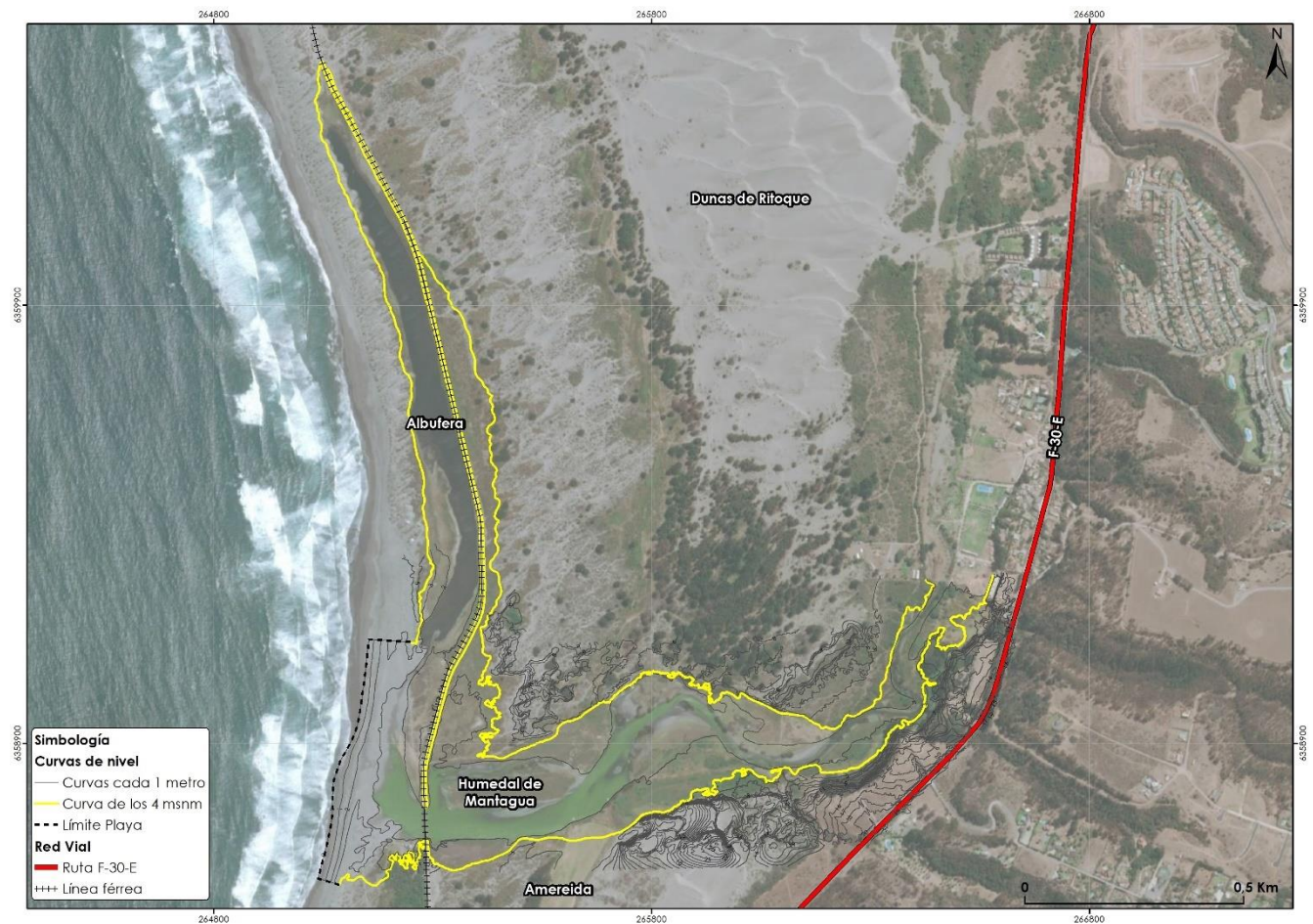


Figura 71. Delimitación propuesta para el Humedal de Mantagua (en amarillo). Se muestran las curvas de nivel cada 1 metro (en negro) obtenidas a partir del levantamiento aerofotogramétrico con dron para la totalidad del humedal. Fuente: elaboración propia.

5.7.4. Presiones y Amenazas

Con respecto a las presiones y amenazas identificadas en la subcuenca que sustenta el Humedal de Mantagua, se han identificado 7 grupos principales: a) Modificaciones sistema hídrico, b) Contaminación acústica, c) Urbanización, d) Fragmentación y pérdida de hábitats, e) Disposición de basura orgánica e inorgánica, f) Presencia de especies introducidas e invasoras, y g) Actividades recreativas desreguladas. Las que se han documentado ampliamente en los informes 1 y 2. Se destaca un evento de contaminación del estuario ocurrido durante enero y comienzos de febrero 2021, consistente en el vertido reiterado y en diferentes lugares del contenido de baños químicos y fosas sépticas.

6. Segunda Parte: Los resultados de las actividades necesarias para el cumplimiento del Objetivo Específico N°2

6.1. Revisar y seleccionar información de la infraestructura ecológica planificada para la región de Valparaíso.

Se revisó la cartografía asociada al estudio del año 2018 "Planificación Ecológica de la Infraestructura de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos y Programa Regional de Prioridades de Restauración Ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: Aplicación en la Región de Valparaíso" ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, donde se reconocen diferentes elementos del área de estudio en los resultados, los cuales se plantean de la siguiente manera:

- **Infraestructura Ecológica:** Identifica al Humedal de Mantagua como área núcleo y área de amortiguación al interior del ensamble de la infraestructura ecológica regional, sin embargo, el alcance de los polígonos identificados como área núcleo y área de amortiguación no cubren la totalidad del humedal en su desembocadura.
- **Objetivos Ambientales:** Identifica al Humedal de Mantagua y a la cuenca del Estero Mantagua como una zona de Restauración, en segunda prioridad de protección.
- **Requerimientos a los usos del territorio:** Identifica como prioritaria la preservación prioritaria de los humedales, incluyendo Mantagua, sin una delimitación de éstos. La indicación se señala como un punto georreferenciado.
- **Sensibilidad por Biodiversidad:** Identifica al Humedal de Mantagua y a la cuenca del Estero Mantagua como un área altamente sensible en cuanto a la biodiversidad se refiere. El análisis de sensibilidad por biodiversidad se realiza a partir de 4 criterios de vulnerabilidad (Pristinidad/Naturalidad, Singularidad, Representatividad e Integridad) y 1 criterio de relevancia ecológica.

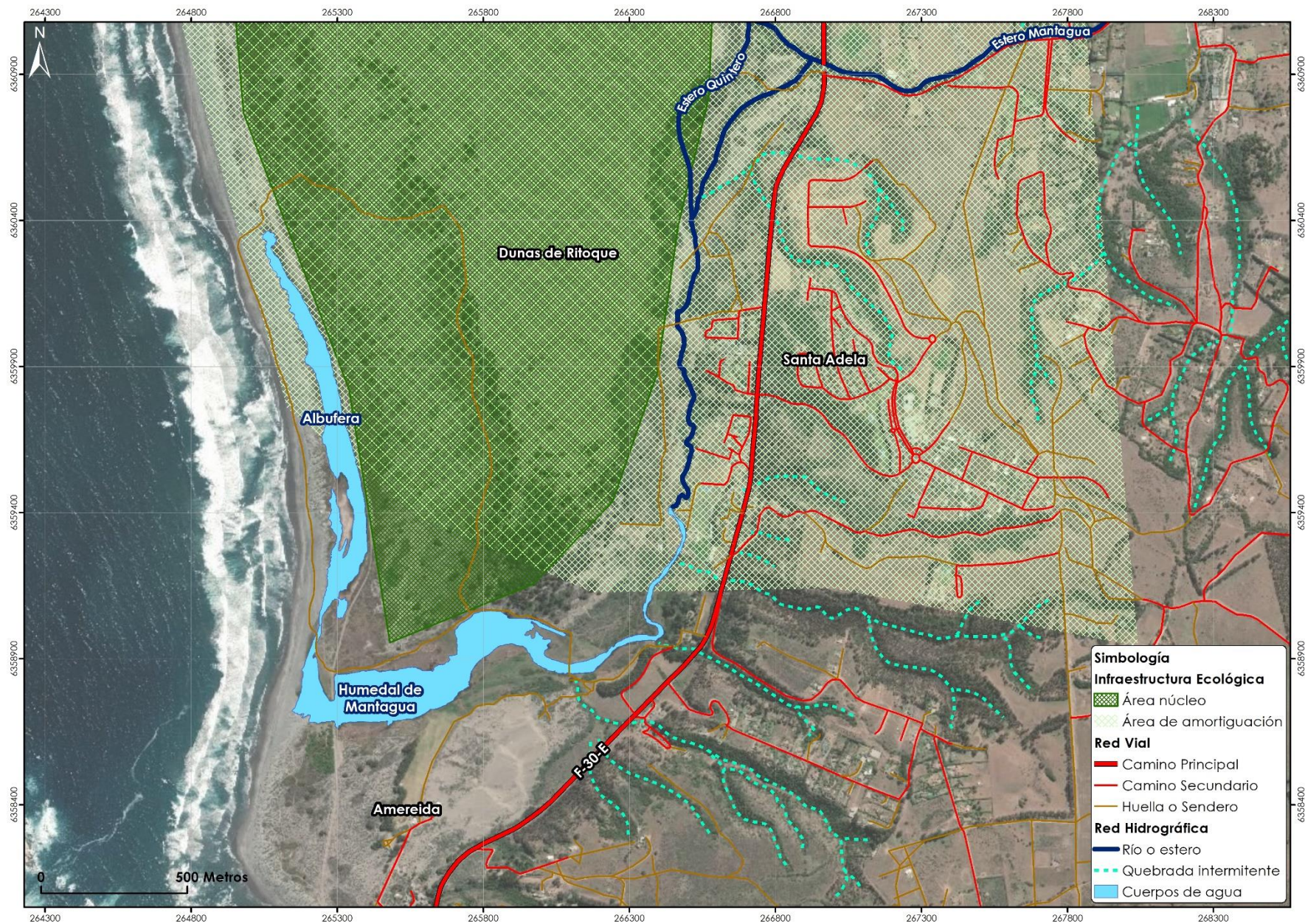


Figura 72. Infraestructura ecológica del Humedal de Mantagua. Fuente: PUCV 2018.

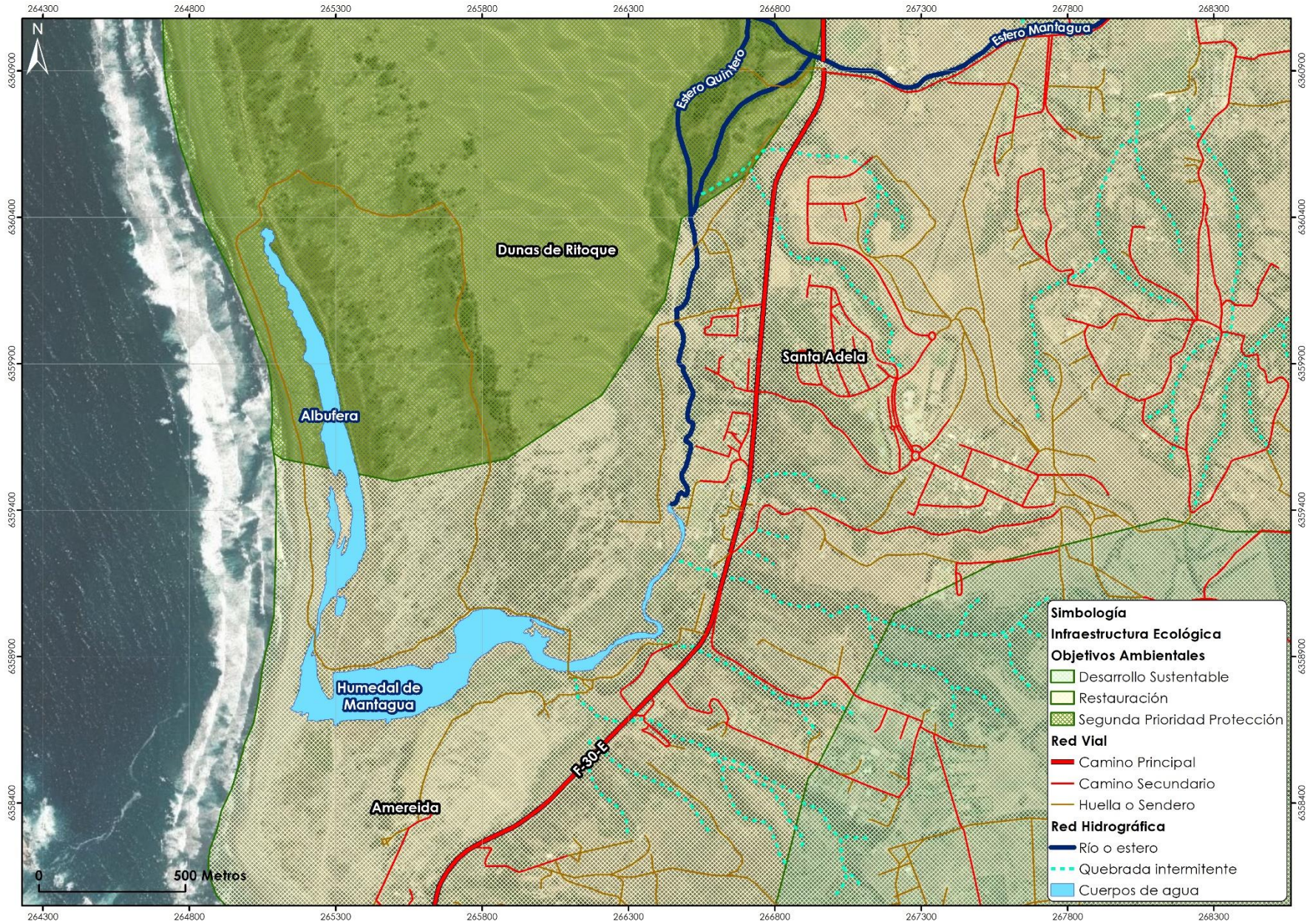


Figura 73. Objetivos ambientales zonificados en el Humedal de Mantagua. Fuente: PUCV 2018.

6.2. Identificar brechas de información (ajuste información al territorio).

Las oportunidades de restauración del paisaje (RPF), se basan en su primera etapa, en la identificación de los Objetos de Conservación (OC) y sus amenazas, que se encuentran en la cuenca aportante del Humedal de Mantagua y del área de influencia del sistema. La identificación y validación de los OC y sus amenazas, son las bases fundamentales para el diseño de restauración del paisaje (RPF).

Así, la identificación y selección de los objetos de conservación para la restauración de la integridad ecológica y provisión de servicios ecosistémicos, son un proceso clave dentro del desarrollo ROAM. Estos OC serán los elementos representantes de la diversidad biológica y socio-cultural de la cuenca aportante del Humedal de Mantagua, en los cuales se focalizará la identificación de amenazas y las acciones de restauración. Por lo anterior, su selección debe ser estratégica para la futura gestión de la conservación y manejo del humedal y de la cuenca aportante.

Se utilizaron diferentes métodos para recopilar la información empírica y discutir los objetos de conservación y oportunidades de restauración con las partes interesadas. El trabajo incluyó una revisión extensa de la literatura, análisis de datos espaciales e investigación de campo y experiencia del equipo consulto. Los hallazgos y las opciones preliminares de OC prioritarias para evaluar ROAM fueron posteriormente validados y refinados en tres talleres con la contraparte técnica del proyecto y otros actores locales interesados. De esta manera, se determinaron once Objetos de Conservación para las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Tabla 24).

Los principales criterios para agrupar los objetos de conservación biológicos fueron que éstos compartieran procesos, amenazas y que co-ocurrieran en el espacio a nivel de las cuencas. Así mismo, para refinar y validar la selección de OC, se consultó los procesos de planificación de otras áreas protegidas del SNASPE y otras instancias relevantes (ej., Planes Nacionales de Conservación) para asegurar consistencia en la selección de OC.

Otra aproximación para definir, agrupar y justificar los objetos de conservación que ha sido ampliamente utilizada, sobre todo en sistemas antrópicos, es definir e identificar los valores de conservación críticos para desarrollar las estrategias de protección, manejo y conservación de los sistemas naturales de las cuencas aportantes de Mantagua (Tabla 24). El concepto de altos valores de conservación (AVC) fue desarrollado por el Forest Stewardship Council (Brown *et al.* 2013), como parte de sus estándares para asegurar el mantenimiento de los valores medioambientales y sociales significativos o críticos en el contexto de la certificación forestal (Brown *et al.* 2013). Desde su origen, el concepto de AVC ha sido adoptado por diversas organizaciones e instituciones ambientales cuyo objetivo es mantener o mejorar los valores ecológicos-sociales significativos y críticos de distintos sistemas naturales.

Tabla 24. Objetos de Conservación y Altos Valores de Conservación asociados de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Objeto Conservación	Altos Valores de Conservación
Islote Concón	Diversidad biológica y ecológica superficial (nidificación de aves marinas con problemas de conservación) y submarina (corales fríos, peces) importantes. Valores culturales (turísticos y recreativos). Captura y almacenamiento de carbono azul.
Cerro Mauco	Refugio y sumidero para fauna nativa, particularmente carnívoros. Vegetación nativa (en las laderas más soleadas hay matorrales xerófitos, en las húmedas, bosquetes esclerófilos). Principal fuente de agua para esteros Quintero y Mantagua. Filtración de acuíferos. Captura y almacenamiento de carbono. Valores culturales.
Quebradas	Relictos de vegetación nativa. Refugios y corredores biológicos de fauna. Captura y almacenamiento de carbono. Infiltración acuíferos.
Acuífero de la cuenca	Almacenamiento de agua. Principal fuente de agua subterránea para estero Mantagua y filtración de acuíferos menores.
Vega Interior	Vegetación nativa y zonas húmedas saturadas (pantano). Refugios y corredores biológicos de avifauna limícola. Captura y almacenamiento de carbono.
Albufera	Fuente alimentación de refugio de aves playeras. Conexión y corredor hidrobiológico para cuerpos de agua interiores. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas nativas. Captura y almacenamiento de carbono.
Esteros Quintero y Mantagua	Refugios y corredores biológicos de fauna acuática y aves de riberera. Principal fuente de agua superficial para estero Mantagua y filtración de acuíferos menores.
Humedal Mantagua	Fuente alimento, refugio y reproducción aves acuáticas. Conexión y corredor hidrobiológico. Vegetación hidrófila y especies hidrobiológicas nativas. Captura y almacenamiento de carbono. Servicios culturales.
Bosque esclerófilo	Relictos de vegetación nativa. Refugios y corredores biológicos de fauna nativa especializada de bosque y carnívoros. Servicios culturales (turísticos y recreativos). Captura y almacenamiento de carbono.
Vega Salina	Vegetación nativa y zonas húmedas saturadas (pantano). Refugios y corredores biológicos de fauna nativa. Captura y almacenamiento de carbono.
Sistema Dunario	Biodiversidad de fauna y vegetación adaptada a ecotopos dunarios. Valores recreativos y culturales (conchales). Refugios y corredores biológicos de fauna, particularmente de carnívoros nativos.

Así, un Alto Valor de Conservación es definido como un valor biológico, ecológico, social o cultural significativo o de importancia crítica para un sistema en particular, generalmente de gran extensión territorial que proveen variados servicios ecosistémicos a las comunidades locales (Brown *et al.* 2013). Los valores de los objetos de conservación son la base de una amplia gama de planes y estrategias de conservación (e.g. Kingsford & Biggs 2012). Para su implementación, se han definido seis categorías de AVC: Diversidad de especies, Ecosistemas y mosaicos a escala de paisaje, Ecosistemas y hábitats, Servicios ecosistémicos, Necesidades de las comunidades y Valores culturales (Brown *et al.* 2013), donde las principales han sido recogidas y resumidas en esta propuesta.

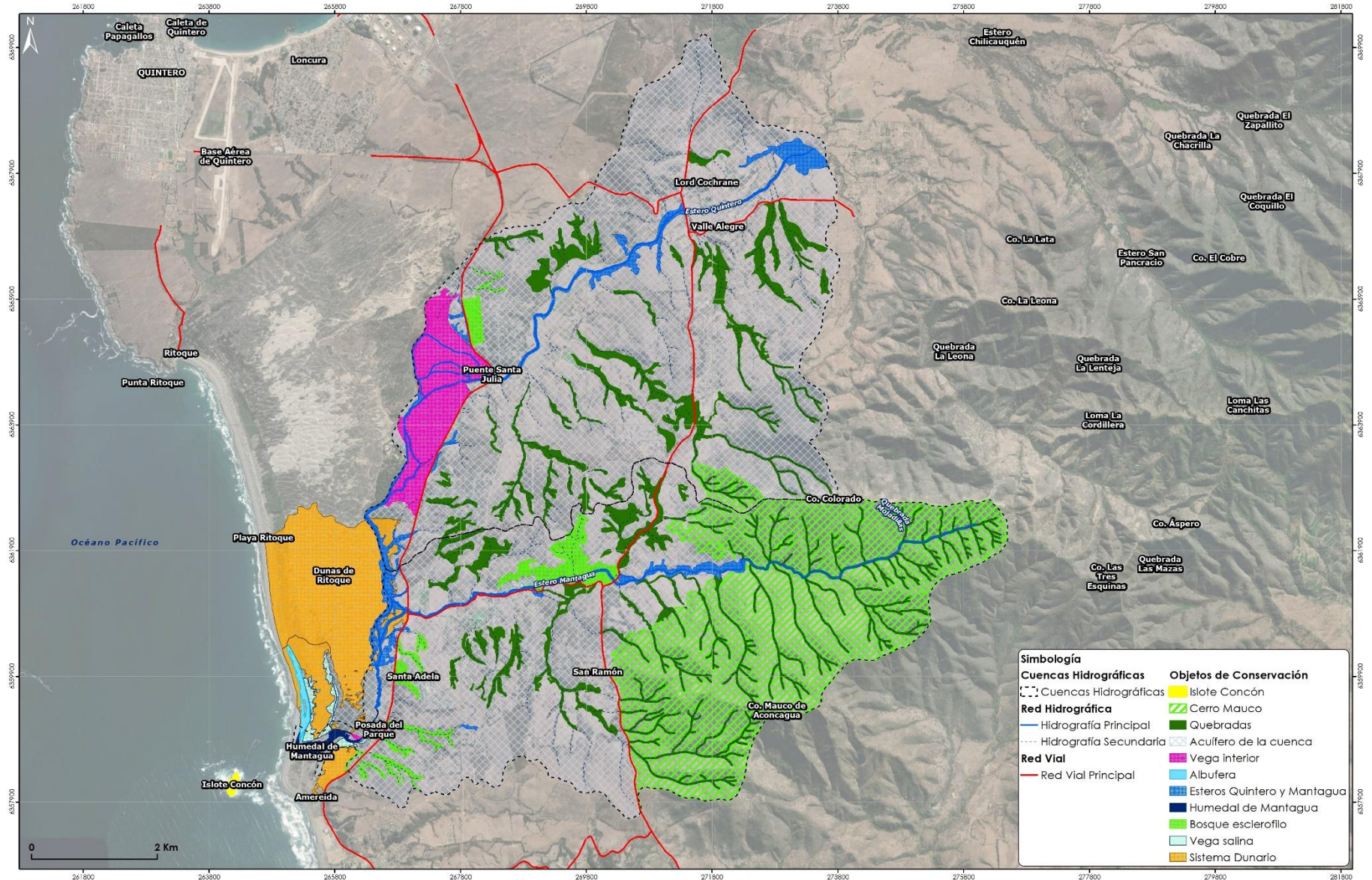


Figura 74. Mapa de objetos de conservación (filtro grueso) de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y ecotopos adyacentes. Fuente: elaboración propia.

Entre los Objetos de Conservación de Filtro Grueso de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua, considerados inicialmente por el equipo consultor se encontraban: la Albufera, el humedal, el islote Concón, el Bosque esclerófilo, el matorral ribereño, la Vega interior, la Vega salina, la vegetación de duna y la vegetación de vega. En el caso de los objetos de conservación de filtro fino se incluyeron especies amenazadas, gremios o comunidades ecológicas del área de influencia (e.g. Tabla 25).

Tabla 25. Ejemplos de Objetos de Conservación de Filtro Fino en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua. Clasificación estados de conservación (EC) de especies según MMA 2020.

Taxa	Nombre Común	EC	Zona Cuenca
<i>Batrachyla taeniata</i>	Sapo de antifaz	NT	Humedal
<i>Galictis cuja</i>	Quique	LC	Todo
<i>Leopardus guigna</i>	Gato guiña	NT	Todo
<i>Liolaemus zapallarensis</i>	Lagartija de Zapallar	LC	dunas
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	VU	Matorral-Bosque
<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla	LC	Todo
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	LC	Humedal
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	LC	Todo
<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	VU	Humedal-Quebradas
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	LC	dunas
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	LC	Todo

Para efectos del ROAM + Conservación, los objetos de filtro grueso (ecosistemas) tienen prioridad sobre los objetos de filtro fino (especies, ensambles y gremios), ya que se asume que a través de su conservación se protege también al resto de los elementos de la biodiversidad de las cuencas aportantes. Por lo tanto, aquellos OC de filtro fino cuyas necesidades fueran razonablemente cubiertas al considerar la conservación de los objetos de filtro grueso, se anidaron dentro de éstos. Un ejemplo de este mecanismo de representación se expresa en la Tabla 26 y el detalle se reporta en el Anexo 1.

Tabla 26. Ejemplo de objetos de conservación de filtro grueso (ecosistemas) y sus respectivos OC de filtro fino anidados (especies) en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua.

OC (Ecosistemas)	Objetos conservación anidados (Especies)
ALBUFERA	<p>Aves acuáticas: <i>Pandium haliaetus</i> (águila pescadora), <i>Anas bahamenis</i> (pato gargantillo), <i>Anas flavirostris</i> (pato jargón cjhico), <i>Anas georgica</i> (pato jergón grande), <i>Anas sibilatrix</i> (pato real)</p> <p>Mamíferos: <i>Lycalopex culpaeus</i> (zorro culpeo), <i>Leopardus guigna</i> (gato guiña), <i>Conepatus chinga</i> (chingue)</p> <p>Aves migratorias: <i>Charadrius collaris</i> (chorlo de collar), <i>Charadrius falklandicus</i> (chorlo de doble collar), <i>Charadrius modestus</i> (chorlo chileno), <i>Charadrius nivosus</i> (chorlo nevado), <i>Pluvialis dominica</i> (chorlo dorado).</p>

Para el caso de la vegetación y flora, dado el estado actual de intervención histórica de la zona y la característica cosmopolita de la mayoría de las especies de plantas presentes en el Humedal de Mantagua y sus cuencas aportantes, la estrategia de conservación adoptada corresponde a la identificación y propuesta de cubiertas vegetacionales (OC filtro grueso), las cuales (Tabla 27) sirvan por una parte de hábitat de otras especies de flora y fauna, y a la vez aseguren el mantenimiento de las condiciones del humedal en la parte baja (entre la carretera y el mar), así como del aporte y

dinámica hídrica, esencial para el mantenimiento del ecosistema de Mantagua, en la parte alta (sobre la carretera, Tabla 27).

De esta forma se propone la conservación de varios puntos (Tabla 27) en la parte baja del humedal, los cuales se encuentran intervenidos actualmente por actividades de tránsito y pastoreo; y para los cuales es muy importante restaurar su estado para asegurar la continuidad espacial del área de humedal en la parte baja. En cuanto a la parte alta, se reconocen las formaciones de bosque esclerofilo presente en las quebradas aledañas a los cursos primarios y secundarios de la Cuenca, las cuales se encuentran en un estado adecuado de conservación actualmente, pero son claves para servir de corredores biológicos naturales a la fauna y además asegurar el mantenimiento de las condiciones hídricas del ecosistema tanto en la parte alta como baja de Mantagua.

Tabla 27. Ejemplo de objetos de conservación de filtro grueso (formaciones vegetales) de la red hidrográfica del Humedal de Mantagua.

Zona	Puntos	Formación Vegetal	Estado Actual OC	Importancia OC
Baja	Desembocadura + Puente Sur	Hidrófitas Humedal	Intervenido (tránsito)	Continuidad hábitat
Baja	Puente Norte+ Puerto Kayaks	Hidrófitas Humedal	Muy Intervenido (tránsito y Pastoreo)	Continuidad hábitat
Baja	877+872	Hidrófitas Humedal	Buen Estado	Continuidad hábitat
Baja	874+873+868	Bosque Esclerofilo	Buen Estado	Continuidad hábitat y afluente primario
Alta	Veg ROAM 1 al 6	Bosque Esclerofilo	Buen Estado	Continuidad hábitat y afluente secundario
Alta	Veg ROAM 7 al 8	Bosque Esclerofilo	Buen Estado	Continuidad hábitat y afluente primario

6.3. Aplicación de la metodología ROAM para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca

El Humedal de Mantagua, se encuentra inmerso en una zona rural y turística, y dentro de los 34 puntos calientes (hotspot) de biodiversidad con prioridades de conservación a nivel mundial (Myers *et al.* 2000, Arroyo *et al.* 2008). Para el Humedal de Mantagua se reconocen un total de 183 especies de vertebrados, de los cuales 24 son endémicas y 41 presentan problemas de conservación (Iturriaga & De la Harpe 2012). Este humedal presenta también una riqueza de flora nativa importante, junto con plantas introducidas, como la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Pino Insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el Sauce Llorón (*Salix babylonica*) (CONAMA-PNUD, 2005). Este ecosistema se ha visto fuertemente perturbado a través de los años por distintas actividades, lo que ha provocado un daño progresivo a su flora y fauna. Para Iturriaga (2013) el matorral esclerofilo presente en el Humedal de Mantagua es la formación que necesita mayor grado de protección, seguida por la vegetación de las dunas y las praderas de la caja del estero. Otras amenazas identificadas para el Humedal de Mantagua, son la presencia de animales domésticos, caza y pesca ilegal, desarrollo de proyectos inmobiliarios, así como una falta de conciencia de turistas y/o residentes sobre el valor ambiental de este ecosistema (Barraza & Ponce 2014).

En este contexto, los objetivos de la restauración del Humedal de Mantagua a nivel de cuenca, se deben centrar en conciliar de manera sustentable la recuperación de la productividad de suelos agrícolas, las zonas pobladas, los usos turísticos, el manejo de bosques nativos fragmentados, el sistema hídrico y la conservación de áreas naturales de alto valor en la cuenca (UICN-WRI 2014), a la vez que se recupera la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el bienestar de las comunidades y las personas. Así, las oportunidades de restauración a gran escala y en mosaico, incluirían procesos de restauración ecológica, rehabilitación de suelos erosionados, recuperación de paisajes y ecosistemas afectados por incendios forestales, catástrofes u otros factores de degradación, reclamación de sitios afectados por uso y explotación intensiva; como también la conservación y protección de áreas naturales o de valor ecológico, entre otros (UICN-WRI 2014).

6.3.1. Elaboración del mapa de Actores Relevantes para la aplicación de la Metodología ROAM

Para la elaboración del diagnóstico del territorio que comprende la cuenca del Humedal de Mantagua, es necesario identificar e incorporar a los actores claves que hacen gestión y usufructo de éste, es decir, a las personas naturales y/o jurídicas que tienen interacción e injerencia directa en el área.

En este sentido, se identificaron los propietarios de los predios que abarca la cuenca del humedal, asimismo a los dueños de complejos turísticos y recreacionales, juntas de vecinos y otras organizaciones sociales relevantes para el objetivo de la restauración. Además, según su pertinencia, se identificaron organizaciones, fundaciones o instituciones que estén llevando a cabo proyectos de investigación y/o consultorías orientadas a la conservación en el área de estudio.

Para el caso de los propietarios de los predios del área que abarca el Humedal de Mantagua y la cuenca aportante se realizó el levantamiento de los predios en base a la cobertura predial del Catálogo de Mapas por Región de la plataforma de Mapas del Servicio de Impuestos Internos. Luego, se procedió a la identificación de los datos de los predios y sus propietarios a través del rol predial, mediante la consulta de los antecedentes del bien raíz en la sección Avalúos y Contribuciones de bienes raíces, en el menú de servicios online del portal www.sii.cl. El límite utilizado para el levantamiento predial fue la ruta F-190 por el este (camino a Colmo), las rutas F-210 (cruce Quintero) y F-216 (cruce Valle Alegre) por el norte, el océano Pacífico por el oeste y el sector de Punta Piedra por el sur.

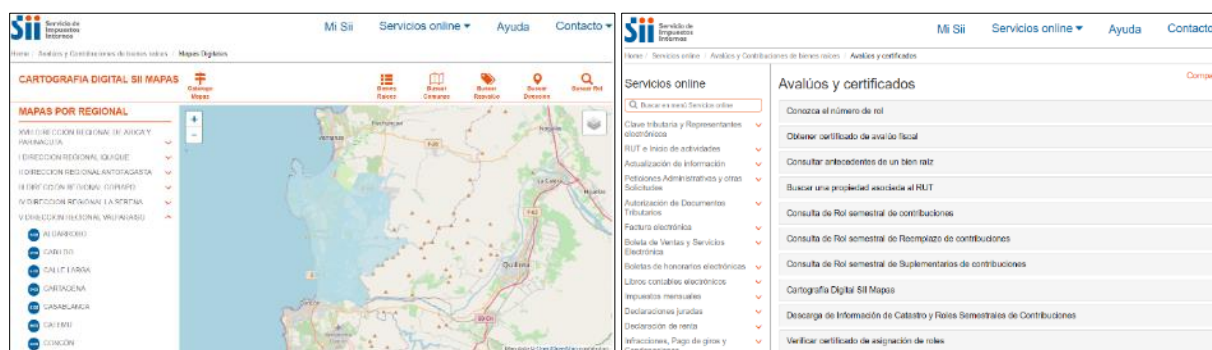


Figura 75. Plataforma de cartografía digital del Servicio de Impuestos Internos.

Se identificaron un total de 3.075 predios que se encuentran principalmente en suelos de uso rural con destino agrícola o sitio eriazo. Los predios de las localidades principales de la cuenca (Mantagua, Santa

Adela y Santa Julia) corresponden a áreas urbanas o de expansión urbana con destino habitacional o sitio eriazo según los registros del SII. Además, existen otros destinos menores, tales como:

- Deporte y Recreación
- Educación y Cultura
- Hotel/Motel
- Industria
- Oficinas
- Otros destinos no considerados.

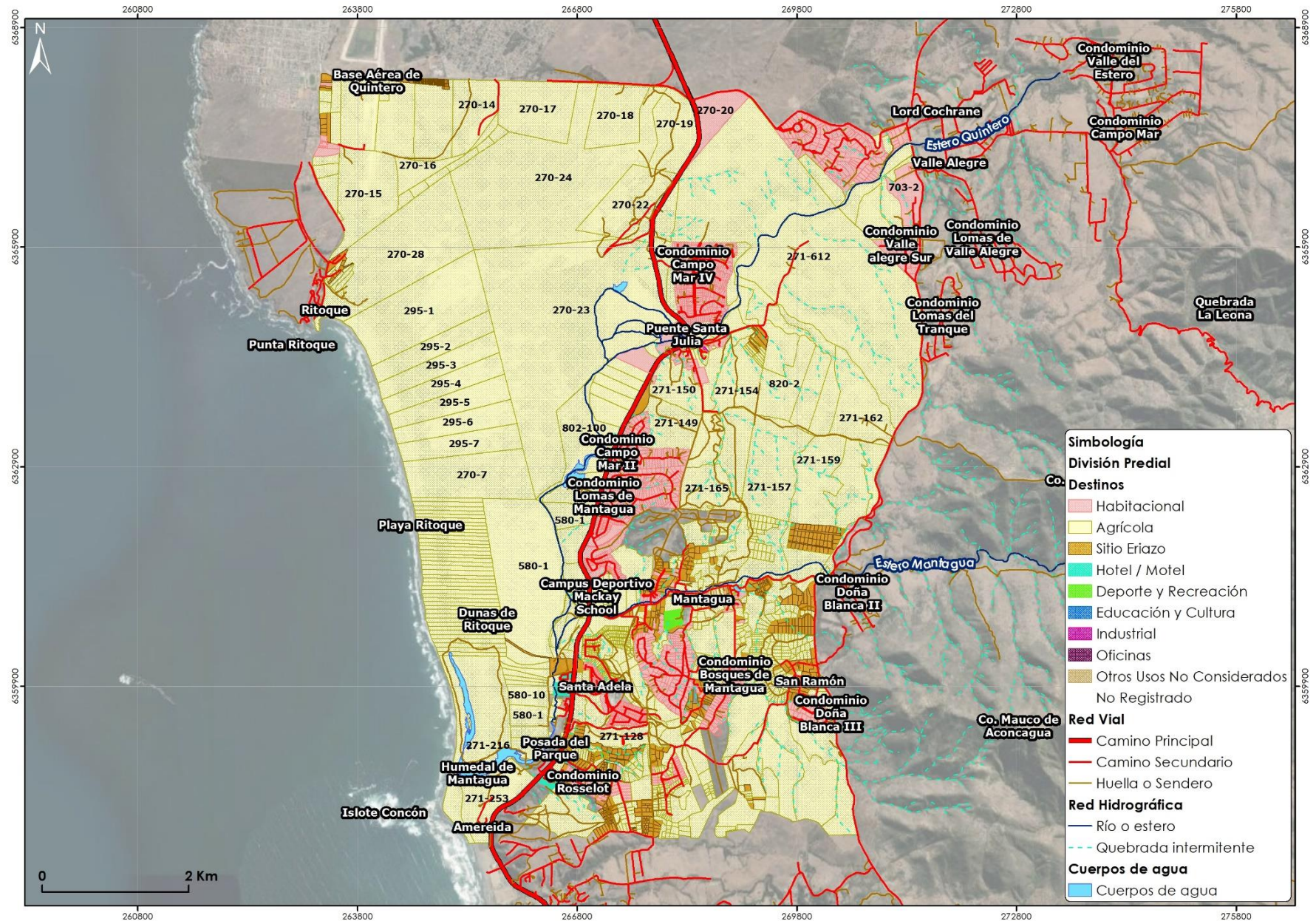


Figura 76. División predial y destinos SII identificados en la cuenca del Humedal de Mantagua.

Al comparar los destinos registrados en el Servicio de Impuestos Internos con el mapa de uso de suelo elaborado en el marco de este proyecto, se observa una desconexión entre la ocupación del territorio y lo declarado en el SII. Entre las incongruencias más importantes se encuentra el no reconocimiento de las quebradas y cursos de agua, junto con todo el patrimonio natural identificado. Se reconocen con uso habitacional aquellos predios correspondientes a localidades menores de carácter rural y condominios, no obstante, existe una gran cantidad de predios de carácter agrícola que poseen el mismo rol y que se encuentran en proceso de subdivisión, por lo que es esperable la modificación futura de los destinos de estos predios hacia un uso habitacional. Además, otras actividades recreativas (como centros deportivos, por ejemplo, el Centro Deportivo Mackay) se reconoce con uso agrícola, al igual que los ejes de los esteros Quintero y Mantagua. Cabe destacar que, en el eje del estero Mantagua, se encuentra el Club de Campo ENAMI, cuyo predio alberga un bosque esclerofilo de peumo-boldo y remanentes de belloto del norte, el cual se reconoce con uso agrícola, representando una futura amenaza para el patrimonio natural del sector.

Tabla 28. Comparación entre el Destino SII y el Uso de Suelo identificado en este estudio.

Destino	Uso del suelo	Superficie (ha)
Agrícola	Albúfera	6,9
	Bosque esclerofilo	115,4
	Bosque mixto	176,2
	Duna estabilizada	110,6
	Duna móvil	335,0
	Estuarios	6,5
	Huellas y senderos	25,8
	Instalaciones deportivas y recreativas	25,7
	Intermareal	13,5
	Marisma	6,8
	Matorral mixto	43,6
	Ocupación irregular	0,2
	Plantación de Eucaliptus	207,5
	Plantación de Pinos	63,2
	Playa	11,5
	Praderas	1364,5
	Red vial principal	5,0
	Red vial secundaria	15,0
	Red vial y ferroviaria	1,4
	Terrenos agrícolas	21,5
	Terrenos de irrigación permanente	120,6
	Tranques	11,3
	Urbano de ocio y turismo	7,3
	Urbano de uso patrimonial	2,3
	Urbano disperso	115,8
	Vega interior	187,8
	Vega salina	24,4
	Vegetación de duna	40,0
	Vegetación de humedal	2,0
	Vegetación de quebrada	251,1
Vegetación de ribera	102,0	
Vegetación de vega	5,9	

Destino	Uso del suelo	Superficie (ha)
	Zonas en construcción	11,7
Comercio	Huellas y senderos	0,03
	Red vial secundaria	0,2
	Terrenos agrícolas	0,1
	Urbano disperso	2,9
Deporte y Recreación	Huellas y senderos	0,1
	Instalaciones deportivas y recreativas	4,9
	Red vial secundaria	0,01
	Terrenos agrícolas	0,2
	Urbano disperso	0,8
Educación y Cultura	Instalaciones deportivas y recreativas	0,5
	Red vial secundaria	0,1
	Urbano disperso	0,1
Habitacional	Bosque esclerofilo	3,8
	Bosque mixto	3,8
	Huellas y senderos	7,5
	Instalaciones deportivas y recreativas	1,0
	Matorral mixto	0,3
	Plantación de Eucaliptus	26,0
	Plantación de Pinos	5,0
	Praderas	81,8
	Red vial principal	2,0
	Red vial secundaria	28,7
	Terrenos agrícolas	0,6
	Terrenos de irrigación permanente	3,0
	Tranques	0,8
	Urbano de ocio y turismo	1,5
	Urbano disperso	409,3
	Vega interior	16,1
	Vegetación de quebrada	30,0
	Vegetación de ribera	10,1
Zonas en construcción	0,01	
Hotel, Motel	Bosque esclerofilo	0,7
	Huellas y senderos	0,03
	Matorral mixto	0,5
	Plantación de Eucaliptus	1,6
	Plantación de Pinos	1,6
	Red vial principal	0,05
	Red vial secundaria	0,8
	Urbano de ocio y turismo	3,2
	Urbano disperso	1,1
Industria	Praderas	0,003
	Urbano disperso	0,4
No Especifica	Bosque esclerofilo	6,1
	Bosque mixto	0,2
	Duna móvil	0,2

Destino	Uso del suelo	Superficie (ha)
	Estuarios	1,0
	Huellas y senderos	4,3
	Intermareal	0,5
	Marisma	0,7
	Matorral mixto	14,0
	Plantación de Eucaliptus	37,0
	Plantación de Pinos	0,3
	Praderas	23,9
	Red vial principal	0,5
	Red vial secundaria	3,2
	Urbano de ocio y turismo	7,9
	Urbano de uso patrimonial	1,8
	Urbano disperso	10,6
	Vega interior	0,01
	Vega salina	1,7
	Vegetación de humedal	0,1
	Vegetación de quebrada	25,3
	Zonas en construcción	0,9
Oficina	Red vial secundaria	0,04
	Urbano disperso	0,5
Otros No Considerados	Huellas y senderos	0,1
	Red vial principal	0,1
	Red vial secundaria	0,01
	Urbano disperso	1,1
Sitio Eriazo	Bosque esclerofilo	8,9
	Bosque mixto	16,1
	Duna estabilizada	0,2
	Duna móvil	2,1
	Huellas y senderos	3,2
	Instalaciones deportivas y recreativas	0,03
	Plantación de Eucaliptus	15,6
	Plantación de Pinos	0,3
	Praderas	70,7
	Red vial principal	0,4
	Red vial secundaria	3,1
	Terrenos agrícolas	0,02
	Urbano de ocio y turismo	0,4
	Urbano disperso	64,5
	Vegetación de quebrada	13,5
Vegetación de ribera	5,8	
Zonas en construcción	0,2	
Transporte y Telecomunicaciones	Bosque esclerofilo	2,5
	Huellas y senderos	0,2
	Matorral mixto	1,6
	Plantación de Eucaliptus	5,4
	Praderas	0,1

Además, se constató la presencia de una gran cantidad de condominios y/o parcelaciones en la cuenca del humedal, destacando los siguientes (se indica entre paréntesis el número aproximado de predios que corresponden a cada condominio, según la base de datos del SII):

- Condominio Bosques de Mantagua (59 predios).
- Condominio Campomar 1 (122 predios).
- Condominio Campomar 2 (391 predios).
- Condominio Campomar 4 (297 predios).
- Condominio Doña Blanca (35 predios).
- Condominio Doña Blanca 3 (28 predios).
- Conjunto de Condominios Mirador de Mantagua (235 predios).
- Condominio Rosselot (35 predios).
- Parcelación Valle Alegre (146 predios).
- Condominio Valle Alegre Sur (31 predios).

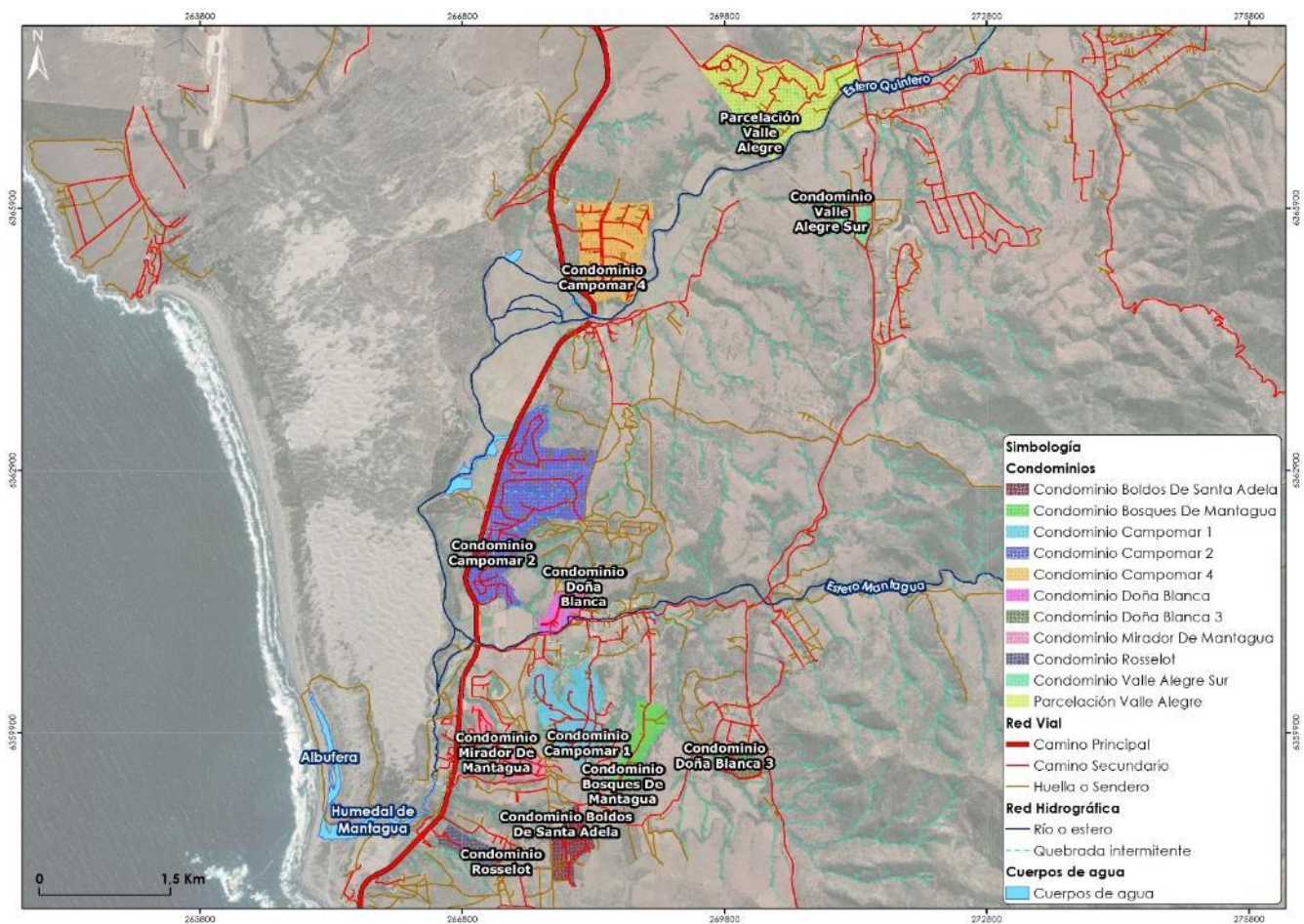


Figura 77. Condominios identificados en la cuenca del Humedal de Mantagua.

En cuanto a los propietarios de los terrenos que comprenden los ejes principales de la cuenca del humedal, destaca la presencia de una gran cantidad de empresas inmobiliarias, corporaciones agrícolas, centros deportivos, centros educacionales y sindicatos de trabajadores, junto con personas de carácter privado que han adquirido los terrenos a lo largo del tiempo. Se han realizado intentos de contacto a aquellos propietarios cuyos predios se encuentran emplazados directamente sobre el

humedal y su desembocadura. Los contactos de estos han sido provistos por la contraparte técnica de esta consultoría. La necesidad de realizar este primer acercamiento ha sido para comunicar los alcances del estudio, los resultados esperados y la importancia de que participen del desarrollo del proyecto. Además, se identificaron aquellos predios y propietarios que se encuentran en la zona de afectación directa del humedal, es decir, dunas de Ritoque, desembocadura y albufera, curso medio-alto del estuario, vegas y esteros Mantagua y Quintero (Tabla 29).

Tabla 29. Propietarios y roles de los predios que se encuentran en los ejes principales del humedal.

Sector	Propietario	ROL
Desembocadura y Albufera	Corporación Cultural Amereida	271-253
		271-254
		271-255
	Inmobiliaria Las Mercedes S.A.	271-216
Dunas de Ritoque	Agrícola Río Chino Limitada	580-10
	Arentsen De Grenade Carlos Enrique	580-1
	Costa Hamilton Jorge Andrés	580-21
	Echenique Barros Gonzalo	580-59
	Inmobiliaria Quebec S.A.	580-6
	Mujica Cervero Samuel Ignacio	580-30
	Powditch Costa Sylvia	580-12
Zona media y alta del estuario	Agrícola Río Chino Limitada	580-10
	Aguilera Diaz Juan H.	651-103
	Aguirre Galarce Luis A.	626-8
	Aguirre Pinto Arturo Segundo	651-114
	Aguirre Pinto Hilda	651-118
	Aguirre Pinto María Felicita	651-116
	Arentsen De Grenade Carlos Enrique	580-1
	Cortes Campusano Patricio A.	651-102
	Dunas De Ritoque Spa.	580-15
		580-16
	Espinoza Gajardo Mackarena	651-110
	Inmobiliaria Club Mantagua S.A. y Otros	271-141
	Inmobiliaria Las Mercedes S.A.	580-11
	Inmobiliaria Quebec S.A.	580-6
	Inversiones F.S. Spa. y Otros	508-6
	Inversiones Ritoque Spa.	580-13
	Javier Margas Y Cia. Ltda.	271-559
	José Manuel Aguirre Pinto	651-112
	Juana Verdugo Godoy Y Otros	651-117
	Luis Alberto Aguirre Galarce	651-113
	Margas Garetto Miguel Luciano	271-503
		271-558
		626-7
	Mauricio Collado e Hijos Ltda.	580-8
	Miriam De Las Mercedes González y Otros.	651-120
	Powditch Costa Sylvia	580-12
	Verdugo Godoy Juana C.	651-115
Estero Mantagua	Alfaro Tepper Ernesto	514-2
	José Basualdo Lucero	514-25
	Agrícola Altos De Mantagua Ltda.	512-41
	Alvarado Álvarez Braulio C.	504-7

Sector	Propietario	ROL
	Bernal Mejías Lorena Del Rosario	271-352
	Botta Suarez Ivonne Jeanette	514-36
	Bustamante López Vicente	271-343
	Claise Dominique Y Otros	272-21
		272-22
		502-11
		551-57
	Colville Portales Katherine I.	504-4
	Cortes Vivanco Guillermo	551-7
	Deportes Unión La Calera.	272-18
		272-20
		502-1
		502-3
		502-4
		502-5
	Eliana Grove Cuaves	551-8
	Escobar Ortiz Patricia Elena Y Otros	271-501
	Faccilongo Conserva Giuseppe	551-2
	Fernandez Ortiz Gladys Del Carmen	551-18
	Fundación Corporación The Mackay School	530-1
	Gómez Ramírez Anunel Ricardo	271-340
	Guido Olivares Gallardo	511-1
	Herrera Gamboa Juan	551-60
	Ilabaca Salas Cesar Salvador Y Otros	514-5
	Inmob Silvestre Ltda.	504-1
	Lucas Stegmann Christine Angelica	508-134
	Maldonado Muñoz Jorge Emilio	514-3
	Marinkovic Pereira Maritza	508-215
		508-216
	Martínez Toledo Cristian Guillermo	514-4
	Meneses Veloso Felisa Rosa	551-30
	Moreno Bobadila Marcelo E.	502-2
	Moya Roldan Luis Enrique	271-447
	Olivares Gallardo Mario	271-429
	Olivares Vásquez Javier Hernán	271-354
	Ortiz Castro José	514-29
	Pizarro Cortes Eugenio	512-40
		512-44
	Plaza Peralta Cristian Reinaldo	514-6
	Ramírez Rojas Deborah Victoria	514-30
	Ramos Cisterna Juana Y Otros	271-347
	Rodríguez Henríquez German	514-1
	Rubina León María Eugenia	514-27
	Ruiz Ríos Rosa Del Carmen	514-28
	Sepúlveda Valdés Susana De La Cruz	504-9
	Sind Trabajadores Uno ENAMI	271-350
	Soc Educacional Colegio Ingles L	271-506
	Soc Nacional De Oleoductos Sa	271-348
	Tagle Ordenes Johnny	551-21
	Tapia Carrasco Nicolas Gonzalo	504-2

Sector	Propietario	ROL
	The Mackay School Old Boys Association	272-19
	Thebault Villanueva Ricardo A.	504-3
	Undurraga Montt María Isabel Y Otros	271-15
	Vásquez Vásquez Javier E.	551-3
	Vásquez Vicencio Luz Del Ríos	271-368
	Vega Araneda Alex Claudio	514-26
	Zamora León Manuel Francisco	504-8
	Zamora Lorenzo	271-359
Estero Quintero	Agrícola Quintero Bajo Ltda.	271-612
	Donodo Bernal Carlos Rene Y Otros	271-158
	Fernández Collao Raúl	271-154
	Larrain Plaza Camilo	271-155
	Pamela María Tapia Villarreal	271-400
	Torres Moya Margarita Gladys	271-160
Vegas	Arentsen De Grenade Carlos Enrique Y Otros	580-5
	Arentsen De Grenade Carlos Enrique	580-1
	Compañía Yoremi S.A.	270-23
	Fernández Collao Raúl Y Otros	271-164
	Guzmán Quiroz Simón Segundo	271-159
	Inmobiliaria Las Dichas Limitada	580-3
		580-4
	Rancho Las Palmas S.A. Agrícola	271-149
		271-152
		271-153
		820-1
	Russo Y Cia. Inmobiliaria e Inversiones S.A.	271-147
	Russo Y Cia. Inmobiliaria e Inversiones S.A.	802-100
	Urenda Panadero Felipe	271-151
	Vásquez Aránguiz Raúl Y Otros	851-11
Vicencio Fernández Ricardo	851-13	

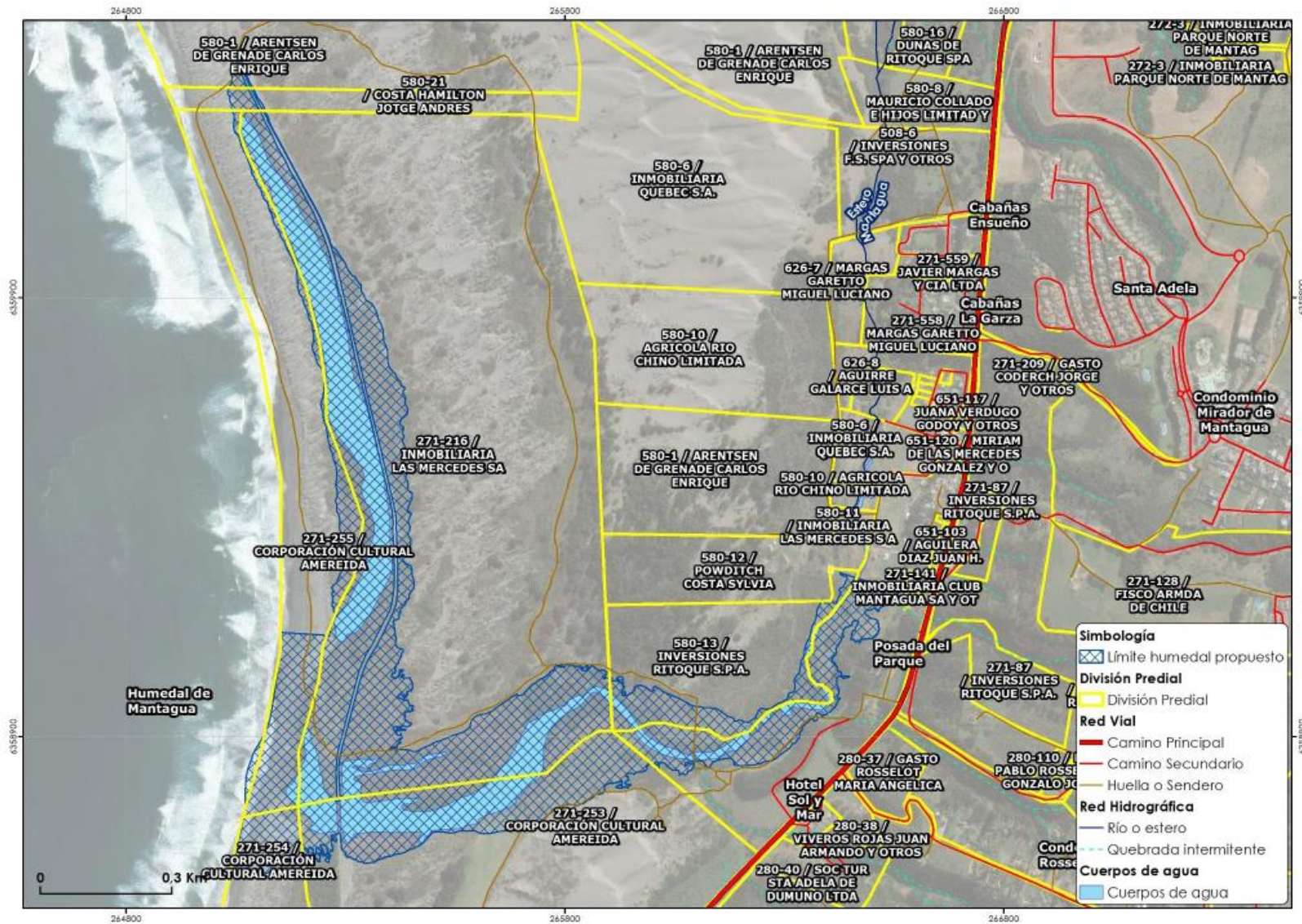


Figura 78. División y ROL predial de la desembocadura y albufera del Humedal de Mantagua.

Al hacer el cruce entre el límite del humedal propuesto y la división predial, se identifican 9 predios y 6 propietarios que tienen injerencia en el área:

- **271-216 / Inmobiliaria Las Mercedes S.A.:** corresponde al sector de las dunas de Ritoque y a la ribera media-norte del humedal. Además, esta empresa inmobiliaria es propietaria de gran superficie de la albufera según la delimitación predial del SII, sin embargo, se ha constatado en terreno que la Corporación Cultural Amereida ha instalado cercos para evitar el acceso a estos terrenos.
- **271-253, 254 y 255 / Corporación Cultural Amereida:** los terrenos de esta organización corresponden al límite sur del humedal y a una importante faja de "terreno de playa" que bordea la albufera en toda su extensión, además de la desembocadura del humedal.
- **580-1 / Carlos Enrique Arentsen De Grenade:** corresponde al terreno más al norte del límite del humedal, en el sector donde finaliza la albufera.
- **580-12 / Sylvia Powditch Costa:** este terreno corresponde al sector alto del estuario, donde se encuentran los campings.
- **580-13 / Inversiones Ritoque Spa.:** este terreno bordea todo el límite norte del curso medio-alto del humedal. Corresponde a un sector donde se desarrollan campings y se encuentra ocupado por una importante plantación de pinos.
- **580-21 / Jorge Andrés Costa Hamilton:** corresponde a una delgada franja de terreno que se encuentra en el límite norte del humedal, incorporando el sector donde termina la albufera.

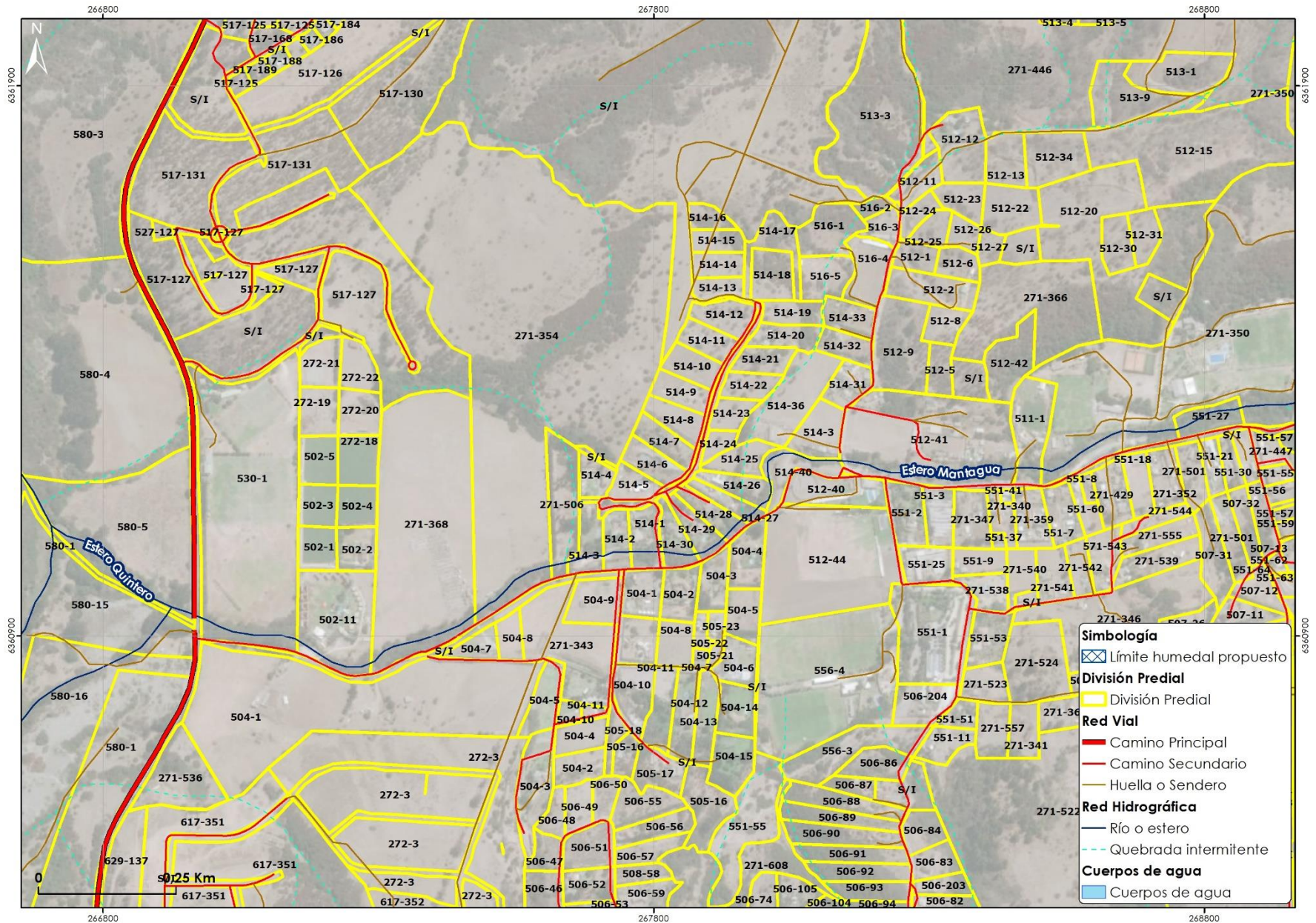


Figura 79. División y ROL predial del Estero Mantagua.

En la ribera del estero Mantagua, se observa un total de 62 predios y 52 propietarios, entre los cuales destacan:

- **530-1 / Fundación Corporación The Mackay School:** corresponde al complejo deportivo de 9 hectáreas del Colegio Mackay que se encuentra en la intersección de las rutas F-232 y F-30-E.
- **Deportes Unión La Calera:** corresponde a un conjunto de 6 predios que se encuentran a un costado de las canchas correspondientes al colegio Mackay, cercano a la intersección de los caminos F-232 (camino Dumuño) y la ruta F-30-E.
- **271-350 / Sindicato de Trabajadores Uno ENAMI:** corresponde a un predio de 25 hectáreas donde se encuentra el Club de Campo ENAMI. Cabe destacar que en este predio se encuentra un bosque esclerofilo de peumo-boldo con presencia de belloto del norte y enredaderas nativas.

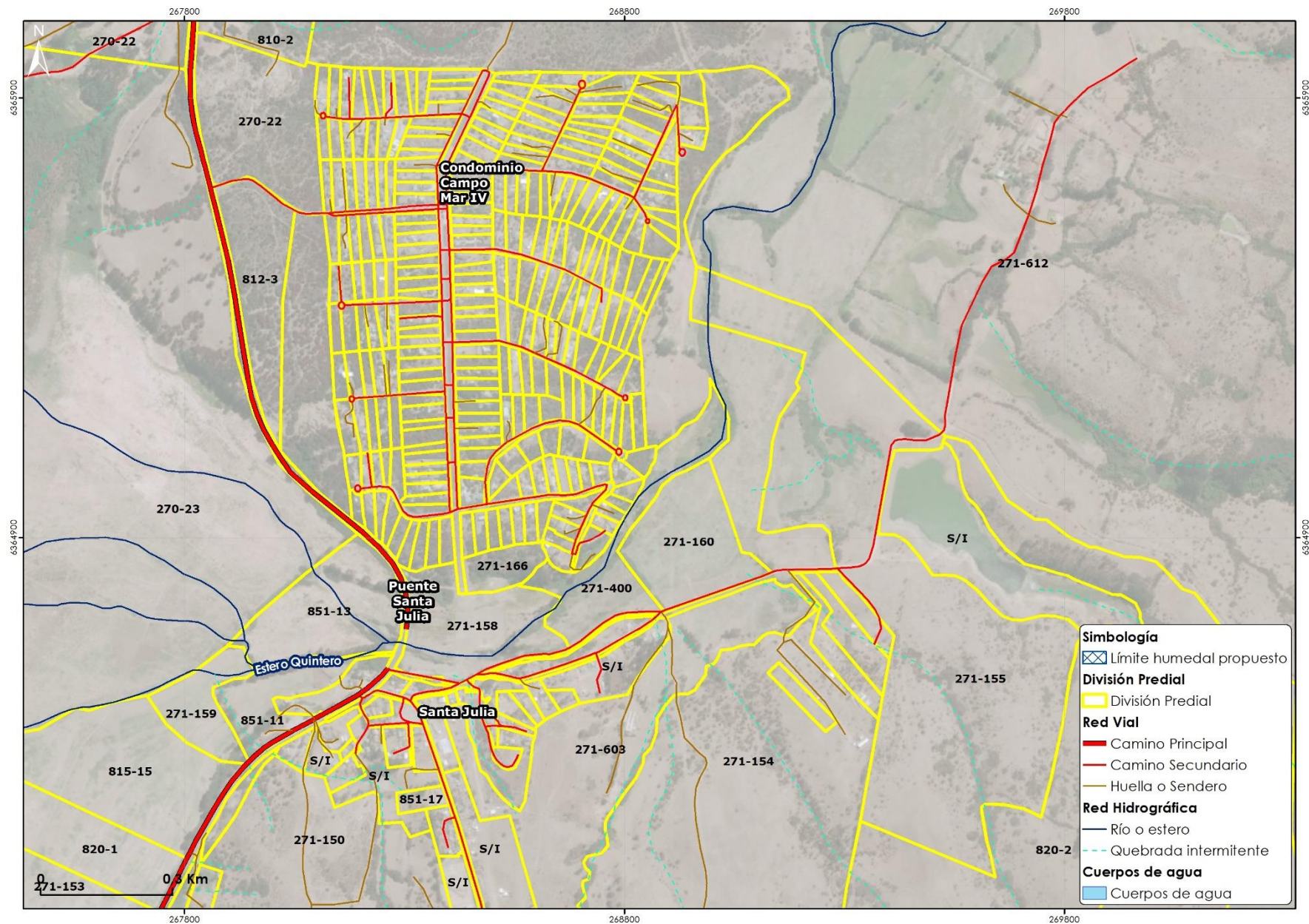


Figura 80. División y ROL predial del Estero Quintero.

En cuanto a la ribera del Estero Quintero, en las cercanías de la Ruta F-30-E se encuentra la localidad rural de Santa Julia, junto con 5 predios privados de uso agrícola a los cuales se accede por un camino particular que bordea la localidad. Hacia la parte media del estero, en dirección a Valle Alegre, se encuentra un solo predio agrícola de 638 hectáreas, Rol 271-612, perteneciente a la Agrícola Quintero Bajo Ltda.

Respecto de los complejos turísticos y de recreación que se encuentran en la cuenca, aparecen 9 actores relevantes, los cuales se encuentran ubicados en las inmediaciones del humedal y su desembocadura, por lo cual las actividades que éstos desarrollan tienen afectación directa sobre el estado de conservación y/o degradación del humedal:

- Posada del Parque Lodge
- Corporación Cultural Amereida
- Hotel Sol y Mar
- Camping El Gato con Botas
- Club Deportivo CODELCO de Mantagua
- Campus Deportivo Mackay School
- Club Deportivo Santiago Wanderers
- Cabañas Ensueño
- Cabañas La Garza

Se ha tomado contacto con la Posada del Parque y la Corporación Amereida dado que en su mayoría son dueños de los terrenos que comprenden el humedal. La Posada del Parque se han mostrado dispuesta a colaborar en las actividades de protección, conservación y restauración ecológica del humedal, sin embargo, la Corporación Amereida, quién posee gran parte del terreno que comprende el estuario medio-bajo, desembocadura y albufera, no se han manifestado al respecto. Cabe destacar que no ha sido posible contactar a la empresa Inmobiliaria Las Mercedes S.A., quien posee la propiedad del terreno que comprende desde el eje medio-bajo del humedal hacia las dunas de Ritoque.

Respecto a las organizaciones comunitarias que tienen injerencia en la cuenca que comprende el humedal, se elaboró el catastro de las organizaciones presentes en el territorio sobre la base de datos entregada por la contraparte, que contenía el listado de las organizaciones comunitarias territoriales (Tabla 30), en donde se identificaron un total de 17 organizaciones entre juntas de vecinos, juntas de adelanto y la Unión Comunal de Juntas de Vecinos Rurales con sede en la localidad de Santa Julia. En este mismo catastro se ha provisto el contacto de el/la presidente/a de cada organización. Cabe destacar que, respecto de las organizaciones comunitarias de tipo funcional, no se posee aún un registro.

Tabla 30. Organizaciones comunitarias presentes en el área de estudio

N°	Tipo	Estado	Nombre
1	Junta De Vecinos	Vigente	San Ramon
2	Junta De Vecinos	Vigente	Valle Alegre
3	Junta De Vecinos	Vigente	El Mirador Santa Luisa
4	Junta De Vecinos	Vigente	Santa Julia
5	Junta De Vecinos	Vigente	Mantagua
6	Junta De Vecinos	Vigente	Santa Adela

N°	Tipo	Estado	Nombre
7	Unión Comunal Juntas De Vecinos	Vigente	Juntas De Vecinos Rural
8	Junta De Adelanto	Vigente	Campomar 4
9	Junta De Adelanto	Vigente	Bosques De Mantagua
10	Junta De Adelanto	Vencido	Ex Fundo Las Gaviotas
11	Junta De Adelanto	Vigente	Campomar 2
12	Junta De Adelanto	Vigente	Campus Del Mar
13	Junta De Adelanto	Vencido	San Ramon
14	Junta De Adelanto	Vigente	Campomar 1
15	Junta De Adelanto	Vigente	Hacienda Lomas Del Tranque
16	Junta De Adelanto	Vigente	Comunidad Valle Alegre
17	Junta De Adelanto	Vencido	Lomas De Mantagua Sur

Dentro de las instituciones relevantes en el territorio de estudios, se encuentra la Municipalidad de Quintero (comuna donde se ubica el humedal) y el Ministerio de Medioambiente a través de la SEREMI correspondiente, como mandantes del presente estudio.

En relación a las ONG, fundaciones u otras organizaciones que trabajen el área de estudio, se han identificado 4 organizaciones presentes hoy en día, ya sea realizando catastro y monitoreo de especies, monitoreo de las aguas del humedal, iniciativas de recuperación y conservación, entre otras:

- Centro Recreativo Granja Rancho Kawell.
- Ong Defensa Dunas de Ritoque.
- Consultora Ngen Ambiental.
- Posada del Parque (proyecto invernadero restauración forestal).

Estas organizaciones han sido contactadas para la implementación de la metodología ROAM en su primer taller, a fin de conocer sus experiencias en el territorio y recabar información que sea relevante para los objetivos de este proyecto.

6.3.2. Identificación de oportunidades y alternativas de restauración

La restauración del paisaje forestal (RPF) de los ecosistemas naturales, es el proceso de recuperar a largo plazo, las funciones ecológicas y mejorar el bienestar humano en sistemas degradados. En última instancia, la restauración es el proceso de restablecer "los bienes, servicios y procesos ecológicos que los ecosistemas pueden proporcionar a un nivel más amplio del paisaje, en lugar de promover únicamente una mayor cobertura arbórea en un lugar particular" (Maginnis & Jackson 2002).

Las oportunidades de restauración del paisaje (RPF), dependen de los factores contextuales específicos de la zona de interés. Estos incluyen la naturaleza y el estado de la tierra, las presiones sobre el ecosistema, los recursos disponibles para la RPF, las prioridades gubernamentales de desarrollo, la dependencia de la población local de los recursos naturales para su sustento y la densidad de la población en el área (Lamb *et al.* 2005, Bullock *et al.* 2001).

Contra este escenario, el intento de cuantificar el potencial de RPF del Humedal de Mantagua y sus cuencas aportantes, distingue entre dos tipos principales de restauración: (1) restauración de mosaicos a pequeña escala, que es relevante en paisajes con una población densa y una diversidad de usos de

la tierra, por ejemplo, agricultura, turismo, sistemas silvopastorales y numerosos asentamientos humanos; y (2) restauración a gran escala en áreas donde la densidad de la población y las presiones por el uso de la tierra son relativamente bajas (Hanson *et al.* 2015). Donde claramente la primera opción, es la estrategia a seguir.

Las estimaciones de esta consultoría sugieren que el 45% de la superficie terrestre de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua, se ha visto afectada por el cambio del uso del suelo (Figura 21 y Figura 22). Los factores principales de degradación de la tierra y los ecosistemas naturales son la expansión de las zonas urbanas y rurales, donde casi el 14,4% (10,38 km²) de la superficie de las cuencas aportantes se encuentra construido o en proceso de urbanización. La fragmentación del paisaje y pérdida de hábitats por la presencia de cercos, parcelaciones y obras viales sobre la cuenca (Figura 21 y Figura 22), abarcan una superficie de 11,4 Km² (15,6% del área total) y por otro, la deforestación y reemplazo del bosque nativo por plantaciones de eucaliptus y pinos (2,56 Km²) y zonas agrícolas (2,22 Km²), van progresivamente cambiando la fisonomía del paisaje de las cuencas aportantes. Estas presiones conducen a una mayor erosión, pérdida de recursos hídricos, agotamiento y degradación de los nutrientes del suelo (Bravo-Naranjo & Zuleta-Ramos 2019) y potencialmente la desertificación del sistema, agravado además por los crecientes efectos del cambio climático sobre el sistema natural y humano del área de interés (Contreras-López *et al.* 2017).

En este contexto, el objetivo de este estudio es realizar una evaluación preliminar de las oportunidades de RPF en la cuenca aportante del Humedal de Mantagua. El estudio se llevó a cabo entre septiembre 2020 y marzo de 2021. El diseño de la propuesta consistió en una serie de pasos consecutivos y siguió en gran medida las herramientas analíticas proporcionadas por el ROAM, las cuales se describen a continuación.

El enfoque de investigación se estructuró en tres fases: definición del alcance, análisis y validación de la propuesta con actores relevantes. La participación activa de las autoridades y actores relevantes se considera un requisito previo para la transparencia y legitimidad del proceso de implementación del ROAM, asegurando la conectividad política que apoya la integración de los resultados en los procesos políticos en los diferentes niveles de la institucionalidad ambiental. Se utilizaron diferentes métodos para recopilar la información empírica y discutir los objetos y oportunidades de restauración con las partes interesadas. El trabajo analítico incluyó una revisión extensa de la literatura, análisis de datos espaciales e investigación de campo. Los hallazgos y las opciones preliminares de RPF prioritarias para evaluar ROAM fueron posteriormente validados y refinados en tres talleres con la contraparte técnica del proyecto y otros actores locales interesados.

El estudio se complementó a través de una reunión de grupo focal a nivel local en donde se presentaron los objetivos del estudio, el enfoque metodológico y los pasos analíticos propuestos. De manera preliminar, las opciones de RPF y los posibles criterios de priorización se presentaron como base para debates constructivos sobre intervenciones concretas y prioridades de RPF. El trabajo de campo comenzó con una lista de posibles opciones de RPF (Tabla 31) que luego fueron combinadas y refinadas para intervenciones apropiadas que reflejen las prioridades locales de RPF. Durante la segunda fase del trabajo de campo, se llevó a cabo una reunión de validación a nivel local. Durante esta reunión, se presentaron las opciones priorizadas y se discutieron sus correspondientes análisis espaciales. El análisis espacial sirvió para identificar ubicaciones geográficas adecuadas para las respectivas opciones de RPF y estimar la extensión de dichas áreas candidatas.

La implementación de las oportunidades de RPF en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua y cuencas aportantes consideró una serie de pasos consecutivos, como:

Diagnóstico de restauración (Hanson *et al.* 2015) realizado por el análisis de la literatura, terrenos exploratorios y conversaciones con algunos actores claves, nos permitió establecer algunas conclusiones: primero, motivación clara y voluntad política que se necesitan para catalizar los procesos participativos y de planificación. Segundo, que las condiciones para la implementación del ROAM en las cuencas aportantes, son en general favorables, incluidos los usos actuales del suelo, los sistemas naturales, las políticas socio-ambientales y las institucionalidad ambiental. Tercero, que existen capacidades técnicas locales suficientes para implementar las estrategias de restauración apropiadas. Cuarto, que existen múltiples intereses económicos en la zona que no necesariamente se alinean con el proceso de RFP y que eventualmente las estrategias de restauración a implementar son de un costo elevado, por lo que tendría que ser financiado por recursos públicos.

La identificación de tipos de cobertura terrestre degradada en la cuenca fue levantada mediante consultas con partes interesadas y revisión de mapas, principales usos de la tierra y estadísticas de cobertura, a partir de la adaptación de la metodología Corine Land Cover, que permitió definir los principales usos del suelo en la zona de interés (Figura 21 y Figura 22). Una vez establecidas las categorías de adaptación, se realizó un proceso de identificación mediante fotointerpretación utilizando como base la imagen de alta resolución entregada por el Ministerio, una imagen satelital del servidor Bing Aerial y un ortomosaico de la cuenca del humedal. Además, se realizó una exhaustiva comprobación en terreno de las observaciones realizadas desde el aire, con especial énfasis en las quebradas y reconocimiento de bosque esclerófilo.

Tabla 31. Acciones de restauración preliminares sobre los objetos de conservación (OC) definidos para evaluar las oportunidades de restauración en mosaico de las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua.

OC	Acción Restauraciones	Descripción / Justificación
Islote Concón	Figura protección efectiva área marina costera protegida de múltiples usos (AMCP-MU) y se puede revisar y mejorar expediente actual Santuario de la Naturaleza	Fuente alimento aves playeras. Refugio de aves marinas con problemas de conservación y presencia de corales fríos.
Cerro Mauco	Articular con el corredor ecológico Casablanca – Peñuelas – Quilpué mediante protección y reforestación con plantas nativas.	Fuente de agua para estero Mantagua. Corredor ecológico. Refugio de fauna nativa
Quebradas	Educación y difusión propietarios, fiscalización bosque esclerófilo, etc. Recambio de plantaciones introducidas por bosque nativo	Infiltración acuíferos, hoy en día todo el territorio se encuentra parcelado
Acuífero de cuenca	Recambio gradual de las plantaciones de pino y eucaliptus con especies arbóreas nativas.	Plantaciones de pinos estabilizan dunas pero tienen un equerimiento hídrico elevado, con los años bosque nativo coloniza lugar
Vega Interior	Manejo y protección de la vega para mantener la anegación del sistema y la vegetación hidrófila.	Vegetación hidrófila. Refugio para avifauna limícola.
Albufera	Obra de ingeniería para restablecer la conexión hidráulica entre la vega y la albufera (tubos de conexión)	Línea del tren segmenta espejo de agua original

OC	Acción Restauraciones	Descripción / Justificación
Esteros Quintero y Mantagua	Mejorar fiscalización DGA , manejo de caudales y restauración pasiva.	Cursos de agua altamente intervenidos (punteras, tranques, etc.) estero Mantagua extingue su curso de agua superficial debido a las extracciones irregulares
Humedal Mantagua	Eliminación cercos y restauración pasiva. Control y regulación de animales domésticos.	Cercos en el álveo del estuario modifican tasas de sedimentación. Presencia de especies introducidas (caballos, perros, vacas)
Bosque esclerofilo	Manejo, protección y reforestación de fragmentos de especies nativas.	Parches dispersos de diferentes tamaños que brindan refugio y conexión a la fauna nativa.
Vega Salina	Manejo y protección de la vega para mantener la anegación del sistema y la vegetación hidrófila.	Vegetación hidrófila. Refugio para avifauna limícola.
Sistema Dunario	Fiscalización, control camping, prohibir tránsito vehicular en playa, duna y al interior del humedal.	Actividades turísticas y recreativas no reguladas modifican las dunas y la vegetación nativa.

El análisis espacial sirvió para identificar ubicaciones geográficas adecuadas para las respectivas opciones de RPF y estimar la extensión de dichas áreas candidatas. Luego, el análisis técnico se perfeccionará aún más mediante el conocimiento de expertos en reuniones y entrevistas a nivel regional y nacional; un enfoque denominado mapeo de conocimientos (UICN & WRI 2014). Las partes interesadas identificarán los tipos prioritarios de uso/cobertura de la tierra degradada y sus ubicaciones geográficas aproximadas. El enfoque de mapeo de conocimientos también se utilizó para solicitar el conocimiento de las partes interesadas sobre las opciones apropiadas de RPF para diferentes tipos de tierras degradadas.

La definición de las condiciones / parámetros biofísicos y socioeconómicos del Humedal de Mantagua y sus cuencas aportantes, como el uso actual de la tierra y la cobertura de fragmentos de vegetación nativa, permiten establecer una alta correspondencia entre los objetos de conservación, las amenazas y las opciones de RPF respectivas (Tabla 31).

Es casi seguro que la restauración de hábitats y/o ecosistemas dentro de la zona de interés, tendrá algunos impactos ecológicos o ambientales en la riqueza y biodiversidad de las áreas o ecosistemas circundantes. Dentro de los sistemas terrestres, un impacto inmediato será el restablecimiento o expansión de un tipo de hábitat (e.g. vegetación nativa) que anteriormente se perdió en el área o que se redujo por las amenazas y presiones identificadas en esta consultoría. Si bien esto puede ser deseable desde el punto de vista de la restauración, es importante tener cuidado con las acciones de restauración de la biodiversidad (e.g. reemplazo de la vegetación exótica de las dunas) o la localización de los hábitats, antes de comenzar cualquier trabajo de restauración. Si bien planificados, existe la posibilidad que hábitats locales importantes, como vegas, dunas o los humedales, resulten dañados por medidas inapropiadas.

Por otra parte, además de los impactos terrestres de la restauración, habrá cambios adicionales en los sistemas hídricos locales dentro de la cuenca del proyecto de restauración. A veces cambios menores en los sistemas hidrológicos pueden ocasionar cambios en la vegetación circundante. Es probable que se reduzca la escorrentía de agua de los esteros al humedal, en última instancia, a los sistemas marinos,

al igual que una reducción en el sedimento erosionado de hábitats terrestres. Sin embargo, cualquiera que sea la estrategia de restauración a seguir, esta debe contemplar la reducción o eliminación paulatina de las presiones que afectan al ecosistema a restaurar a nivel de la cuenca aportante del Humedal de Mantagua.

6.3.3. Primer Taller de Aplicación de la Metodología ROAM

Con fecha 20 de enero de 2021, se llevó a cabo a través de Google Meet, el primer taller participativo con metodología ROAM del proyecto GEF Humedales Costeros, Piloto Mantagua (correspondiente al segundo taller realizado, pues el primero fue de divulgación). El taller inicia a las 15.00 hrs. y finaliza a las 17.30 hrs.

Al taller asistieron:

- Manuel Contreras López, Jefe de proyecto, Equipo consultor.
- Carlos Zuleta Ramos, Investigador, Equipo consultor.
- Cristián Larraguibel González, Investigador, Equipo consultor.
- Dino Figueroa, Profesional SEREMI Medioambiente, Región de Valparaíso.
- Esteban Araya Silva, Observatorio de la Costa y Humedal de Mantagua.
- Claudia Woywood, Arquitecta.
- Raquel Cabrera Álvarez
- Catalina Olivares Damann, Asistente de investigación, Equipo consultor.

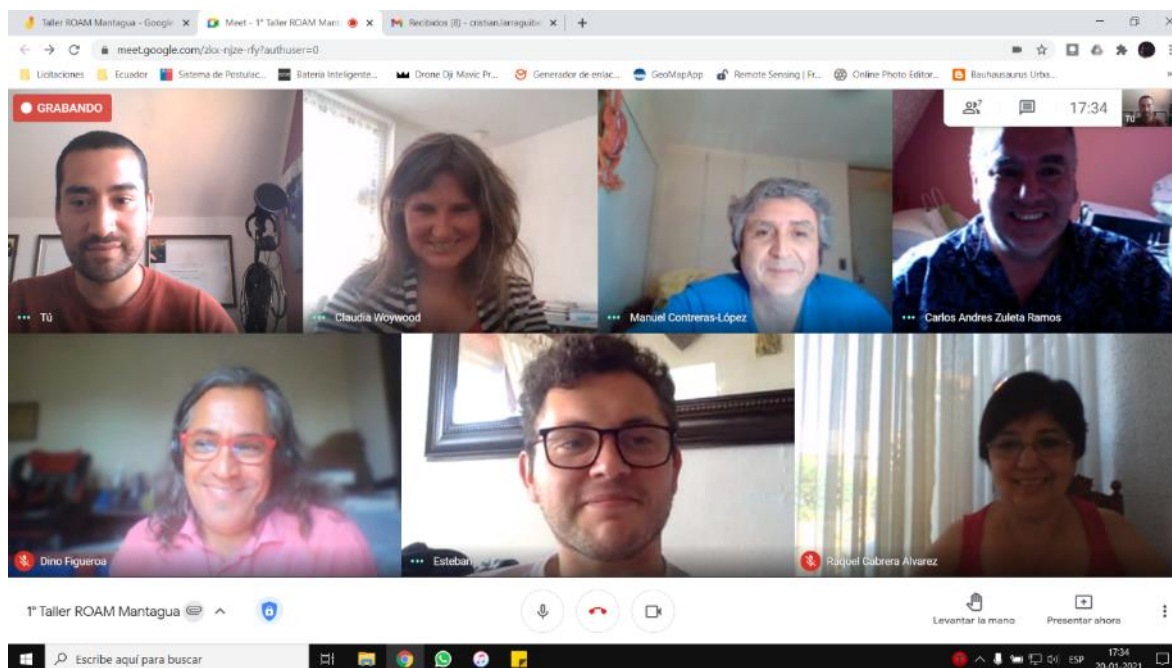


Figura 81. Registro de asistentes 1° Taller ROAM.

Realizó la introducción al taller el Sr. Dino Figueroa, mencionando a grandes rasgos el alcance y objetivos generales de la consultoría.

La presentación del taller la realizaron los Sres. Cristián Larraguibel, Carlos Zuleta y Manuel Contreras, del equipo consultor.

La presentación contempló la explicación del trabajo que se lleva a cabo en la consultoría, los objetivos de esta y las actividades realizadas hasta la fecha para la obtención preliminar de resultados en relación con la delimitación del Humedal de Mantagua, el uso de suelo y la cobertura de la sub-cuenca del humedal, y la definición de las áreas prioritarias a restaurar.

A continuación, se presentaron los objetos de conservación identificados (en dos escalas: filtro fino y filtro grueso) en la cuenca aportante y en el Humedal de Mantagua, junto con las presiones y amenazas identificadas.

Tanto los objetos de conservación como las presiones y amenazas fueron mostrados en una cartografía sobre los límites definidos del humedal y su albufera, en donde se explicaron otros aspectos geográficos de relevancia para el estudio.

Para el fin práctico del taller, se explicó a los asistentes en que consiste la metodología ROAM, el porqué de su elección y la pertinencia de su aplicación. En consecuencia, se dio paso a las actividades participativas del taller, que fueron la generación de dos mapas participativos; uno con la identificación, por parte de los asistentes, de las presiones y amenazas de los que ellos tuviesen conocimiento o hayan sido testigos, y el segundo, con objetos de conservación de su interés, o que no hubieren sido identificados aún por el equipo consultor, y también con oportunidades de restauración que se vislumbren en el territorio.

A continuación, se presenta un listado con los resultados del mapa participativo de presiones y amenazas y luego el listado de objetos de conservación y oportunidades de restauración.

- **Presiones y Amenazas**

- Falta de fiscalización en cobro de entrada a vehículos motorizados por los sectores del camping Gato con Botas y la propiedad privada a nombre de Enrique Gastó. Asimismo, por el sector Las Gaviotas. Se ha denunciado ocultamiento de patentes de los vehículos. También se conoce un ingreso por el predio a nombre de Javier Margas.
- Incendios forestales en el sector de Valle Alegre y fogatas clandestinas en la plantación de pinos que se encuentra a un costado del humedal.
- Falta de coordinación institucional para la fiscalización de actividades no permitidas en torno al humedal y el campo dunar. No existe un protocolo para la fiscalización, por tanto, ante una denuncia, la comunidad no sabe a quién dirigirse. Se debe hacer difusión de las competencias de los servicios pertinentes.
- Falta de coordinación entre los actores del territorio. Existen diversos intereses sobre el territorio, pero muchos son comunes. Se debiese generar un acuerdo entre los propietarios para generar fiscalización. Esto podría generar nuevas oportunidades de protección y/o conservación. Es una forma de manejo y gestión del territorio.
- Extracción de áridos del sistema dunario.
- Propuestas de modificación del trazado vial en PREMVAL: proyecto de ampliación del camino costero, Ruta F-30-E.
- Pérdida de vestigios arqueológicos en la duna por acción humana.

- Municipio no contempla normas que regulen la urbanización en el sector a fin de proteger las quebradas.
- Aumento de la frecuencia e intensidad de marejadas producto del cambio climático.
- Falta de fiscalización a la circulación vehicular en dunas y humedal. Presencia de sitios de acampar irregulares. Presencia de plantaciones de especies exóticas.
- Caza furtiva y pesca ilegal.
- Nuevas ZEUs PREMVAL (2014) en cuencas hídricas.
- Práctica de deportes náuticos en la albufera del humedal y desembocadura del estero.
- Presencia de ganado.
- Presencia de poblaciones de rana africana en el humedal.
- Actividades turísticas no reguladas y falta de fiscalización a las mismas.
- Instalación de rejas en las orillas del humedal (sector propiedad Enrique Gastó).
- Contaminación de distintos tipos (residuos domiciliarios y voluminosos, desechos de campamentos irregulares, vehículos motorizados, entre otros).
- Extracción de áridos del Río Aconcagua.

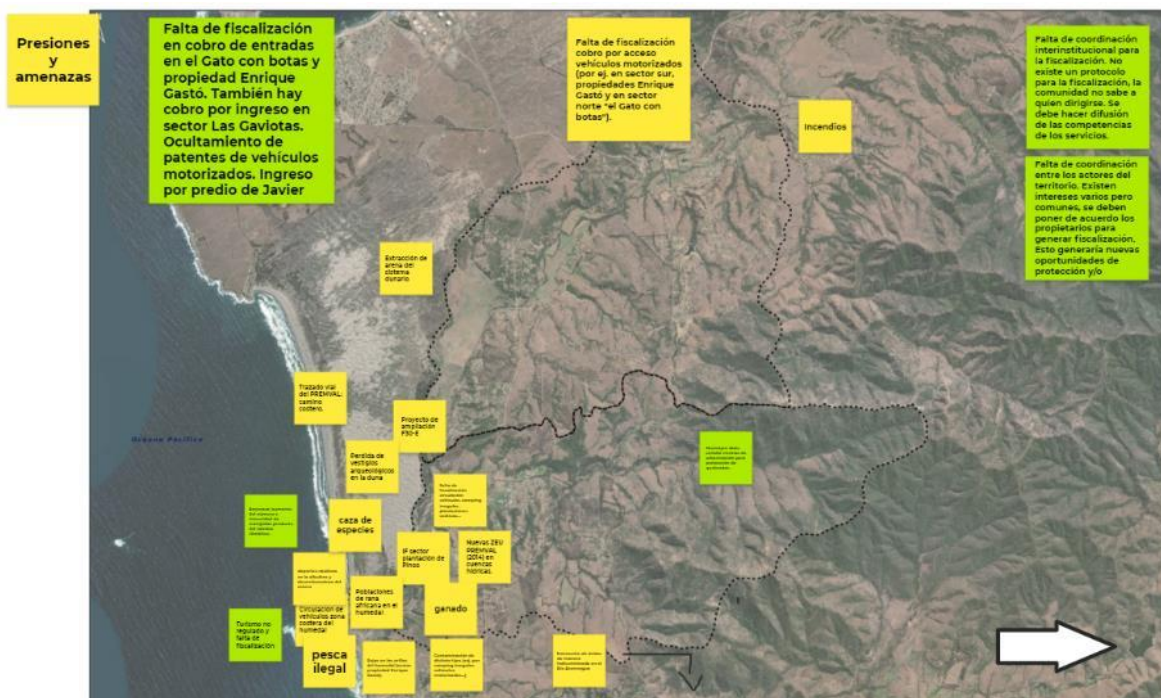


Figura 82. Identificación de Presiones y Amenazas.

● **Objetos de Conservación y Oportunidades de Restauración**

Objetos de Conservación

- Antigua iglesia de importancia patrimonial en sector Santa Julia.
- Conchales de origen indígena en sistema dunario.
- Zonas de nidificación de aves (pilpilén).

- Presencia de aves migratorias.
- Patrimonio Cultural Material: casa patronal de Posada del Parque.
- Presencia de yaca en bosque esclerofilo.
- Bosque esclerofilo costero con presencia de Belloto del Norte.
- Corredores de circulación de Quiques y Zorros.
- Patrimonio cultural "Ciudad Abierta".
- Islote en zona costera con presencia de coral de agua fría.

Oportunidades de Restauración

- Red hídrica subterránea.
- Restauración de esteros para mantener espejo de agua.

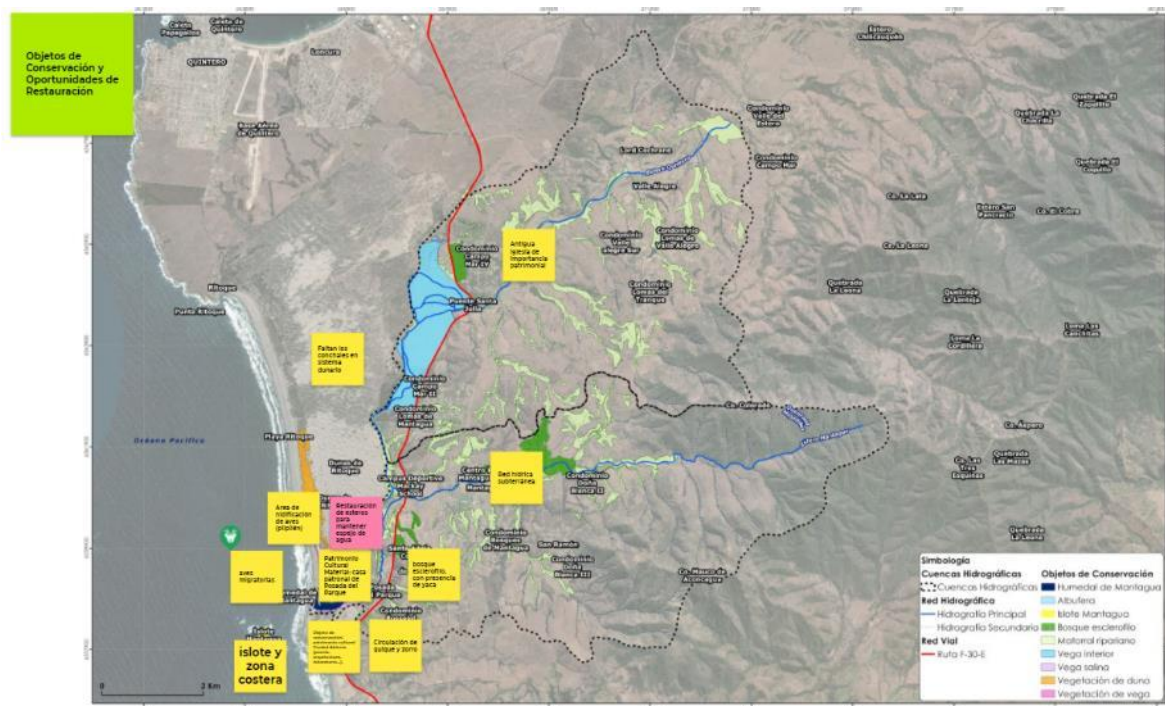


Figura 83. Identificación de Objetos de Conservación y Oportunidades de Restauración

6.3.4. Segundo Taller de Aplicación de la Metodología ROAM

Con fecha 18 de marzo de 2021, se llevó a cabo a través de la plataforma Zoom, el segundo taller participativo con metodología ROAM del proyecto GEF Humedales Costeros, Piloto Mantagua (correspondiente al tercer taller de la consultoría). Al taller asistieron:

- Manuel Contreras López, Jefe de Proyecto, Equipo Consultor.
- Carlos Zuleta Ramos, investigador, equipo consultor
- Cristian Larraguibel González, investigador, equipo consultor
- Catalina Olivares Damann, asistente de investigación
- Aldo Valdivia, Departamento Áreas Silvestres, CONAF
- Rodrigo Figueroa, Director Instituto de Geografía PUCV
- Melissa Pavez, Asesoría Urbana I. Municipalidad Quintero

- Mónica Gastó, propietaria Posada del Parque
- Gonzalo Ibáñez, Investigación y Educación Ambiental de Posada del Parque
- Enrique Gastó, Arquitecto, propietario Posada del Parque
- Verónica Baquedano, Secretaria Regional de la Agencia de Sustentabilidad y cambio Climático, CORFO.
- Stephanie Fischer, Consultora NGEN Ambiental
- José Andrade, SECPLAN I. Municipalidad Quintero
- Elías Luengo, unidad de Gestión Ambiental y Territorial Seremi obras Pública
- Claudia Ponce, Geógrafa, Unidad de Bienes MBN, Región de Valparaíso
- Javier Conejeros Gastó, propietario
- Cynthia Mizobe Alcivar, Departamento Áreas Silvestres, CONAF
- Javiera Meza Herreros, Jefa Sección Conservación de la Diversidad Biológica, CONAF.



Figura 84. Registro de asistentes 2º Taller ROAM.

La introducción al taller fue realizada por el Sr. Manuel Contreras López, quien dio a conocer el contexto en el que se está desarrollando el presente proyecto, y presentó al equipo consultor en su totalidad. La presentación del taller la realizaron los Sres. Manuel Contreras López, Carlos Zuleta y Cristián Larraguibel, del equipo consultor.

El taller se dividió en dos partes, durante la primera fueron presentados los avances del estudio en curso y en la segunda parte se desarrolló una actividad participativa.

Los avances del estudio fueron abordados en tres tópicos:

1. Propuesta de delimitación Humedal de Mantagua
2. Presiones y Amenazas de la cuenca del Humedal de Mantagua
3. Propuesta de Acciones de Restauración en la cuenca del Humedal de Mantagua

Respecto del área de delimitación del Humedal de Mantagua, destacó la comparación vía imagen satelital del área que abarca el humedal, considerando la albufera y su límite costero, donde fue

posible ver la variación del tamaño y disposición del espejo de agua, dependiendo de la época del año y las condiciones del tiempo atmosférico, así como las condiciones de las mareas, que inciden a su vez, en la desembocadura del estero en la zona intermareal y las conexiones del humedal con el mar.

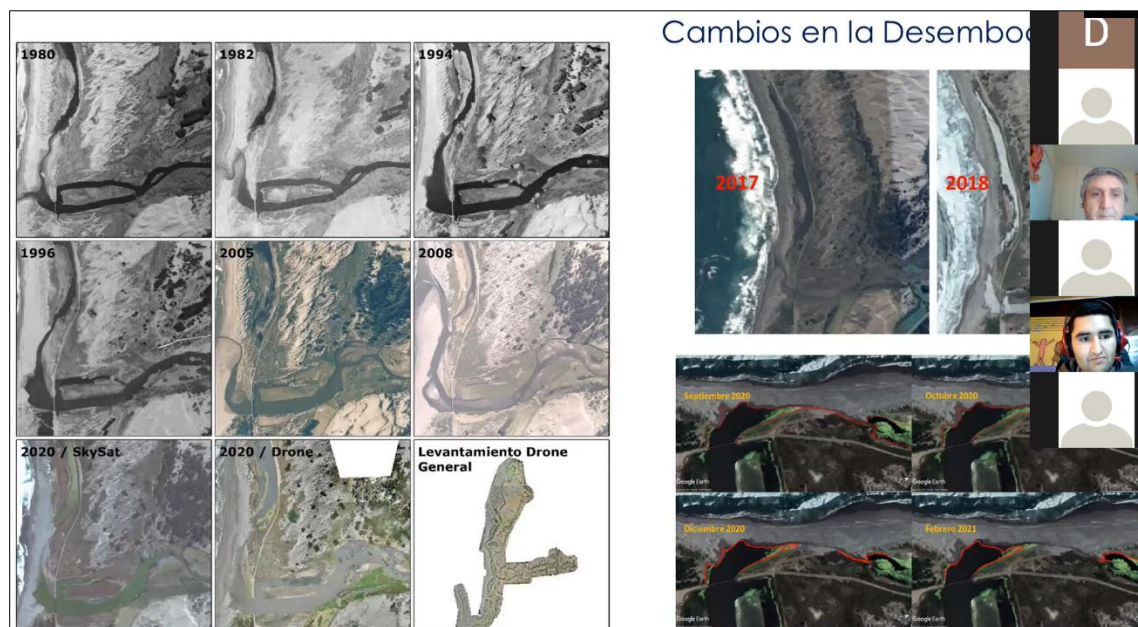


Figura 85. Registro de la presentación realizada en el taller.

Luego, se procedió a explicar las presiones y amenazas identificadas en el humedal y su cuenca aportante, donde se distinguen principalmente:

- Modificación del sistema hídrico
- Urbanización
- Fragmentación y pérdida de hábitat
- Contaminación de suelos y cuerpos de agua
- Contaminación acústica
- Especies exóticas e invasoras

Para explicar cómo afectan estas amenazas al humedal, se presentó una cartografía en donde se muestran ubicadas a lo largo de toda la cuenca aportante de este. De este modo se pudo apreciar como la urbanización representa una de las mayores amenazas para el balance ecológico de la cuenca del humedal, debido a la constante la construcción de condominios.

A raíz de lo anterior se dio a conocer a los asistentes cómo funciona el balance de un ecosistema, y cómo puede verse afectado aún por pequeños cambios. En este caso, las presiones y amenazas ponen en riesgo la continuidad del ecosistema del humedal, ya que en especial las de tipo urbano y ganadero fragmentan el área del humedal, afectando los corredores biológicos dentro del mismo.

Para poder ponderar las antes identificadas presiones y amenazas, es necesario tener como antecedente los objetos de conservación relevantes en el área de estudio, los que fueron mencionados luego, y dados a conocer a los participantes del taller, divididos entre los objetos de conservación de filtro grueso y de filtro fino.



Figura 86. Registro de Presiones y Amenazas presentadas en el taller.

Finalmente, fueron presentadas las propuestas de recuperación para el humedal por parte del equipo consultor. Para ello fue menester explicar de forma breve la metodología con la que se evalúan y ponderan las acciones de restauración, la metodología ROAM, y dar a conocer sus alcances. En particular, se debe explicar que esta metodología plantea un trabajo horizontal entre los actores relevantes en el territorio en estudio, que además plantea el generar un pool de acciones de restauración que no necesariamente deban incluir o desarrollarse en toda el área de estudio, y que éstas deben conducir a llevar el área de estudio a un estado de restauración comparable con un tiempo pasado definido para los fines de evaluación del estudio.

Las acciones de restauración fueron presentadas como necesarias de articular de la siguiente forma:

- Establecer una figura de protección para el Humedal delimitado.
- Coordinar IBA Islote Concón (Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP-MU).
- Coordinar con corredor ecológico Casablanca – Quilpué - Peñuelas (Cerro Mauco).

Lo anterior, considerando que deben ser pensadas acciones de restauración que aborden los conflictos identificados en relación a:

- Vegetación
- Agua
- Playa y Duna

Articular Figuras de Protección

- Establecer una figura de protección para el Humedal delimitado
- Coordinar IBA Islote Concón (Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP-MU))
- Coordinar con corredor ecológico Casablanca – Quilpué - Peñuelas (Cerro Mauco)



Figura 87. Registro de Figuras de Protección presentadas en el taller.

A modo de anexo, se informó acerca de un problema generado durante esta temporada estival y que tiene relación con la disposición de aguas grises en el humedal, situación que está siendo aún estudiada, y en la que el equipo consultor se comprometió a monitorear algunos parámetros de toxicidad del agua.

Una vez finalizada la presentación por parte del equipo consultor, hubo una intervención por parte de un participante del taller sobre cómo se integra en el estudio, y cómo se expresa en las cartografías, las interacciones entre el medio natural (humedal) y el medio antrópico, lo que dio paso a una discusión respecto del tema y lo complejo que es llevar a un mapa las variables ecosistémicas y socioculturales, y sus interacciones para poder plasmar el cómo éstas modelan el territorio.

Una vez finalizada la presentación por parte del equipo consultor se llevó a cabo un taller participativo donde se pidió a los asistentes identificar en una primera cartografía aspectos relativos a la delimitación del humedal, y en una segunda cartografía elevar propuestas de acciones de restauración.

Presentación de resultados mapa participativo

Consideraciones para delimitación del Humedal:

- Considerar terreno de la Corporación Cultural Amereida por las "crecidas" del humedal hacia ese sector.
- Incorporar sectores de vegetación de la vega.
- Considerar una franja de protección en torno al "lecho" por donde circula el agua que abastece al humedal.

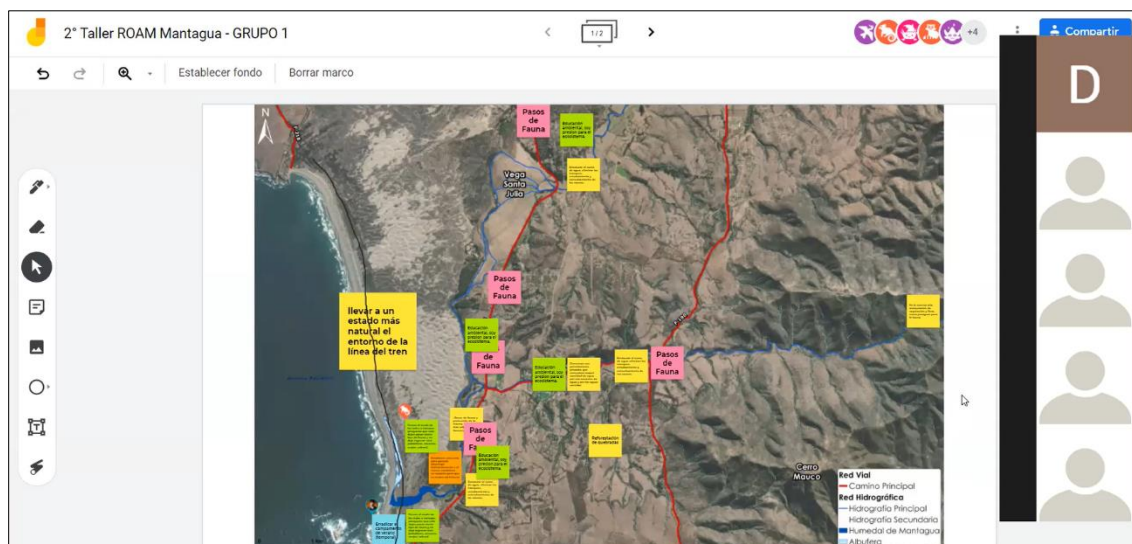


Figura 88. Registro de actividad participativa 2° Taller ROAM.

Consideraciones para acciones de restauración:

- Incluir pasos de Fauna.
- Contemplar acciones de educación ambiental que hablen de como “soy presión para el ecosistema”.
- Restaurar el curso de agua, eliminar los tranques, entubamientos y estrechamientos de los cauces.
- En la cuenca alta, restauración de vegetación, como paraguas para la fauna.
- Llevar a un estado más “natural” el entorno de la línea del tren.
- Restricción de acceso a vehículos a zona de dunas y playa.
- Establecer mecanismo de diálogo con propietarios de predios que consumen mayor cantidad de agua, por uso excesivo de agua y por las aguas servidas.
- Identificar pasos de fauna y protección de esta en las áreas urbanizadas, por ejemplo, en las carreteras.
- Instalación de cercos a modo de redes o trampas pesqueras que permitan pasar cierto tipo de fauna y no deja ingresar otra (caballos, vacunos, ovejas, cabras).
- Reforestación de quebradas.
- Establecer una zona para ganado (restringir definitivamente o al menos delimitar una zona específica para dicha actividad).
- Crear permiso digital para ingreso al área privada, a quien no lo tiene se le cobra multa, de forma de mantener un registro de uso e intensidad. Ejemplo: permisos para áreas protegidas de Francia.
- Control de perros y gatos (esterilizaciones, chipeo, medidas de tenencia responsable (asociada a colaboraciones con actividades de conservación del humedal)).
- Erradicar el campamento de verano (temporal).



Figura 89. Registro de actividad participativa 2° Taller ROAM.

Para el caso de participantes que necesitaron retirarse antes de tiempo del taller, les fue enviado un formulario digital donde pudiesen escribir sus observaciones para la actividad antes descrita. Se recibió una respuesta respecto de la delimitación del humedal por parte de un habitante del sector, en donde menciona que hay sectores dentro de la delimitación presentada por el equipo consultor que no son área de inundación del humedal, y cuáles áreas que si lo serían, no han sido consideradas. Esta observación ha sido registrada y formará parte de la evaluación por parte del equipo consultor.

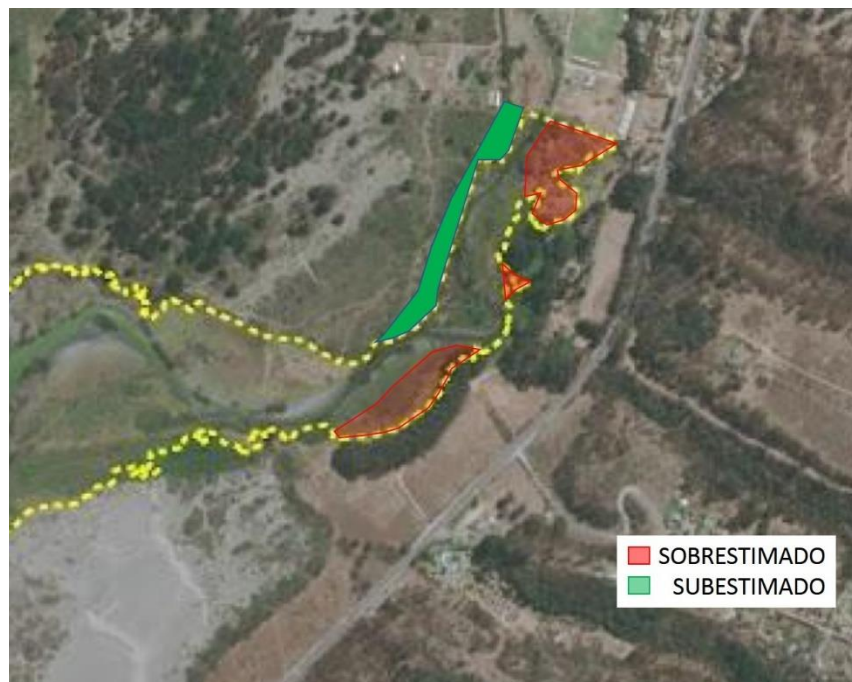


Figura 90. Observaciones enviadas a la delimitación presentada en el 2° Taller ROAM.

6.3.5. Medidas de Gestión Territorial

La degradación de los ecosistemas naturales genera la necesidad de recuperarlos mediante estrategias de conservación y restauración ecológica, para lo cual, es necesario identificar de manera sencilla las zonas a conservar y restaurar, así como de priorizar las actividades a realizar. El objetivo de este trabajo fue identificar las áreas prioritarias que necesitan ser conservadas y restauradas en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Figura 91), mediante la evaluación por expertos de esta consultoría junto con las opiniones de los actores del territorio obtenidas por los talleres ROAM realizados.

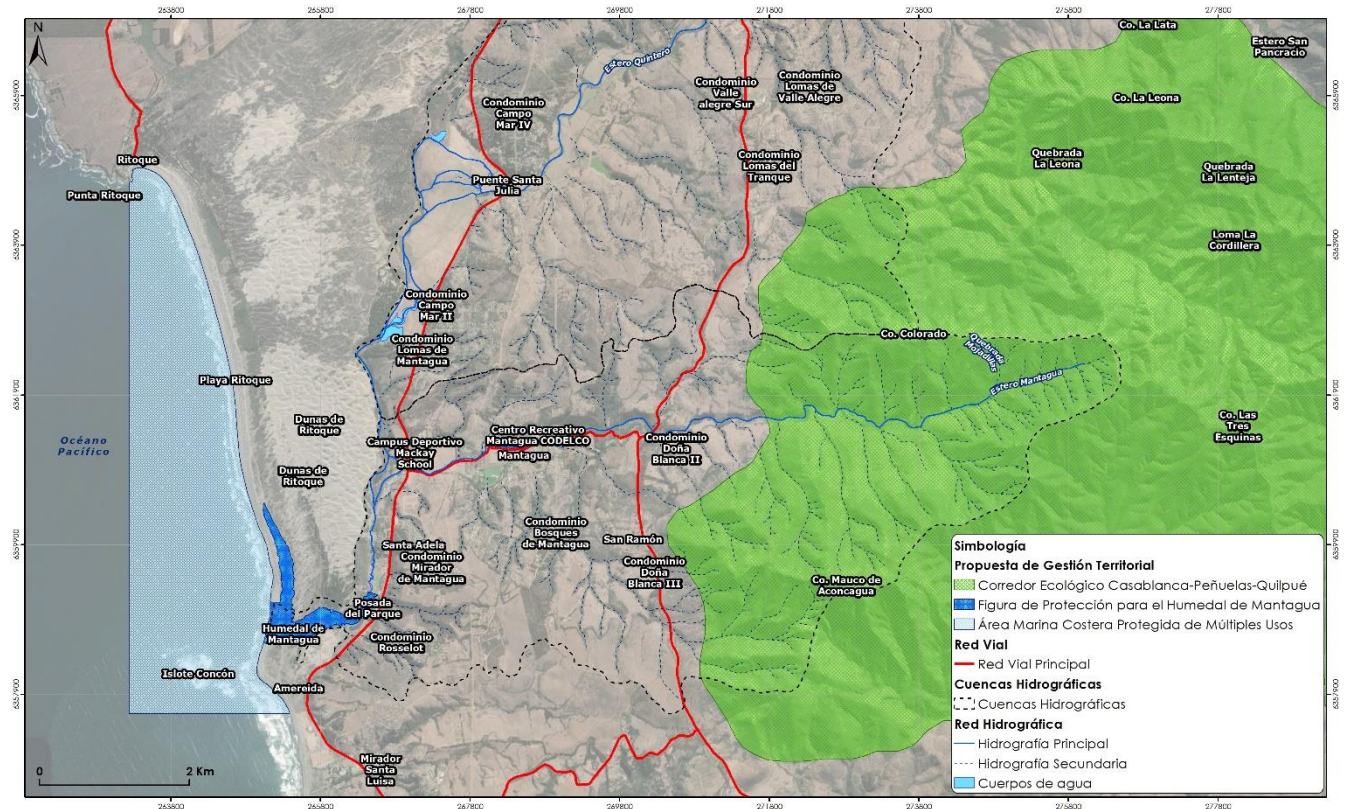


Figura 91. Figuras de Protección identificadas en Taller ROAM en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso).

Se identificaron tres figuras generales de conservación para la zona de interés, las cuales se describen y analizan a continuación:

Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU)

Las Áreas Marinas Costeras Protegidas, corresponde al espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas, terrenos de playas fiscales, flora y fauna, recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado (MMA 2011).

Esta figura tiene como objetivo la preservación, conservación y uso sustentable de los recursos y espacios marinos y terrestres existentes en la zona afectada (Rovira *et al.* 2018). Su administración está

a cargo de una unidad público-privada sin fines de lucro con la participación del Gobierno Regional y otras entidades (Rovira *et al.* 2018).

Una derivación de esta figura lo constituye las Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiple Uso (AMCP-MU), que son áreas geográficas delimitadas puestas bajo protección oficial con el objeto de establecer una gestión ambiental integrada sobre la base del estudio de sus recursos y una modalidad de conservación in situ de los ecosistemas y hábitat naturales, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación que se propongan. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, las AMCP-MU se clasifican como una figura de protección de categoría VI, es decir, su objetivo principal es proteger los ecosistemas naturales, conservar los valores culturales asociados y usar los recursos naturales de forma sostenible (MMA 2011).

Así, bajo esta figura de conservación, la zona marítima y terrestre del Humedal de Mantagua contaría con un sistema de protección, que incluiría el ecosistema de playa con su fauna bentónica y aves playeras asociadas. El islote de Concón, sitio IBA, con sus aves marinas nidificantes y las comunidades de corales de aguas frías, esponjas y actinias del área marina adyacente. La albufera, las dunas costeras, y la desembocadura del estuario, con su biodiversidad característica y sus variados servicios ecosistémicos. Un AMCP-MU en la zona de interés, permitiría la conservación integrada de los ecosistemas y comunidades, así como el desarrollo integral del territorio del Humedal de Mantagua y zonas adyacentes. Cabe destacar que en el segundo taller de validación, todos los participantes estuvieron de acuerdo con esta figura.

IBA-Islole Concón

Las áreas importantes para la conservación de las aves (AICA) o Important Bird Area (IBA) por sus siglas en inglés, es un programa de BirdLife International para la identificación, documentación y conservación de sitios críticos para las aves a nivel mundial (Devenish 2009).

La iniciativa surgió de BirdLife International en 1985 como una herramienta para la conservación y con el objetivo de que todas las áreas importantes para la conservación de las aves puedan contar, en algún momento, con alguna forma de protección legal. La figura de AICA ha tenido reconocimiento mundial; fue incorporada en la legislación de la Unión Europea, en reservas privadas y en proyectos de conservación (Devenish 2009).

Las IBAs propuestas en Chile han sido identificadas en base a 134 especies. Un total de 81 sitios han sido propuestos para el criterio A1 con 45 especies (amenazadas o Casi Amenazadas); 42 sitios han sido propuestos para A2 (de área de distribución restringida),

A través de 25 especies restringidas a cinco Áreas de Endemismo para Aves, 55 sitios han sido propuesto bajo A3 (especies restringidas a biomas) por medio de 68 especies restringidas a los 4 biomas presentes en el país y, finalmente, 74 sitios han sido propuestos para el criterio A4 (especies congregatorias), con un total de 67 especies nativas (Devenish 2009).

La IBA n° 36 Islole Concón propuesto bajo el criterio A1, es una pequeña isla rocosa que tiene una superficie de 12 hectáreas, donde encontramos colonias de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), una importante y variada población de aves marinas como el cormorán guanay (*Leucocarbo bougainvillii*), la gaviota inca (*Larosterna inca*) (Simeone *et al.* 2003), y del cormorán gris

o lile (*Phalacrocorax gaimardi*) entre otras (Frere *et al.* 2004). Algunas de dichas especies (*S. humboldti*, *L. Inca* y *P. gaimardi*) se encuentran en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (2020).

También, el islote Concón alberga en su área marina adyacente una importante comunidad de corales de aguas frías, esponjas y actinias, así como de una variedad de recursos bentónicos. Lamentablemente, no se ha llevado a cabo ninguna o muy pocas acciones de conservación y menos de planificación de gestión para la integridad ecosistémica del islote. Su incorporación a un futuro AMCO-MU de Mantagua, le proporcionaría una figura legal y efectiva de conservación.

Santuario de la Naturaleza y Humedal Urbano

Al Consejo de Monumentos Nacionales le corresponde la tuición de una de las categorías con que Chile protege su patrimonio natural: Santuario de la Naturaleza. Los SN son sitios terrestres o marinos que ofrecen condiciones y posibilidades especiales o únicas, para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o ecológicas, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado (MMA 2011).

En 2010 se promulgó la Ley N° 20.417 que creó el Ministerio del Medioambiente y se modificó el artículo 31 de la Ley de Monumentos Nacionales, creándose el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. A este último se le facultó para proponer al Presidente de la República la creación de nuevas áreas protegidas en cualquiera de sus categorías, incluida SN, administrada por el CMN. En ese escenario, a través de su Comisión de Patrimonio Natural, el CMN debe pronunciarse remitiendo un informe técnico sobre nuevas declaratorias que dentro de esta categoría haga el Ministerio del Medio Ambiente.

Por otra parte, la Ley N°21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, tiene por objeto regular de manera específica los ecosistemas de humedales dentro de áreas urbanas (humedales total o parcialmente dentro del límite urbano) e introducir en la legislación nacional, el concepto de humedales urbanos, en virtud de la gran relevancia que estos ecosistemas tienen para las ciudades, como áreas verdes, espacios para la recreación, control de inundaciones, mitigación al cambio climático, entre otros; y las fuertes amenazas bajo las cuales se encuentran.

Asimismo, la Ley entrega a los municipios herramientas concretas que permitirá proteger los humedales urbanos, a través de la elaboración de Ordenanzas Generales para la protección de humedales urbanos y la postergación de permisos de subdivisión predial, loteo, urbanización y de construcciones. Además, esta ley modificó la LBGMA N° 19.300 en el Art. 10, literales p), q), r) y crea una nueva letra s), y establece que los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente deben ser incluidos en los Instrumentos de Planificación Territorial a toda escala como "área de protección de valor natural".

En el marco de esta consultoría se ha constatado y levantado nueva evidencia de los valores de conservación del Humedal de Mantagua, para declararlo bajo la figura de Santuario de la Naturaleza y de humedal urbano. El atributo principal que justifica la declaración de este Santuario corresponde a la riqueza y singularidad de la biodiversidad contenida en el sector. El Humedal de Mantagua fue categorizado en 2005, como Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Valparaíso (CONAMA-PNUD 2005), actualmente es reconocido como Sitio de Alto Valor para la Biodiversidad (PUCV & UPLA 2015). En relación con la fauna silvestre el Humedal de Mantagua es

considerado parte del Corredor Biológico del Litoral Costero de Chile e integrado el Corredor Biológico de toda América, mediante la ruta migratoria de las aves del hemisferio norte que visitan Chile en primavera para pasar el invierno boreal. Recientemente, en 2019 fue reconocido por la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos como un "Área de Importancia para la Conservación de Murciélagos" (AICOM 2019).

También, este humedal ha sido propuesto como Santuario de la Naturaleza (Geoneyen 2020), pero la oficialización de esta figura ha tenido diversas dificultades administrativas y técnicas, por lo que es factible explorar la protección de este sistema bajo la nominación de humedal urbano, dado que efectivamente se encuentra dentro de un área de expansión urbana, muy próximo al Gran Valparaíso y además cuenta con una creciente urbanización de la zona. El Humedal de Mantagua provee de variados servicios ecosistémicos (Tabla 20) a las comunidades locales de la zona de interés, tales como protección de zonas urbanas frente a eventos extremos -como inundaciones y sequías, la regulación del clima, así como sumidero de fuente de agua y alimento.

La creación del SN de Mantagua y/o humedal urbano protegido, aportará a la conectividad hídrica y de la biota del Corredor Ecológico Casablanca-Peñuelas-Quilpué. Así mismo, ampliaría la superficie protegida de sus ecosistemas que aún están insuficientemente representados en el SNASPE. También, permitiría hacer frente al avance de las ciudades y la construcción inmobiliaria ante el vacío legal existente hasta ahora para el resguardo de los ecosistemas acuáticos. En resumen, el SN-humedal urbano de Mantagua contiene varios ecosistemas de alta fragilidad (e.g. humedales) y escasa representatividad (e.g. dunas litorales) en el SNASPE; por lo que es posible encontrar varias formaciones vegetales y algunas especies clave (e.g. carnívoros) de los ecosistemas, situación que sin duda incrementa el aporte de este sitio a la conservación de la biodiversidad regional y nacional.

Corredor Ecológico Casablanca-Peñuelas-Quilpué

Un corredor ecológico es un espacio geográfico limitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados y a su vez asegura el mantenimiento de la diversidad biológica, los procesos ecológicos y evolutivos (Hilty *et al.* 2019).

El Corredor Ecológico Casablanca-Peñuelas-Quilpué, se encuentra en la Región de Valparaíso y corresponde a los cordones montañosos que delimitan el Valle de Casablanca y parte de las cuencas de los esteros Marga Marga (hacia el noreste) y El Membrillo (hacia el suroeste). Tiene una superficie aproximada de 63.132 hectáreas y abarca las comunas de Casablanca, Quilpué, Valparaíso y Algarrobo. El corredor se ve delimitado por una serie de altas cumbres de la cordillera de la costa que alcanzan hasta los 1.400 m.s.n.m, específicamente en el Cerro El Mauco, que se encuentra en el sector sureste del corredor.

Así, el brusco enfriamiento que reciben las masas de aire provenientes desde el oeste al pasar por sobre las frías aguas de la corriente de Humboldt provoca la condensación de vapor de agua, generando neblinas densas que logran penetrar unos 25 km hacia el interior del continente, empujadas por la brisa marina. Este vapor emanado desde la superficie del océano es retenido por la capa de inversión térmica, que obstaculiza su ascenso hacia la alta tropósfera. Es de especial relevancia la formación de estas neblinas en sectores elevados de la cordillera de la costa situados muy próximos al mar, pues en estos casos el relieve provoca un brusco ascenso de las masas cargadas de vapor provenientes del océano, forzando la condensación de este durante el ascenso. A raíz de esta condensación se forman

nubes rasantes frecuentes en algunos sectores costeros altos, que favorecen la formación de comunidades vegetales nativas sustentadas por el depósito de agua que la neblina hace sobre las hojas, humedeciendo el suelo superficial por simple goteo. Este fenómeno les da un carácter notablemente más húmedo a las zonas costeras en relación con su pluviometría real.

Las cuencas del cerro Mauco es un corredor biológico para varias especies de fauna nativa, particularmente felinos, que se desplazan entre la cordillera de la costa y el borde marítimo. Las cuencas del cerro Mauco contienen un amplio sector de vegas y una laguna costera. Se incluye, además, un conjunto de embalses pequeños de distribución en el área de interés y su cordón montañoso se articula naturalmente con el corredor ecológico Casablanca–Peñuelas–Quilpué. El cerro Mauco provee de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos, servicios culturales, senderismo y servicios turísticos entre otros.

6.3.6. Áreas prioritarias a restaurar

La degradación de los ecosistemas naturales genera la necesidad de recuperarlos mediante estrategias de restauración ecológica, para lo cual, es necesario identificar de manera sencilla las zonas a restaurar, así como de priorizar las actividades a realizar. El objetivo de este trabajo fue identificar las áreas prioritarias que necesitan ser restauradas en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Figura 75), mediante la evaluación por expertos de esta consultoría junto con las opiniones de los actores del territorio obtenidas por los talleres ROAM realizados.

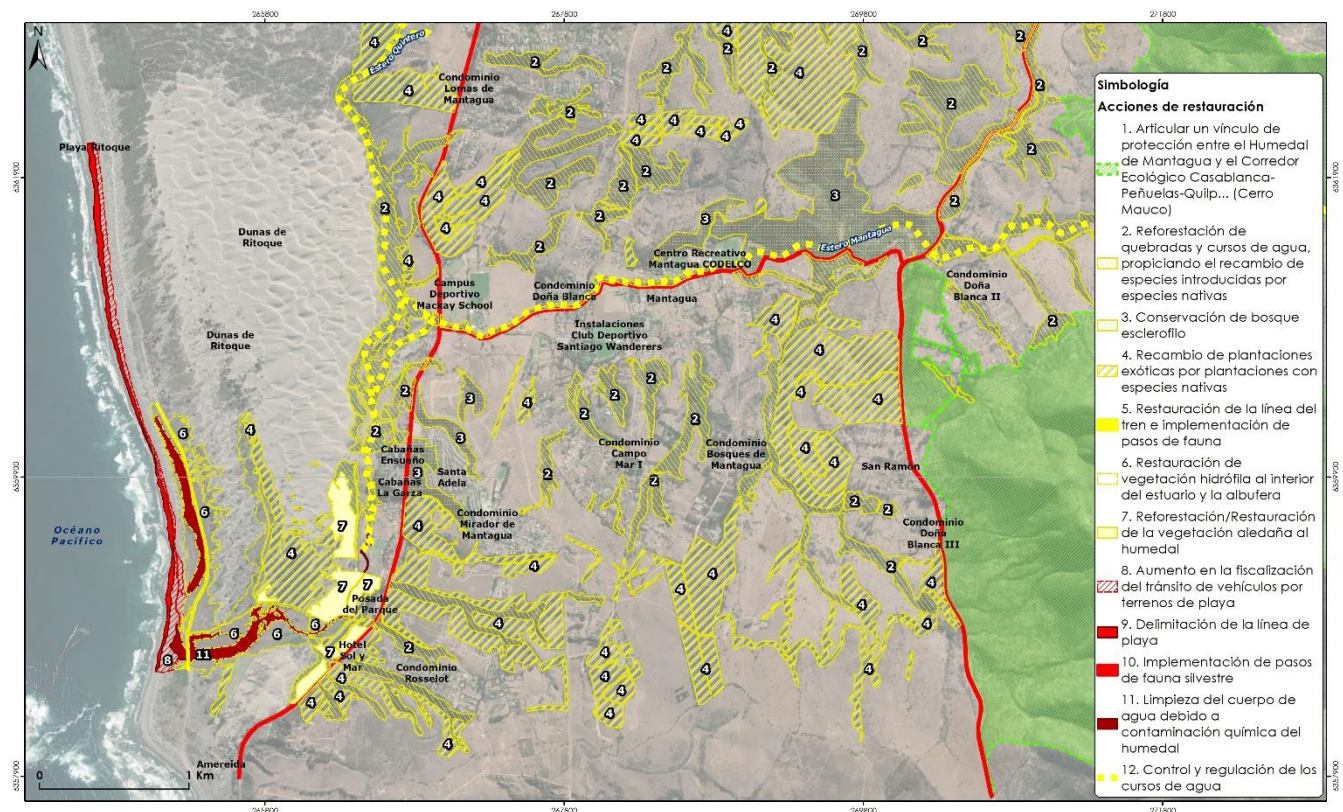


Figura 92. Acciones de restauración identificadas en las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua (Quintero, Región de Valparaíso) durante el desarrollo Taller ROAM.

Se diseñó un modelo cartográfico (mapa semáforo) para crear el mapa de áreas prioritarias para la restauración ecológica (Figura 92), el cual se complementó con el aporte de los actores locales consultados. En el mapa se incluyen las acciones de restauración propuestas para las zonas urbanas, carreteras y principales caminos, cuerpos y corrientes de agua (esteros), entre otros.

Se identificaron 9 acciones de restauración para la zona de interés a las que se agregan 3 medidas administrativas tendientes a eliminar disturbios que actualmente presionan y degradan el humedal. Estas medidas, aun cuando no son acciones de restauración propiamente tal, se han incorporado en el análisis pues su implementación facilitará procesos de restauración pasiva. Así, el listado final es de 12 medidas (Figura 92), las principales se describen y analizan a continuación:

1. Vinculación de protección entre Humedal de Mantagua y corredor Casablanca-Peñuelas-Quilpué.

Las cuencas del cerro Mauco es un corredor biológico para varias especies de fauna nativa, particularmente felinos, que se desplazan entre la cordillera de la costa y el borde marítimo. Las cuencas del cerro Mauco contienen un amplio sector de vegas y una laguna costera. Se incluye, además, un conjunto de embalses pequeños de distribución en el área de interés y su cordón montañoso se articula naturalmente con el corredor ecológico Casablanca-Peñuelas-Quilpué. El cerro Mauco provee de variados servicios ecosistémicos como provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos, servicios culturales, senderismo y servicios turísticos entre otros.

Así para la vinculación del corredor Casablanca-Peñuelas-Quilpué con el Humedal de Mantagua, se hace necesario conservar y restaurar las quebradas y cursos naturales de agua con especies vegetales nativas, para asegurar la escorrentía de las neblinas y el escurrimiento del agua superficial a los acuíferos. Una estrategia comprobada para aumentar la conectividad entre diferentes zonas naturales es la restauración de las riberas de los cursos de agua con reforestación de especies nativas que permiten el desplazamiento de la fauna dentro de una matriz urbana-agrícola (Rojas *et al.* 2020).

2. Reforestación de quebradas y cursos de agua

Las quebradas presentes en el sector son las primeras en recibir la influencia de la humedad del mar, por lo que este tipo de sistemas, por su vegetación y encajonamiento, son verdaderos refugios de la avifauna nativa de Chile central. En este sentido, hay que entender al ecosistema de quebradas como un complejo sistema en equilibrio en el que tanto el agua superficial como las napas subterráneas, así como el suelo relativamente pobre, son los elementos constitutivos que la definen.

Las quebradas costeras forman parte de microcuencas de captación en donde las aguas superficiales del área de captación drenan a las zonas bajas. Las quebradas reciben, transforman, almacenan y exportan a otras unidades del paisaje materia orgánica, nutrientes y energía en las redes tróficas (Bustamante *et al.* 2011). Las formaciones de bosque esclerófilo presente en las quebradas aledañas a los cursos primarios y secundarios de la cuenca, se encuentran en un estado adecuado de conservación y son cruciales como corredores biológicos naturales de la fauna para carnívoros y felinos nativos, además de albergar una variada avifauna como *Cinclodes fuscus* (churrete acanelado), *Phleocryptes melanops* (trabajador), *Asthenes humicola* (canastero), *Leptasthenura aegithaloides* (tijeral), *Scytalopus fuscus* (churrín del norte), *Anairetes parulus* (cachudito) y otras especies que aprovechan el resguardo de la cobertura arbórea.

La restauración de la vegetación ribereña de los cursos de agua, bajo la implementación de la regulación forestal existente, podría mejorar la conectividad para un amplio rango de especies de fauna, con requisitos mínimos de tamaño de hábitat a restaurar (Rojas *et al.* 2020). Varios estudios también sugieren que existe cierta flexibilidad en los tamaños de las zonas de amortiguamiento que, de restaurarse, aumentaría la conectividad del hábitat (Capon *et al.* 2013). Esta flexibilidad podría ayudar a aliviar el costo social y económico de implementar la restauración del hábitat en tierras productivas.

3. Conservación del bosque esclerofilo

En las cuencas aportantes del Humedal de Mantagua son escasas las masas de vegetación natural bien conservadas, pues, como la mayoría de las zonas mediterráneas, está muy poblada y transformada por el hombre. De la antigua vegetación boscosa solo quedan fragmentos de diferentes tamaños, particularmente en quebradas húmedas o zonas empinadas. Son bosques esclerofilos siempreverdes representados por árboles como *Cryptocarya alba* (peumo), *Beilschmiedia miersii* (belloto) y *Peumus boldus* (boldo).

En este sector se observa una variedad de aves especialistas de bosques como *Picooides lignarius* (carpinterito), *Bubo magellanicus* (tucúquere), *Tyto alba* (lechuza), *Zonotrichia capensis* (chincol), *Scytalopus fucus* (churrín del norte), *Scelorchilus albicollis* (tapaculo), *Glaucidium nanum* (chuncho) y otras especies que aprovechan el resguardo de la cobertura arbórea. El bosque esclerofilo proveen variados servicios ecosistémicos como corredores biológicos, provisión de biodiversidad, captación de agua e infiltración de acuíferos menores, captura y almacenamiento de carbono, entre otros. También la utilización de estos remanentes boscosos como alternativa de restauración de paisajes agroforestales es importante a considerar. Este enfoque implica la conservación y/o plantación de núcleos de árboles nativos, que incrementan la biodiversidad y proporcionan una variedad de servicios ambientales (Rey Benayas *et al.* 2008, Decocq *et al.* 2016). Estos núcleos actúan como fuentes de propágulos de especies forestales, acelerándose el desarrollo de los matorrales y bosquetes. Si los campos de alrededor son utilizados para cultivos y pastos, los núcleos pueden incrementar el valor de conservación del paisaje y ofrecer un potencial de generación de recursos económicos (Rey Benayas *et al.* 2008, Decoca *et al.* 2016).

4. Reforestación de dunas con plantaciones nativas

Los sistemas dunares costeros han sido uno de los ecosistemas más alterados a causa de la creciente presión humana sobre los espacios litorales, que en las últimas décadas se han convertido en un producto turístico. Los sistemas dunares son hábitats sensibles a la visitación peatonal y vehicular, a las gestiones no planificadas y el pisoteo excesivos del ganado. Todo lo cual, desencadena procesos erosivos a lo largo del período estival.

Por sus características dinámicas de sustrato arenoso en movimiento, las dunas se encuentran muy afectados por las actividades relacionadas con el mantenimiento de las playas, tales como la limpieza mecánica o la retirada de materia orgánica. Esto facilita la reactivación de procesos dinámicos que distorsionan y afectan al balance sedimentario, muchos de ellos de tipo erosivo (Gallego-Fernández *et al.* 2011)

Los principios y técnicas de la restauración dunaria es simple: se trata de recuperar arena y vegetación asociada. Realizar medidas que estabilicen el sustrato movilizado por la falta de vegetación que lo fije, que detengan la arena y que permitan el crecimiento de la vegetación, que no se puede establecer sobre un sustrato arenoso desnudo, móvil y muy inestable (Gómez-Piña *et al.* 2002). Al mismo tiempo, se colocan cordones o vallas para evitar el pisoteo del ganado y peatones, que suele ser la principal causa de degradación. La restauración de la vegetación dunaria, que crece con notable rapidez, permite que en pocos años se puede conseguir un sistema dunario bastante estructurado.

Sin embargo, el éxito de la restauración depende de múltiples factores, condicionados por las características geoambientales locales. Analizar con detalle la evolución espacio-temporal del sistema, su régimen eólico, temporales marítimos y fluviales, condicionará las medidas a desarrollar (Gómez-Piña *et al.* 2002).

5. Restauración de la albufera y pasos de fauna

La albufera corresponde a una laguna costera que corre paralela al mar, inundando la depresión que se encuentra entre un importante cordón dunar estabilizado y la línea ferroviaria. La albufera de Mantagua no se conecta directamente al mar, debido a la protección que ejercen las dunas costeras. Sin embargo, se conecta al estuario preferentemente en época invernal (por ser un estuario de barra cerrada) y cuando esta conexión se sostiene y la desembocadura del estuario se abre, recibe aportes de agua marina especialmente en condiciones de marea llanante.

La restauración de este ecosistema implicaría la conexión hidráulica entre la vega adyacente que corre paralelo a la vía férrea, mediante tubos debajo de la actual línea ferrera, que la conecten en algunos puntos de su trayectoria. Si los tubos son grandes, además de la conexión hídrica permitiría el paso de fauna menor entre la vega y la albufera (Beckmann *et al.* 2010).

6 y 7 Restauración de vegetación hidrófila del humedal

Se considera aquí la restauración de la vegetación al interior del estuario (medida 6) y aldeñada al humedal dentro de la cuenta, incluyendo todos los cuerpos de agua: albufera, desembocadura, estuario, esteros, vegas (medida 7).

Existen numerosos casos en los cuales, una vez han cesado las alteraciones o impactos sobre un humedal, las comunidades vegetales frecuentemente se recuperan espontáneamente; incluso en aquellos que sufrían graves alteraciones (Montes *et al.* 2007).

La recuperación del régimen acuático de un humedal (flujo, nivel de agua y periodicidad de las inundaciones) es siempre uno de los medios más efectivos para conseguir la recuperación de las plantas acuáticas. Detener la cosecha y pastoreo en torno a los humedales, eliminar especies exóticas, así como adoptar prácticas agrícolas sostenibles en la cuenca en la que se ubica el humedal son otras de las medidas que pueden ayudar a la recuperación natural de los humedales (Gattenlöhner *et al.* 2004).

Si las alteraciones que han provocado la degradación del humedal son recientes, entonces las semillas y otros propágulos continúan presentes, así la restauración vegetal sucederá de un modo natural. Dado que obtener el material para la repoblación podría ser difícil, algunos autores recomiendan esperar un

año o más y observar si la recolonización sucede de un modo natural. Si no aconteciera, habría que considerar otras estrategias como realizar plantaciones para recuperar las comunidades vegetales (Gattenlöhner *et al.* 2004). Igualmente se deben varios otros factores como el buen estado del sedimento o sustrato y que las aves u otras especies naturales no estén impidiendo el crecimiento de las plantas del humedal (Montes *et al.* 2007).

8. Fiscalización

- **Medidas de fiscalización playa**

El tránsito vehicular en zonas costeras provoca la destrucción de nidos de aves, atropello de polluelos, entre otras perturbaciones a las especies que allí habitan. Lo anterior, pone en peligro el ciclo de vida de las aves, muchas de ellas migratorias, la biodiversidad en general y altera seriamente el paisaje, a pesar de que desde enero de 1998 está prohibido el ingreso y tránsito de vehículos motorizados en playas, dunas costeras, litorales, ríos y lagos, establecida en la Orden Ministerial N°2 del Ministerio de Defensa y la -entonces- Subsecretaría de Marina.

Los encargados de fiscalizar estas perturbaciones al ecosistema de playa del Humedal de Mantagua serían, los funcionarios de la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático, las Gobernaciones Marítimas, las Capitanías de Puerto y el OS-5 de Carabineros. Estos pueden acudir por denuncias o por su propia iniciativa de fiscalización, particularmente en áreas protegidas. Igualmente existe la responsabilidad por la modificación o intervención grave de un ecosistema natural (e.g. humedal de playa) por daño ambiental, que considera que toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes" (art. 2° letra e) de la LBGMA), constituye un delito que puede ser derivado a los tribunales ambientales del país.

- **Medidas de fiscalización cursos de agua**

La protección de los cauces de aguas como los esteros de Mantagua y Quintero están amparados en el Código de Aguas, únicamente como soportes del escurrimiento del agua natural. Quién debería fiscalizar la intervención de los cursos de agua naturales, sería la Dirección General de Aguas (DGA) que debe autorizar cualquier tipo de intervención que implique una modificación de un cauce. También, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), cuando un curso de agua o humedal esta considerado dentro de un Plan Maestro de Infraestructura de drenaje de aguas lluvias. Igualmente existe la responsabilidad por intervención de los cauces naturales por daño ambiental, que considera que toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes" (art. 2° letra e) de la LBGMA), constituye un delito que puede ser derivado a los tribunales ambientales del país.

9. Delimitación de la línea de playa

La playa de Ritoque es una de las playas que presenta mayor erosión en Chile (MMA 2019), lo que significa que año a año ha retrocedido, perdiéndose parte de la zona intermareal y reduciendo significativamente el terreno de playa, que ahora es afectado por eventos sobrepaso ante eventos extremos de marejadas (Martínez *et al.* 2018). Esto significa que se debe realizar una actualización de la línea de más alta marea para interpretar correctamente aquellos dominios de propiedad que colindan con el océano Pacífico. Este es un procedimiento regulado por la Armada de Chile.

10. Implementación de pasos para la fauna en caminos principales

Las infraestructuras lineales (ferrocarriles y carreteras) dividen el territorio fragmentando los hábitats naturales y creando barreras que impiden el desplazamiento de la fauna. Si bien al construir una carretera el área afectada de modo directo puede parecer relativamente pequeña, estas se extienden por miles de kilómetros, convirtiéndose en una gran brecha. La fragmentación es una alteración de un paisaje natural que implica la generación de discontinuidades entre los hábitats del sistema (Beckmann *et al.* 2010).

Tradicionalmente las medidas implementadas consistían en impedir el acceso de los animales a la calzada o las vías por medio de vallas, lo que empeoraba los procesos de fragmentación. En la búsqueda por proteger la fauna y evitar la fragmentación de los ecosistemas, surgen los denominados pasos de fauna. Estas estructuras permiten a los animales cruzar las barreras impuestas por el ser humano, favoreciendo la conectividad ecológica. De esta forma se ayuda a la fauna a tener un punto de conexión entre dos áreas, a las que de otra forma no podría acceder de forma segura (Beckmann *et al.* 2010).

Los pasos de fauna permiten conectar zonas separadas por la actividad humana, lo que promueve a que distintas poblaciones puedan intercambiar flujo génico y relacionarse, además de buscar recursos y recuperar la amplitud de sus territorios (Bissonette & Adair 2008).

Son múltiples las opciones de pasos de fauna desarrollados, pero dependiendo del tipo de especies o condiciones del lugar se deben implementar la más adecuadas. Algunas de las estructuras más comunes son: pasos superiores específicos para fauna, pasos superiores multifuncionales, pasos inferiores específicos para grandes mamíferos, pasos inferiores multifuncionales, pasos inferiores específicos para pequeños vertebrados, drenajes adaptados para animales terrestres, drenajes adaptados para peces y pasos para anfibios, entre otros (MAAMA 2015). Sin embargo, antes de cualquier intervención hay que estudiar detalladamente los pasos potenciales de fauna y el tipo de conectividad a desarrollar (e.g. animales acuáticos o especies arbóreas) en la zona de interés (Bissonette & Adair 2008).

11. Limpieza del estuario por evento de contaminación

La ocurrencia de las descargas de sustancias contaminantes por el vertido de baños químicos y fosas sépticas que se constató ocurrió en múltiples oportunidades durante el desarrollo de esta consultoría, debe ser controlada. Para ello se propone una acción del retiro mecánico de los suelos y fondos de estuario donde se depositaron las fecas y químicos contaminantes. Estas sustancias químicas, por tener un pH bajo 7, han quemado por acidez la vegetación inmediata a los puntos de vertidos y se encuentran actualmente percolando a la napa, poniendo en serio riesgo la sustentabilidad del humedal. Además, el gran volumen de fecas, impone una carga orgánica innecesaria al sistema. Posterior a la extracción de las sustancias químicas y orgánicas contaminantes, se debe reponer la vegetación afectada.

12. Control y regulación de los cursos de agua

Es necesario realizar una fiscalización por parte de la DGA en el estuario Mantagua, verificando los derechos de aguas y la eliminación de todas las tomas de agua irregulares existente. Además, se deben remover los maderos, malezas y mallas de la parte baja de los cercos existentes actualmente en el álveo del estuario, pues su presencia se encuentra alterando el flujo hidrodinámico natural del Humedal de Mantagua.

6.4. Priorización Medidas de Restauración

Para priorizar las medidas de restauración, e identificar su prelación en el tiempo, se consideraron cuatro criterios:

- Priorización temporal: Identificación del orden lógico de las medidas.
- Factibilidad: Considerando las capacidades técnicas y humanas disponibles.
- Costos: Considerando las actividades y el tiempo que demanda la medida.
- Efectividad: Posibilidad que la medida sea exitosa.

La categorización realizada se resume en la Tabla 32.

Tabla 32. Categorización de medidas de restauración realizada para su priorización.

Medida	Tipo	Priorización Temporal	Factibilidad	Costos	Efectividad
1. Vinculación de protección entre Humedal de Mantagua y corredor Casablanca-Peñuelas-Quilpué.	Administrativa: propicia restauración pasiva.	Alta	Alta, se trata de una medida administrativa	Bajos, se coordina con instrumentos ya existentes, como por ejemplo programa reforestación bosque nativo CONAF y campañas de difusión a la comunidad	Media. Depende de a voluntad de los dueños de predios a lo largo de la cuenca
2. Reforestación de quebradas y cursos de agua	Restauración Vegetal Activa	Alta	Alta	Medio, se requieren propágulos, diseñar un plan y ejecutarlo, y campañas de difusión a la comunidad	Media. Depende de la voluntad de los dueños de predios para no alterar quebradas
3. Conservación del bosque esclerofilo	Restauración Vegetal Activa	Media	Alta	Bajos. Requiere coordinar fondos ya existentes con CONAF	Media. Depende de a voluntad de los dueños de predios a lo largo de la cuenca
4. Reforestación de dunas con	Restauración Vegetal Activa	Baja	Baja	Altos. Requiere recursos y tiempos para ejecutar un	Alta. El recambio de las

Medida	Tipo	Priorización Temporal	Factibilidad	Costos	Efectividad
plantaciones nativas				programa de reforestación y recambio en forma escalonada en el tiempo para evitar la re-activación de la duna	plantaciones exóticas propiciaría procesos de restauración pasiva.
5. Restauración de la albufera y pasos de fauna	Restauración Cuerpo de agua y vegetación Activa	Media	Media	Medio. Requiere autorización de la empresa de ferrocarriles	Alta. Propicia restauración pasiva de la Albufera.
6. Restauración vegetación al interior del estuario	Restauración Vegetal Activa	Alta	Alta. Actualmente Posada del Parque ha realizado acciones aisladas	Bajos	Alta
7. Restauración vegetación aledaña al humedal	Restauración Vegetal Activa	Alta	Media. Depende de la autorización de dueños de predios a lo largo de la cuenca	Medio, se requieren propágulos, diseñar un plan y ejecutarlo, y campañas de difusión a la comunidad	Media. Depende de la voluntad de los dueños de predios
8. Fiscalización	Administrativa: propicia restauración pasiva.	Alta	Alta, se trata de una medida administrativa	Altos. Se requiere una permanencia constante en el entorno.	Alta
9. Delimitación de la línea de playa	Administrativa: propicia restauración pasiva.	Urgente	Alta, se trata de una medida administrativa	Bajos	Alta. Evita la apropiación de la playa y contribuye a la delimitación del humedal
10. Implementación de pasos para la fauna en caminos principales	Restauración Vegetal Activa	Media	Media. Depende de la autorización de dueños de predios a lo largo de la cuenca	Medio, se requieren propágulos, diseñar un plan y ejecutarlo, y campañas de difusión a la comunidad	Media. Depende de la voluntad de los dueños de predios
11. Limpieza del estuario por evento de contaminación	Restauración suelos activa	Urgente	Alta	Medio. Se requiere extraer mecanizadamente todos los	Alta, si se efectúa rápidamente. La acción se

Medida	Tipo	Priorización Temporal	Factibilidad	Costos	Efectividad
				contaminantes vertidos	encarecerá en la medida que pase el tiempo
12. Control y regulación de los cursos de agua	Restauración cuerpos de agua activa	Media	Media. Depende de la autorización de dueños de predios a lo largo de la cuenca. Debe efectuarse antes de la restauración de riberas	Medio, se requieren propágulos, diseñar un plan y ejecutarlo, y campañas de difusión a la comunidad	Media. Depende de la voluntad de los dueños de predios

Fuente: elaboración propia.

Con esta categorización, se identifica la siguiente priorización de las medidas

- Primera Prioridad (corto plazo): Las dos primeras señalan con *, además se considera que son de urgente realización.
 - Medida 11*: Limpieza del estuario por evento de contaminación. Tiempo de ejecución estimado: 1 mes.
 - Medida 9*: Delimitación de la línea de playa. Tiempo de ejecución estimado: 1 mes.
 - Medida 1: Vinculación de protección entre Humedal de Mantagua y corredor Casablanca-Peñuelas-Quilpué. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre.
 - Medida 6: Restauración vegetación al interior del estuario. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre (sin considerar seguimiento y sin descartar repetir la medida en el tiempo).
- Segunda Prioridad (corto a mediano plazo):
 - Medida 12: Control y regulación de los cursos de agua. Tiempo de ejecución estimado: 1 año. Se debe considerar toda la estacionalidad.
 - Medida 8: Fiscalización. Tiempo de ejecución estimado: 1 trimestre para recorrer todos los predios. Es una medida que se debe repetir en el tiempo. La fiscalización en la playa debe ser permanente y más intensa en el período estiva.
 - Medida 2: Reforestación de quebradas y cursos de agua. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre.
 - Medida 3: Conservación del bosque esclerofilo. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre.
- Tercera Prioridad (mediano plazo a largo plazo):
 - Medida 10: Implementación de pasos para la fauna en caminos principales. Tiempo de ejecución estimado: 1 año.
 - Medida 7: Restauración vegetación aledaña al humedal. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre.
 - Medida 5: Restauración de la albufera y pasos de fauna. Tiempo de ejecución estimado: 1 semestre.
 - Medida 4: Reforestación de dunas con plantaciones nativas. Tiempo de ejecución estimado: Años.

7. Bibliografía

- Aguilera MA & ME Casanueva (2005) Arañas chilenas: estado actual del conocimiento y clave para las familias de Araneomorphae. *Gayana* 69(2): 201-224.
- AICOM (2019) Humedal de Mantagua, Area de Importancia para la Conservación de los Murciélagos, A-Ch-004. Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos, Caracas, Venezuela.
- Almeida EAB, L Packer & BN Danforth (2008) Phylogeny of the Xeromelissinae (Hymenoptera: Colletidae) based upon morphology and molecules. *Apidologie* 39(1): 75-85.
- Angeoletto F, Essy C, Sanz JPR, da Silva FF, Albertin RM & Santos JWM (2015). Ecología urbana: La ciencia interdisciplinaria del planeta ciudad. *Desenvolvimento em Questão* 13: 6-20.
- Antinao C (2019) Sistemas reproductivos y nicho de polinización en cuatro taxones de Eriosyce (Cactaceae) que co-ocurren en la costa de Chile central. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción (Chile), 73 pp.
- Balsebre A (2018) Determinación de pesticidas organofosforados, halogenados y neonicotinoides, en abejas de apiarios de la V y VI región en Chile. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago (Chile), xv + 98 pp.
- Barriga JE & DE Cepeda (2007) Revisión de los Necydalopsini Blanchard 1851, de Chile y Argentina (Coleoptera: Cerambycidae) con descripción de dos nuevos géneros y dos nuevas especies. *Revista Chilena de Entomología* 33: 15-30.
- Barriga JE & LE Peña (1994) Nuevas especies de Cerambycidae (Coleoptera) de Chile y algunas sinonimias. *Gayana Zoología* 58(1): 91-97.
- Barros R, Jaramillo A & Schmitt F (2015). Lista de las Aves de Chile 2014. *La Chiricoca* 20: 80-100.
- Beaucournu JC, L Moreno & D González-Acuña (2014) Fleas (Insecta-Siphonaptera) of Chile: a review. *Zootaxa* 3900(2): 151-203.
- Beckmann JP, Cleveenger AP, Huijser MP & Hilty JA (eds) (2010). *Safe passages: Highways, Wildlife and Habitat Connectivity*. Island Press, Washington, USA.
- Bellinger PF, KA Christiansen & F Janssens (1996-2018) Checklist of the Collembola of the world. [<http://www.collembola.org>] (acceso: 1 de mayo de 2018).
- BirdLife International (2021) Important Bird Areas factsheet: Islote Concón. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 04/04/2021.
- Bissonette JA & Adair W (2008). Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biological Conservation* 141: 482-488.
- Bravo-Naranjo V & Zuleta-Ramos C (2019). Amenazas y presiones a los humedales costeros de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos C & Contreras-López M (eds). *Humedales de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades & Conservación*. Pág. 228-253. Editorial Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- Bravo-Naranjo V, Jimenez RR, Zuleta C, Rau JR, Valladares P & Piñones C (2019a) Selección de presas por perros callejeros en el humedal Estero Culebrón (Coquimbo, Chile). *Gayana* 83: 102-113.

- Bravo-Naranjo V, Piñones-Cañete C, Norambuena HV & Zuleta C (2019b). Puntos calientes y factores asociados al atropello de aves rapaces en una ruta costera de la zona semiárida de Chile central. *Ornitología Neotropical* 30: 208-216.
- Bullock JM, Aronson J, Newton AC, Pywell RF & Rey-Benayas JM (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: Conflicts and opportunities. *Trends Ecol. Evol.* 26: 541–549.
- Brown E, Dudley N, Lindhe A, Muhtaman DR, Stewart C & Synnott T (eds) (2013). Guía genérica para la identificación de Altos Valores de Conservación. Red de Recursos de AVC (HCVRN).
- Burger J (1986). The effect of human activity on shorebirds in two coastal bays in North eastern United States. *Environmental Conservation* 13: 123-130.
- Bustamante, C., Marin-Villegas, N., & Corredor-Coy, N. (2011). Estudio de Calidad Ambiental en la Quebrada La Florida, Unidad de Manejo de Cuenca del Río Quindío. Armenia - Quindío, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 23: 65–76.
- Campodonico JF & A Lüer (2018) Nuevos registros de distribución de *Saccharosydini* (Hemiptera: Delphacidae) en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay* 22(1): 30-33.
- Campodonico JF (2017a) The distribution of *Arelate limbellata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Flatidae) in Chile. *Check List* 13(3): 1-4.
- Campodonico JF (2017b) A new species of *Pentagramma* Van Duzee (Hemiptera: Delphacidae: Asiracinae) from Chile, with notes on the host relations of the *Idiosystatini* Emeljanov. *Zootaxa* 4291(3): 588-594.
- Capon S, Chambers LE, Mac Nally R, Naiman RJ & Williams SE (2013). Riparian ecosystems in the 21st century: Hotspots for climate change adaptation? *Ecosystems* 16: 359–381.
- Cartagena J & J Solervicens (1981) Biología de *Orsostricha venosa* (Butler, 1883) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 38: 111-122.
- Castro V & JE Araya (2012) Clave de identificación de huevos, larvas y pupas de *Allograpta* (Diptera: Syrphidae) comunes en la zona central de Chile. *Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas* 38(1): 83-94.
- Cid-Arcos M & S Roig-Juñent (2020) Sobre el género *Chaudoirina* Mateu (Coleoptera: Carabidae), aspectos nomenclaturales y patrones de distribución de sus especies, con dos nuevas citas para Chile. *Revista Chilena de Entomología* 46(4): 711-723.
- Cofré H, Vilina YA & Spotorno A (2018). Mamíferos terrestres. En: *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos*. Tomo I, pp. 73-81, 3ra. Edición. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- CONAMA-PNUD (2005). Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad Biológica, Región de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- Contreras-López M & Figueroa-Nagel P (2020) Hallazgo de *Xenopus laevis* D. (Amphibia: Anura) en el humedal Mantagua (32°51'S; 71°30'W) producto de un tsunami en Chile central. *Ecología Aplicada* 19: 43-48.
- Contreras-López M & Zuleta-Ramos C (2019). Vulnerabilidades de los humedales costeros de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos C & Contreras-López M (eds). *Humedales de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades & Conservación*. Pág. 190-226. Editorial Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

- Contreras-López M, Figueroa-Sterquel R, Salcedo-Castro J, Vergara-Cortes H, Zuleta C, Bravo V, Piñones C & Cortes-Molina F (2017). Vulnerabilidad de humedales y dunas litorales en Chile central. En Botello A, Villanueva S, Gutiérrez J & Rojas JL (eds.) Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático, Editorial Universidad Juárez Autónoma
- Correa C & Méndez MA (2018). Anfibios. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tomo I, pp. 143-151, 3ra. Edición. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- Daly HV, JT Doyen & AH Purcell III (1998) Introduction to insect biology and diversity. Second edition. Oxford University Press (UK), viii + 680 pp.
- Decocq G, Andrieu E, Brunet J, Chabrierie O, De Frenne P, De Smedt P, Deconchat M, Diekmann M, Ehrmann S, Giffard B, Gorriz Mifsud E, Hansen K, Hermy M, Kolb A, Lenoir J, Liira J, Moldan F, Prokofieva I, Rosenqvist L, Varela E, Valdés A, Verheyen K & Wulf M (2016). Ecosystem Services from Small Forest Patches in Agricultural Landscapes. *Current Forestry Reports* 2:30–44
- Delfín H & PC Manrique (2004) Insectos terrestres. En: Bautista F (ed.) Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales: 235-268. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología, México.
- Devenish C, Díaz Fernández DF, Clay RP, Davidson I & Yépez Zabala I (eds) (2009) Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Quito, Ecuador.
- Elgueta M, A Camousseight & CS Carbonell (1999) Catálogo de Orthoptera (Insecta) de Chile. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 54: 5-60.
- Elgueta M, M Daccordi & S Zoia (2017) Lista de las especies de Spilopyrinae y Eumolpinae (Coleoptera: Chrysomelidae) de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 66(1): 67-84.
- Frere E, Gandini P, Ruiz J & Vilina YA (2004). Current status and breeding distribution of Red-legged Cormorant *Phalacrocorax gaimardi* along the Chilean coast. *Bird Conservation International* 14:113–121.
- Frere E, Gandini P, Ruiz J & Vilina YA (2004). Current status and breeding distribution of Red-legged Cormorant *Phalacrocorax gaimardi* along the Chilean coast. *Bird Conservation International* 14:113–121.
- Gajardo R (1995) La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago (Chile), 165 pp.
- Gallardo M. (1992) Las dunas litorales y su macrofauna acompañante. *Bosque* 13: 49-52.
- Gallego-Fernández JB, Sánchez IA & Ley C (2011). Restoration of isolated and small coastal sand dunes on the rocky coast of northern Spain. *Ecological Engineering* 37: 1822-1832.
- Gattenlöhner U, Hammerl-Resch M & Jantschke S (eds) (2004). Restauración de Humedales: Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros, Global Nature Fund. España.
- Geoneyen (2020) Expediente justificatorio creación Santuario de la Naturaleza Estero - Humedal de Mantagua. Informe realizado para el estudio "Sistematización y elaboración de informes técnicos justificatorios para la solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza para los sitios: Acantilado de Quirilluca, Dunas de Ritoque, Estero - Humedal de Mantagua". Asesorías Territoriales de Alta Complejidad Geoneyen Limitada, 162 pp.

- Gómez-Piña G, Muñoz-Pérez JJ, Ramírez JL & Ley C (2002). Sand dune management problems and techniques, Spain. *Journal of Coastal Research* 36: 325-332.
- González CR & X Vergés (2004) Revisión de las especies de la tribu Goniini de distribución chilena (Diptera: Tachinidae). *Acta Entomológica Chilena* 28(2): 39-62.
- González CR, M Elgueta & F Ramírez (2018) A catalog of Acroceridae (Diptera) from Chile. *Zootaxa* 4374(3): 427-440.
- Gracia FJ, M Aranda & A Pérez-Alberti (2019) Descripción de procedimientos para estimar las presiones y amenazas que afectan al estado de conservación de cada tipo de hábitat costero. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid (España), 35 pp.
- Grau J (2002) Voces indígenas de uso común en Chile (tercera parte) y Lugares con nombres autóctonos. Ediciones Oikos, Santiago, Chile.
- Hammer Ø, DAT Harper & PD Ryan (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electronica* 4(1): 9 pp.
- Hanson C, Buckingham K, DeWitt S & Laestadius L. (2015). The Restoration Diagnostic-A Method for Developing Forest Landscape Restoration Strategies by Rapidly Assessing the status of Key Success Factors. World Resources Institute (WRI). Washington DC, USA.
- Hettiarachchi M, Morrison TH, Wickramasinghe D, Mapa R, De Alwis A & McAlpine CA (2014). The eco-social transformation of urban wetlands: A case study of Colombo, Sri Lanka. *Landscape and Urban Planning*, 132, 55–68.
- Hilty JA, Keeley ATH, Lidicker Jr. WZ & Merenlender AM (2019). *Corridor Ecology*.
- Ibáñez G & Sepúlveda J (2020). Aproximación a la Fauna de Vertebrados del Humedal de Mantagua. En: Flores L, Contreras-López M, Figueroa-Sterquel R & Arenas-Martija A (eds). *Humedal Costero de Mantagua. Un lugar para la conservación de la biodiversidad en Chile Central*. pp. 111-139. Valparaíso, Chile.
- Ihlow F, Courant J, Secondi J, Herrel A, Rebelo R, Measey GJ, Lillo F, De Villiers FA, Vogt S, De Busschere C, Backeljau T. & Rödder D (2016). Impacts of Climate Change on the Global Invasion Potential of the African Clawed Frog *Xenopus laevis*. *PLoS ONE* 11(6): e0154869.
- Iriarte JA, Lobos GA & Jaksic FM (2005). Invasive vertebrate species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 143-154.
- Kingsford RT & Biggs HC (2012). *Strategic Adaptative Management Guidelines for Conservation of Freshwater Ecosystem in and Around Protected Areas of the World*. IUCN CPA Freshwater Taskforce, Australian Wetlands & Rivers Centre. Sydney, Australia.
- Kingsolver JM, JE Barriga Tuñón, J Romero Nápoles & MC Thomas (2017) Bruchidae of Chile (Insecta: Coleoptera). *Insecta Mundi* 0542: 1-106.
- Kovařík F & AA Ojanguren-Affilastro (2013) Illustrated catalog of scorpions. Part II. Bothriuridae; Chaerilidae; Buthidae I., genera *Compsobuthus*, *Hottentotta*, *Isometrus*, *Lychas*, and *Sassanidotus*. Jakub Rolčík Publisher – Clairon Production, Prague (Czech Republic), 400 pp.
- Krell F-T (2004) Parataxonomy vs. taxonomy in biodiversity studies – pitfalls and applicability of "morphospecies" sorting. *Biodiversity and Conservation* 13(4): 975-812.

- Lacy S (2016). Conservación de Peces y su Desplazamiento a través de una Cuenca. Informe preparado para la Mesa de Hidroelectricidad Sustentable del Ministerio de Energía por el Centro UC de Cambio Global, Santiago, Chile.
- Lamb D, Erskine PD & Parrotta JA (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310: 1628–1632.
- Leung Y & Marion J (2000). Recreational impacts and management in wilderness: a state of knowledge review. In: *Wilderness Science in the Time of Change conference* (pp. 23-27). Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Levi U (1951). Esquema ecológico del bosque de Quintero. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 1: 4-18.
- Linking Landscapes for Biodiversity Conservation and Climate Adaptation. Island Press, Washington, USA.
- Llanos L, CR González & M Saldarriaga-Córdoba (2015) Revision of the New World species of the genus *Pelecornychus* Macquart, 1850 (Diptera: Pelecornychidae). *Zootaxa* 3955(2): 188-210.
- Lobos G, Cattán P, Estades C & Jaksic FM (2013). Invasive African clawed frog *Xenopus laevis* in southern South America: key factors and predictions. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 48: 1-12.
- Looser G (1944). Anotaciones fitosociológicas sobre la región de Quintero. *Revista Universitaria (U. Católica de Chile)* 29: 27-33.
- López R, JE Araya & L Sazo (2012) Colectas de Syrphidae (Diptera) en alfalfa en Colina, Región Metropolitana, Chile, y clave de identificación de seis especies de Allograpta. *Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas* 38(1): 3-15.
- Luebert F & P Pliscoff (2017) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago (Chile), 381 pp.
- MAAMA (2015). Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.
- MMA (2021). Lista de especies nativas según estado de conservación. Sitio web clasificación de especies (<https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/procesos-de-clasificacion/160-proceso-de-clasificacion-de-especies>).
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2019). Volumen 5: Vulnerabilidad en Playas, en “Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile”, Documento preparado por: Winckler P., M. Contreras-López, S. Vicuña, C. Larraguibel, J. Mora, C. Esparza, J. Salcedo, S. Gelcich, J.M. Fariña, C. Martínez, R. Agredano, O. Melo, N. Bambach, D. Morales, C. Marinkovic y A. Pica A. (Santiago, Centro de Cambio Global UC).
- Magurran AE (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey (USA), 179 pp.
- Martínez ML. (2008). Dunas Costeras. *Investigación & Ciencia* 383: 26-35.
- Martínez C, Contreras-López M, Winckler P, Hidalgo H, Godoy E & Agredano R (2018) Coastal erosion in central Chile: A new hazard?, *Ocean & Coastal Management*, 156: 141 – 155. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2017.07.011

- Maury E (1985) Consideraciones sobre algunos solífugos de Chile (Solifugae: Ammotrechidae, Daesiidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 44(3-4): 419-432.
- McInnes R (2010). *Urban Development, Biodiversity and Wetland Management*. UNHABITAT & Ramsar Expert Workshop Report. Kenya Wildlife Service Training Institute, Naivasha, Kenya.
- McLachlan A. (1991). Ecology of coastal dune fauna. *Journal of Arid Environments* 21: 229-243.
- McLeod EM, Guay PJ, Taysom AJ, Robinson RW & Weston MA (2013). Buses, cars, bicycles and walkers: The influence of the type of human transport on the flight responses of waterbirds. *PLOS ONE* 8: 1-10.
- Medina MA & A Ugarte (2015) *Pequeña guía de campo, mariposas de Chile*. Ograma Impresores, Santiago (Chile), 256 pp.
- Michener CD (1995) A classification of the bees of the subfamily Xeromelissinae (Hymenoptera: Colletidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 68(3): 332-345.
- Miller W & Boulton AJ (2005). Managing and rehabilitating ecosystem processes in regional urban streams in Australia. *Hydrobiologia* 552: 121-133.
- Mitsch WJ & Gosselink JG (2007). *Wetlands*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, USA.
- MMA (2011). *Las áreas protegidas de Chile: antecedentes, institucionalidad, estadísticas y desafíos*. Ministerio del Medio Ambiente, División de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad, Santiago, Chile.
- Molina JA (2003). Las charcas de primavera: Una joya geobotánica mediterránea. *Investigación & Ciencia* 324: 35-36.
- Monckton SK (2016) A revision of *Chilicola* (*Heteroediscelis*), a subgenus of xeromelissine bees (Hymenoptera, Colletidae) endemic to Chile: taxonomy, phylogeny, and biogeography, with descriptions of eight new species. *ZooKeys* 591: 1-144. doi: 10.3897/zookeys.591.7731
- Monserrat VJ (1998) Nuevos datos sobre los hemeróbidos de América (Neuroptera: Hemerobiidae). *Journal of Neuropterology* 1: 109-153.
- Montalva J & L Ruz (2010) Actualización de la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Chilena de Entomología* 35: 15-52.
- Montalva J, Y Sepúlveda & R Baeza (2011) *Cadeguala occidentalis* (Haliday, 1836) (Hymenoptera: Colletidae: Diphaglossinae): Biología de nidificación y morfología de los estados inmaduros. *Boletín de Biodiversidad de Chile* 5: 3-21.
- Montes C, Rendón M, Varela L & Cappa MJ (2007). *Manual de Restauración de Humedales Mediterráneos*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, España.
- Moore T & P Vidal (2015) *Los bupréstidos de Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago (Chile), 398 pp.
- Morrone JJ (2015) Biogeographical regionalisation of the world: a reappraisal. *Australian Systematic Botany* 28(3): 81-90.
- Moure JS & D Urban (2002) Catálogo de Apoidea da Região Neotropical (Hymenoptera, Colletidae). V. Xeromelissinae. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(S1): 1-25.
- Muñoz M, Núñez H & YÁÑEZ J (1997). *Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile*. Santiago, Chile.

- Naiman, R. J., Decamps, H., & Pollock, M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological applications*, 3(2), 209–212.
- Napolitano C, Díaz D, Sanderson J, Johnson WE, Ritland K, Ritland CE & Poulin E (2015). Reduced Genetic Diversity and Dispersal in Guigna (*Leopardus guigna*) in Chilean Fragmented Landscapes. *Journal of Heredity* 25: 522–536.
- Neita-Moreno JC & BC Ratcliffe (2017) The genus *Tomarus* Erichson (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Pentodontini) in Argentina, Chile, and Uruguay. *Insecta Mundi* 0547: 1-36.
- Olesen JM & Valido A (2003). Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 177-181.
- Olson DM, E Dinerstein, ED Wikramanayake, ND Burgess, GVN Powell, EC Underwood, JA D'amico, I Itoua, HE Strand, JC Morrison, CJ Loucks, TF Allnutt, TH Ricketts, Y Kura, JF Lamoreux, WW Wettengel, P Hedao & KR Kassem (2001) Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioSciences* 51(11): 933-938.
- Packer L (2008) Phylogeny and classification of the Xeromelissinae (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae) with special emphasis on the genus *Chilicola*. *Systematic Entomology* 33(1): 72-96. doi.org/10.1111/j.1365-3113.2007.00398.x
- Packer L (2014) Patagonicola: a new genus of xeromelissine bee from Argentina (Hymenoptera: Apoidea: Colletidae). *The Canadian Entomologist* 146(3): 248-270.
- Pastrana JA (1985) Caza, preparación y conservación de insectos. Segunda edición. Librería El Ateneo Editorial, Buenos Aires (Argentina), xiv + 234pp.
- Peña LE & AJ Ugarte (2006) Las mariposas de Chile. Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago (Chile), 359 pp.
- Peña LE (2006) Introducción a los insectos de Chile. Séptima edición, Editorial Universitaria, Santiago (Chile), 264 pp.
- PNUD (2017) Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Universidad de Concepción. Proyecto GEF/MMA/PNUD "Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández". Santiago (Chile), 61 pp.
- PUCV-UPLA (2015) Informe Final: Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la Región de Valparaíso. Línea 1. Portafolio del sitio Humedal de Mantagua. Volumen 1: Líneas de Base. Proyecto FNDR BIP N° 30127132-0, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, 225 pp.
- Ramírez C. (1992). Las dunas chilenas como hábitat humano, florístico y faunístico. *Bosque* 13: 3-7.
- RAMSAR (1999). Marco Para Evaluar el Riesgo en Humedales. Resolución VII. 10. VII Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales. San José, Costa Rica. Reed-Andersen *et al.* 2000
- Remes Lenicov AMM & ME Brentassi (2017) New taxa and combinations in Neotropical Delphacini (Hemiptera: Fulgoroidea). *Zootaxa* 4281(1): 280-290.
- Rey Benayas JM, Bullock JM & Newton AC (2008). Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and Environment* 6: 329–336,

- Ribeiro F, Orjuela RL, Magalhaes MF & Collares-Pereira MJ (2007). Variability in feeding ecology of a South American cichlid: a reason for successful invasion in mediterranean-type rivers? *Ecology of Freshwater Fish* 16: 559–569.
- Roig Alsina A (1999) Revisión de las abejas colectoras de aceites del género *Chalepogenus* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s., 1(1): 67-101.
- Rojas F & H Toro (2000) Revisión de las especies de *Caenohalictus* (Halictidae-Apoidea) presentes en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 49: 163-214.
- Rojasa Isabel M, Anna M. Pidgeona, Volker C. Radeloffa (2020). Restoring riparian forests according to existing regulations could greatly improve connectivity for forest fauna in Chile. *Landscape and Urban Planning* 203: 1-12.
- Rovira J, Ortega D, Alvarez D & Molt K (2008). Areas Protegidas en Chile. En: *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos*. CONAMA, Ocho Libros editores, pp. 506-561. Santiago, Chile.
- San Martín, J., Ramírez, C. & C. San Martín (1992). La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. *Bosque* 13: 29-39.
- Saunders ME & GW Luck (2013) Pan trap catches of pollinator insects vary with habitat. *Australian Journal of Entomology* 52(2): 106-113.
- Sayer CD (2014). Conservation of aquatic landscapes: ponds, lakes, and rivers as integrated systems. *WIREs Water* 2014, 1:573–58.
- SEA (2015) Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Departamento de Estudios y Desarrollo, División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana, Servicio de Evaluación Ambiental, Santiago (Chile), 98 pp.
- Senner SE, Andres BA & Gates HR (2017). Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. National Audubon Society, Nueva York, Nueva York, EE. UU.
- Simeone A, Luna-Jorquera G, Bernal M, Garthe S, Sepúlveda F, Villablanca R, Ellenberg U, Contreras M, Muñoz J & Ponce T (2003). Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off northcentral Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 323-333.
- Simeone A, Oviedo E, Bernal M & Flores M (2008) Las aves del Humedal de Mantagua: Riqueza de especies, amenazas y necesidades de conservación. *Boletín Chileno de Ornitología* 14: 22-35.
- Solvicens J (2014) Coleópteros de la Reserva Nacional Río Clarillo, en Chile central: taxonomía, biología y biogeografía. Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago (Chile), xv + 473 pp.
- Spotte S (2014). *Free-ranging Cats: Behavior, Ecology and Management*. John Wiley & Sons, Ltd. West Sussex, UK.
- Tapia L (2018) Análisis de la calidad hídrica del Humedal de Mantagua, Región de Valparaíso, y su relación con el entorno social. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile, 58pp.
- Toro H & A Moldenke (1979) Revisión de los Xeromelissinae chilenos. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 12: 95-182.
- Triplehorn CA & NF Johnson (2005) *Borror and DeLong's Introduction to the study of insects*. Seventh edition. Thomson Brooks/Cole (USA), x + 864 pp.

- Trombulak SC & Frissell CA (1999). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18-30.
- UICN (2020). IUCN Red List of Threatened Species (www.iucnredlist.org).
- UICN y WRI (2014). ROAM-Guía sobre la Metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional. Documento de trabajo. UICN, Gland, Suiza, 125 pp.
- Vera-Villaroel J (2015). Las ruinas indígenas del cerro Mauco de Aconcagua. *Revista Historia UdeC* 22: 137-175.
- Vidal P & M Guerrero (2007) Los tenebriónidos de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago (Chile), 478 pp.
- Vila-Pinto I & Quezada-Romegialli C (2018). Peces Límnicos. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tomo I, pp. 161-169, 3ra. Edición. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- Villagrán C (1982). Estructura florística e historia del bosque pantanoso de Quintero (Chile, V Región) y su relación con las comunidades relictuales de Chile central y Norte Chico. *Actas del II Congreso Geológico Chileno*. pp. 377-402.
- Villa-Martínez R & Villagrán C (1997). Historia de la vegetación de bosques pantanosos de la costa de Chile central durante el Holoceno medio y tardío. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 391-401.
- Willis E & L Packer (2008) Revision and phylogenetic analysis of *Chilioediscelis* (Hymenoptera: Colletidae) with descriptions of three new species. *Zootaxa* 1762(1): 29-52.
- Zuleta C, Cea A & Piñones C (2015). Quebradas Costeras. En Zuleta C & Piñones C (eds). *Secano Costero de Huentelauquén: Paisajes & Presencia Humana*. Pág. 66-73. Ediciones Universidad de La Serena - Ministerio del Medio Ambiente, La Serena, Chile.
- Zuleta-Ramos C & Contreras-López M (eds.) (2019). *Humedales Costeros de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades & Conservación*. Editorial Universidad de La Serena. La Serena, Chile. 332pp + XVIII.
- Zúñiga A (2014) *Callisphyris ficheti* Barriga & Peña, 1994. Ficha de antecedentes de especie, 11° Proceso de Clasificación de Especies (2014), Ministerio del Medio Ambiente (Chile). Disponible en: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/procesos-de-clasificacion/11o-proceso-de-clasificacion-de-especies-2014/listado-de-especies-y-fichas-finales-11o-proceso-rce/> (último acceso: 3 de enero de 2021).

8. ANEXOS

Registro de Actividades Realizadas

De acuerdo con lo programado en la propuesta técnica, durante los primeros 2 meses de la consultoría se han realizado 7 terrenos diurnos y campaña de terreno de 3 días de duración. En la Tabla 33 se detalla cada uno de los terrenos realizados. En la Figura 93 a Figura 115 se muestra evidencia de su realización y en las Figura 116 a Figura 118 se muestran los tracks en planta de los recorridos realizados a la fecha.

Tabla 33. Detalle terrenos realizados.

Terreno	Fecha	Participantes	Logros / Actividades
1	2020-09-25	MCL, CLG, MPS, LFT	Reconocimiento inicial del estado del humedal y de la subcuenca aportante.
2	2020-10-02	MCL, CLG, MPS	Inicio mediciones columna agua.
3	2020-10-08	JMF, MCL, MPS	Revisión en terreno para definir fragmentos de flora que fueron utilizados con el análisis del índice NVDI de la percepción remota.
4	2020-10-09	MCL; CLG, CJP, NDP, MPS	Levantamiento Topográfico inicial, primer vuelo drone del área. Monitoreo entomofauna, mediciones espejos de agua.
5	2020-10-13	CLG	Instalación cámaras trampa
6	2020-10-16	MCL; CLG, CJP, NDP, MPS	Mediciones espejos de agua, monitoreo entomofauna,
7-día 1	2020-10-19	CZR, MTV, MCL, MPS	Campaña de Fauna. Especies detectadas: A. olivaceus (M) y O. longicaudatus (M), 2 L. lemniscatus, 3 L. zapallaris, 2 L. chilensis, 1 culebra cola larga. Recorrido subcuenca
7-día 2	2020-10-20	CZR, MTV	Campaña de Fauna. Especies detectadas: 6 A. olivaceus (3M, 1H), 5 coipos, 2 L. zapallaris, 2 L. chilensis, 1. L. fuscus, 1 culebra cola larga, fecas zorro culpeo y zorro chillá.
7-día 3	2020-10-21	CZR, MTV	Campaña de Fauna. Especies detectadas: A. olivaceus (M), O. longicaudatus (M), yaca (M), 2 L. zapallaris, L. Chilensis. Contacto Fundo Quintero (se entregó carta de presentación del proyecto): Alejandro Philips (Encargado-Dueño)
8	2020-10-23	MCL; CLG, CJP, NDP, MPS, BTM	Topografía Humedal, vuelo drone, mediciones espejos de agua y columna de agua, monitoreo entomofauna,
9	2020-10-30	MCL, MPS	Mediciones espejos de agua
10	2020-10-31	CLG	Lectura Termistores
11	2020-11-07	MCL, MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría
12	2020-11-13	MCL, NDP, MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
13	2020-11-20	MCL, CJP, NDP, MPS	Topografía Humedal, vuelo drone, mediciones espejos de agua y columna de agua

Terreno	Fecha	Participantes	Logros / Actividades
14	2020-11-27	MCL, CLG, LFT, NDP, MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua. Se instalan cámaras trampa en el sector norte de la Albufera
15	2020-12-04	MCL, CZR, JMF, MPS, LFT	Terreno Flora y ROAM. Se valida en terreno la presencia de Belloto en una quebrada
16	2020-12-11	MCL, NDP, MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
17	2020-12-13	CLG	Instalación termistores
18	2020-12-18	NDP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
19	2020-12-19	CLG	Descarga datos termistores
20	2021-01-09	NDP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
21	2021-01-11	CLG, LFT, COD	Terreno ROAM
22	2021-01-13	CLG+NDP	Prospección albufera norte. Se observan indicios de contaminación del estuario.
23	2021-01-16	CLG	Descarga datos termistores
24	2021-01-29	MCL+MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua. Se constata contaminación del lugar
25	2021-02-02	MCL+MPS	Día de los Humedales, Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
26	2021-02-05	MCL+MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua. Se constata nuevo vertido contaminante ocurrido la noche anterior
27	2021-02-12	MCL+NDP+MPS	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
28	2021-02-15	CLG	Instalación cámara trampa desembocadura
29	2021-02-19	NDP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
30	2021-02-20	MCL+MPS	Batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
31	2021-02-23	CLG	Instalación cámara trampa desembocadura
32	2021-02-26	ND	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
33	2021-03-01	MCL+MP+CL	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
34	2021-03-05	MCL+MP+CL	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua, instalación sensor variación nivel agua estuario
35	2021-03-08	CL	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
36	2021-03-12	MCL+MP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
37	2021-03-19	MCL+MP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
38	2021-03-26	MCL+MP	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua
39	2021-03-31	ND+CL	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua

Terreno	Fecha	Participantes	Logros / Actividades
40	2021-04-01	MCL+MP+CL	Mediciones espejos de agua, batimetría y multiparamétrico cuerpos de agua

MPS = Mauricio Pinar Sepúlveda, MCL = Manuel Contreras-López, CLG = Cristián Larraguibel González, CJP = Christian Jofré Pérez, NDG= Nathalie Duarte Gutiérrez, MTV= Marcelo Torrejón Veliz, CZR = Carlos Zuleta Ramos, JMF = José Miguel Fariña, COD = Catalina Olivares Damann, LFT = Lorena Flores Toro, Contraparte GEF. Fuente: Elaboración Propia



Figura 93. Terreno realizado el 2020-09-25. Reconocimiento de la microcuenca.



Figura 94. Terreno realizado el 2020-10-02. Identificación puntos de muestreo y mediciones. Para efectos de comparación con los datos de la literatura, se establecieron estaciones cercanas a las referidas por Tapia (2018).



Figura 95. Terreno realizado el 2020-10-08. Reconocimiento fragmentos vegetacionales que fueron utilizados en el análisis de percepción remota.



Figura 96. Terreno realizado el 2020-10-09. Se da inicio al estudio de invertebrados. Se efectúa el primer intento de levantar la topografía para ajustar un modelo de elevación vertical al entorno del humedal.



Figura 97. Terreno realizado el 2020-10-16.



Figura 98. Campaña de terreno de 3 días iniciado el 2020-10-19. Levantamiento información de fauna.



Figura 99. Terreno del día 2020-10-23. Levantamiento topográfico y vuelo drone para construir modelo de elevación vertical.



Figura 100. Terreno del día 2020-10-30.



Figura 101. Terreno del día 2020-11-07.



Figura 102. Terreno del día 2020-11-13



Figura 103. Terreno del día 2020-11-20



Figura 104. Terreno del día 2020-11-27



Figura 105. Terreno del día 2020-12-4



Figura 106. Terreno del día 2020-12-11



Figura 107. Terreno del día 2021-1-9



Figura 108. Terreno del día 2021-1-11



Figura 109. Terreno del día 2021-1-13



Figura 110. Terreno del día 2021-1-29



Figura 111. Terreno del día 2021-2-2



Figura 112. Terreno del día 2021-2-5



Figura 113. Terreno del día 2021-2-12



Figura 114. Terreno del día 2021-2-19



Figura 115. Terreno del día 2021-2-20



Figura 116. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba), detalle en el entorno del humedal (centro) y en la playa (abajo), durante septiembre y octubre 2020.



Figura 117. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba), detalle en el entorno del humedal y en la playa (abajo), durante noviembre y diciembre 2020.

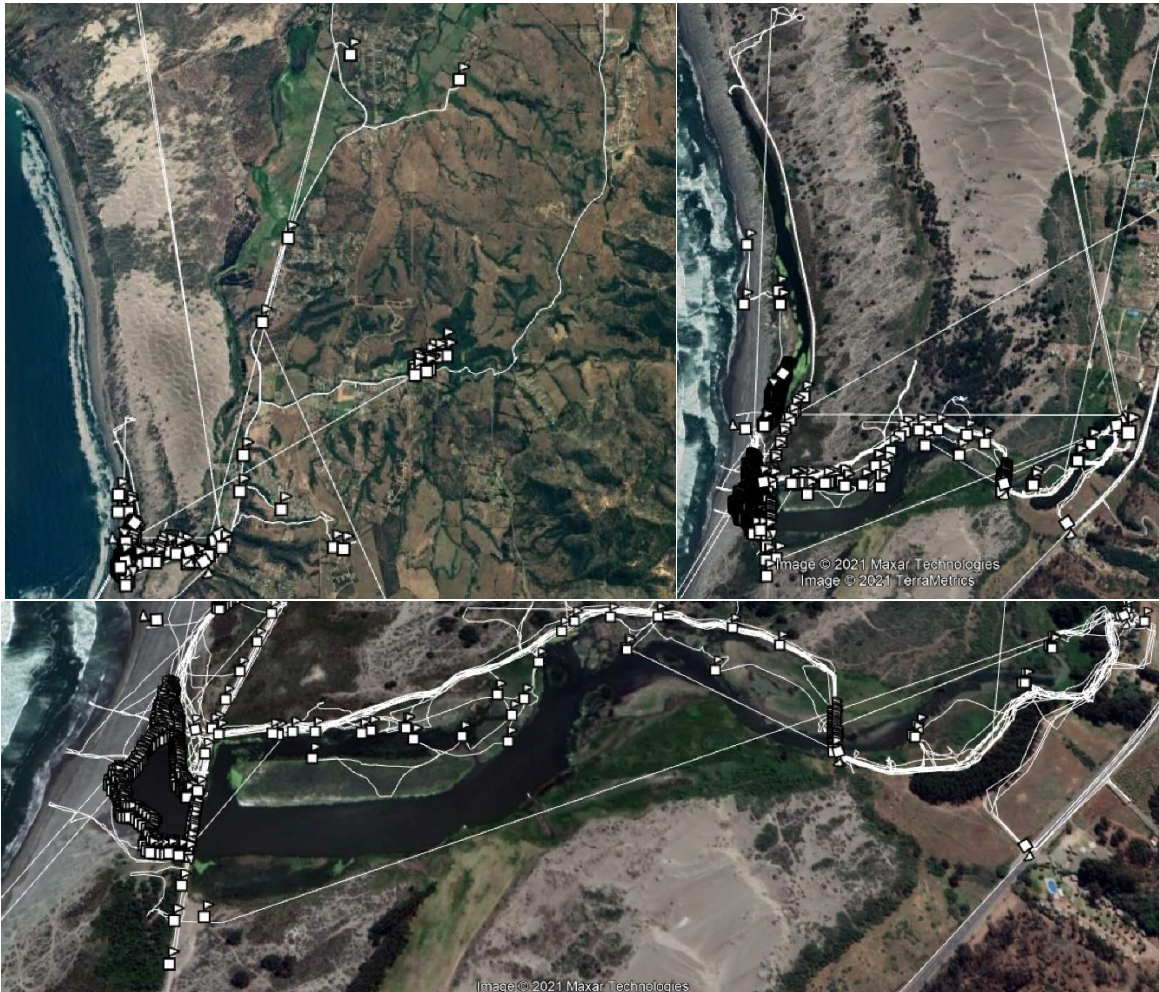


Figura 118. Tracks de terrenos realizados en la microcuenca (arriba, izquierda), detalle en el entorno del humedal (arriba, derecha) y en la playa y a lo largo del estuario (abajo), durante enero y febrero 2021.