

El Plan de Gestión Integral del Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco es fruto de un trabajo colaborativo impulsado por la Municipalidad de Zapallar en alianza con la Municipalidad de Puchuncaví y la OBC Chinchimén.

La protección del humedal era un gran anhelo para muchos miembros de la comunidad que luego de un largo camino recorrido se hizo tangible con la declaración del humedal urbano gracias a la Ley N° 21.202.

Desde ese momento se dió inicio al proceso de elaboración del plan de manejo, un tremendo desafío que implicó la coordinación entre diversos actores comprometidos con la conservación del humedal, como municipios, ONG, vecinos, academia, sector privado, entre otros.

Agradecemos a las más de 350 personas que participaron en las distintas instancias para la planificación de la conservación. Cada vez son más los que contribuyen día a día a cuidar y educar a quienes visitan este gran tesoro de vida, que sirve de refugio y hogar para más de 100 especies de animales. El camino recién comienza y es responsabilidad todos continuar contribuyendo a cuidar y conservar nuestro querido humedal.



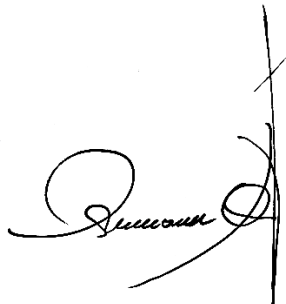
Palabras de los Alcaldes

Marcos Morales

Estamos muy orgullosos de proteger un santuario de gran relevancia para la anidación de aves y su flora asociada, como es el humedal urbano La Laguna Estero Catapilco. Para nosotros es muy importante el trabajo colaborativo que hemos realizado con el alcalde Gustavo Alessandri para la protección de este ecosistema tan importante que une las comunas de Puchuncaví y Zapallar, que se suma a las más de 500 hectáreas que hemos logrado proteger durante nuestra administración, considerando los humedales Maitenes - Campiche y Quirilluca.

Poner un pie en el desarrollo sustentable, con el tema medio ambiental y social como prioridad, basado en una perspectiva real y visionaria pensando en las nuevas generaciones mediante la destinación de recursos atingentes a la realidad territorial, con la participación de las vecinas y vecinos, es lo que nos hemos puesto como desafío.

En lo particular, seguiremos poniendo nuestro máximo esfuerzo para cambiar el estigma instalado en Puchuncaví que nos permita pasar a ser una comuna en recuperación, donde el turismo, el deporte y la sustentabilidad vengan de la mano de un trabajo integral y profesional enfocado en mejorar la calidad de vida de los habitantes de nuestras comunas y avanzar hacia un proceso que revitalice el entorno terrestre, aéreo y marino.



Gustavo Alessandri

La conservación de la naturaleza es un desafío país en el que Zapallar se ha comprometido desde que dimos inicio a esta administración municipal. El día que asumimos, nos propusimos construir una comuna sustentable y desde ahí que hemos dado pasos firmes para velar por el cuidado de playas, bosques y sus ecosistemas a fin de proteger nuestra flora y fauna. Ello, sin duda se transforma también en una acción concreta para hacer frente al temido cambio climático que enfrentamos.

El Plan de Gestión Integral del Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco, es una muestra potente de que el trabajo colaborativo entre comunas vecinas, organizaciones territoriales y la comunidad, es posible y que puede transformarnos en un caso de éxito en la conservación de nuestro patrimonio natural.

El año 2021 tomamos el desafío de hacernos cargo de este proyecto que busca cimentar los principales lineamientos del trabajo que como comunidad debemos abordar durante los próximos años. Confiamos en que este camino será un ejemplo para tantas otras comunidades que ya entendieron que las materias medioambientales no son temas del mañana y que, como organismos públicos, estamos llamados a abordarlos de forma inmediata, con urgencia y eficacia.

La invitación es para que juntos, sigamos construyendo un futuro más sostenible entendiendo que nuestros ecosistemas son la riqueza más grande que tiene nuestra tierra.



ÍNDICE

| | | |
|----------|---|--------------|
| 1 | ANTECEDENTES | 1-1 |
| 2 | OBJETIVOS DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL | 2-2 |
| 3 | METODOLOGÍA | 3-3 |
| 3.1 | Estándares para la conservación | 3-3 |
| 3.2 | Proceso participativo | 3-4 |
| 4 | ETAPA 1: CONCEPTUALIZAR..... | 4-7 |
| 4.1 | Organizar el proceso y formalizar el equipo e instancias de participación del PGI 4-7 | |
| 4.1.1 | Identificación de actores territoriales..... | 4-7 |
| 4.1.2 | Descripción de actores territoriales | 4-8 |
| 4.1.3 | Conformación de equipos de planificación..... | 4-11 |
| 4.2 | Definir y describir el Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco y su área de influencia..... | 4-13 |
| 4.2.1 | Delimitación del HU Laguna y Estero Catapilco | 4-13 |
| 4.2.2 | Área de influencia..... | 4-21 |
| 4.2.3 | Planificación territorial | 4-22 |
| 4.2.4 | Dimensión sociocultural | 4-29 |
| 4.2.5 | Dimensión geográfica | 4-38 |
| 4.2.6 | Dimensión biológica..... | 4-48 |
| 4.3 | Visión del HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-78 |
| 4.4 | Seleccionar Objetos de Conservación del HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-79 |
| 4.4.1 | Identificación de OC | 4-79 |
| 4.4.2 | Descripción de los OC..... | 4-82 |
| 4.5 | Determinar y analizar las amenazas y factores contribuyentes del HU Laguna y Estero Catapilco | 4-114 |
| 4.5.1 | Identificación de amenazas directas | 4-114 |
| 4.5.2 | Descripción de amenazas directas | 4-116 |
| 4.5.3 | Análisis de calificación de amenazas..... | 4-165 |
| 4.6 | Análisis situacional del HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-168 |
| 5 | ETAPA 2: PLANIFICAR | 5-170 |
| 5.1 | Identificación y descripción de estrategias | 5-170 |
| 5.1.1 | Formación de capacidad interna y externa | 5-171 |
| 5.1.2 | Leyes y políticas | 5-172 |
| 5.1.3 | Uso público | 5-173 |
| 5.1.4 | Educación y sensibilización..... | 5-173 |
| 5.1.5 | Economía local e incentivos..... | 5-174 |
| 5.1.6 | Vinculación comunitaria | 5-174 |
| 5.1.7 | Manejo de especies y recuperación ambiental | 5-175 |
| 5.1.8 | Investigación | 5-175 |
| 5.2 | Definición de Objetivos de manejo..... | 5-176 |

| | | |
|------------|---|--------------|
| 5.3 | Teoría del cambio, cadenas de resultados y metas para la mitigación de las amenazas | 5-178 |
| 5.3.1 | Estrategias transversales | 5-178 |
| 5.3.2 | Cadenas de resultados y metas para la mitigación de amenazas: Estrategias de amenaza | 5-187 |
| 5.4 | Realizar el análisis territorial para la zonificación del Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco | 5-215 |
| 5.4.1 | Análisis de los usos actuales y potenciales | 5-215 |
| 5.4.2 | Zonificación del área | 5-221 |
| 5.5 | Marco normativo | 5-225 |
| 5.6 | Propuesta de modelo de gobernanza | 5-226 |
| 5.7 | Plan operativo anual | 5-228 |
| 5.8 | Plan de monitoreo y sistema de indicadores | 5-231 |
| 5.8.1 | Plan de monitoreo OC | 5-231 |
| 5.8.2 | Plan de monitoreo amenazas | 5-238 |
| 5.8.3 | Plan de monitoreo del PGI | 5-249 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA | 6-271 |
| 7 | ANEXOS | 7-286 |
| 7.1 | Anexo 1. Análisis de viabilidad de los OC | 7-286 |
| 7.2 | Anexo 2. Análisis territorial | 7-303 |
| 7.3 | Anexo 3. Zonificación por tramo | 7-321 |
| 7.4 | Anexo 4. Marco normativo asociado a humedales | 7-325 |
| 7.5 | Anexo 5. Propuesta de modelo de gobernanza | 7-334 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|------|
| Tabla 3-1. Objetivos, fechas y número de asistentes de talleres participativos realizados con la comunidad local y servicios públicos. | 3-6 |
| Tabla 4-1. Planilla de sistematización de información de actores clave. Fuente: Elaboración propia | 4-8 |
| Tabla 4-2. Conformación equipo núcleo y equipo de planificación ampliado..... | 4-11 |
| Tabla 4-3 Delimitación del Humedal..... | 4-20 |
| Tabla 4-4. Zonas del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Norte, presentes en el área de estudio. | 4-24 |
| Tabla 4-5. Usos permitidos de las zonas del PRC de la comuna de Zapallar, que colindan con el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-26 |
| Tabla 4-6. Usos permitidos de las zonas del PRC de la comuna de Puchuncaví que colindan con el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-28 |
| Tabla 4-7. Población comuna de Zapallar y Puchuncaví según resultados CENSO 2017. Fuente: BCN, 2022. | 4-34 |
| Tabla 4-8. Población localidades de Laguna de Zapallar y Maitencillo según resultados CENSO 2017. Fuente: BCN, 2022. | 4-35 |
| Tabla 4-9. Rubros económicos que reportaron mayor número de empresas inscritas en Zapallar y Puchuncaví el año 2020. Fuente: BCN, 2022. | 4-37 |
| Tabla 4-10. Rubros económicos que reportaron mayor número de trabajadores empleados Zapallar y Puchuncaví el año 2019. Fuente: BCN, 20022. | 4-37 |
| Tabla 4-11. Superficie de sectores y superficie total de Acuífero Catapilco (DGA, 2017) | 4-45 |
| Tabla 4-12. Precipitación y recarga de los subsectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) Estero Catapilco y La Laguna (DGA, 2005). | 4-45 |
| Tabla 4-13 Especies asociadas al Piso vegetacional Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de <i>Peumus boldus</i> - <i>Schinus latifolius</i> | 4-50 |
| Tabla 4-14. Superficies de uso de suelo de la Región de Valparaíso (CONAF, 2013)..... | 4-53 |
| Tabla 4-15. Comunidades vegetales y especies nativas y exóticas asociadas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-55 |
| Tabla 4-16. Especies endémicas presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-57 |
| Tabla 4-17. Especies de aves descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco evaluadas por el RCE. | 4-62 |
| Tabla 4-18. Número de especies registradas según patrón migratorio (Tala, 2006; Martínez & González, 2017) presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-63 |
| Tabla 4-19. Especies con eventos de nidificación en HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-64 |
| Tabla 4-20. Riqueza de especies de reptiles descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-68 |
| Tabla 4-21. Riqueza de especies de anfibios descrita para el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-70 |
| Tabla 4-22 Resumen de las características físicas del hábitat para la fauna íctica. | 4-72 |
| Tabla 4-23. Parámetros <i>in situ</i> , asociados a las características del hábitat de la fauna íctica (Photosíntesis, 2022)..... | 4-73 |
| Tabla 4-24 Rango de valores de los cuatro parámetros relativos al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. (Smith et al., 1999)..... | 4-73 |
| Tabla 4-25 Valores obtenidos en el HU Laguna y Estero Catapilco, de los cuatros parámetros relativos al estado trófico que representan, en acuerdo con Smith et al. (1999). Campaña verano 2022. Destacado en rojo los valores que sugieren un estado Hipereutrófico. LD, indica bajo el límite de detección de la técnica analítica. | 4-74 |
| Tabla 4-26. Especies de peces descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco (UMMZ, 1986; Zunino et al., 2009; Photosíntesis Consultores, 2022)..... | 4-75 |
| Tabla 4-27 Taxas de macroinvertebrados acuáticos identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-76 |

| | |
|--|-------|
| Tabla 4-28. Vista aérea de desembocadura del Estero Catapilco (Fuente: Javier Trivelli) | 4-78 |
| Tabla 4-29. Ensamble de aves de humedal que componen el OC, categoría de conservación, patrón migratorio y hábitat principal. | 4-84 |
| Tabla 4-30. Ensamble de aves playeras y migratorias que componen OC, categoría de conservación, patrón migratorio y hábitat principal. | 4-86 |
| Tabla 4-31. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Aves de humedal y playeras. | 4-88 |
| Tabla 4-32. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Coipo. | 4-92 |
| Tabla 4-33. Especies macrófitas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Fotosíntesis (2022) y Fundación Kennedy (2016). | 4-95 |
| Tabla 4-34. Resultado de aplicación del índice QBR en cuenca del Estero Catapilco (Arancibia y Silva, 2015). | 4-98 |
| Tabla 4-35. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Vegetación palustre y acuática. | 4-100 |
| Tabla 4-36. Especies de peces nativos registrados en el HU Laguna y Estero Catapilco (UMMZ, 1986; Zunino et al., 2009; Fotosíntesis Consultores, 2022). | 4-104 |
| Tabla 4-37. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Humedal y red hídrica. | 4-105 |
| Tabla 4-38. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Paisaje ... | 4-109 |
| Tabla 4-39. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza. | 4-112 |
| Tabla 4-40. Concentraciones de metales ($\mu\text{g L}^{-1}$) en las estaciones de muestreo de Silva y Arancibia (2015) en el estero Catapilco. | 4-127 |
| Tabla 4-41. Parámetros químicos en las estaciones de muestreo de Silva y Arancibia (2015) en el estero Catapilco. | 4-128 |
| Tabla 4-42. Ranking según valores promedios de metales presentes en muestras de polvo por establecimiento. | 4-129 |
| Tabla 4-43. Niveles máximos permisibles de presión sonora (NPS) continuos equivalente en decibeles (A) Lento de las comunas de Zapallar y Puchuncaví. | 4-133 |
| Tabla 4-44. Actividades de intrusión y perturbación humana por tipo de amenaza, del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-141 |
| Tabla 4-45. Disponibilidad y demanda total de aguas subterráneas en subsectores del acuífero Catapilco. | 4-152 |
| Tabla 4-46. Nombre de titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que extraen mayores caudales anuales promedio en el área de influencia del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-154 |
| Tabla 4-47. Resumen de los impactos de inundaciones pequeñas y extremas en las ganancias y pérdidas de los servicios ecosistémicos. | 4-162 |
| Tabla 4-48. Criterios utilizados para la calificación de amenazas. (Fuente: adaptado de CMP 2013). | 4-165 |
| Tabla 4-49. Calificación de amenazas para los OC | 4-166 |
| Tabla 5-1. Objetivos de manejo definidos para cada OC. | 5-176 |
| Tabla 5-2 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal "Formación de capacidad interna y externa". | 5-179 |
| Tabla 5-3 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal "Leyes y políticas". | 5-181 |
| Tabla 5-4 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal "Uso público". | 5-183 |
| Tabla 5-5 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal "Educación y sensibilización". | 5-185 |
| Tabla 5-6 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Cambio climático y disminución de precipitaciones". | 5-187 |

| | |
|--|-------|
| Tabla 5-7 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Relleno y modificación del cauce"..... | 5-190 |
| Tabla 5-8 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Presencia de especies exóticas invasoras"..... | 5-193 |
| Tabla 5-9 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Presencia de animales domésticos"..... | 5-195 |
| Tabla 5-10 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Extracción de agua no sustentable"..... | 5-197 |
| Tabla 5-11 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Desastres naturales e inundaciones"..... | 5-200 |
| Tabla 5-12 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Contaminación de agua y suelo"..... | 5-202 |
| Tabla 5-13 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Microbasurales y residuos sólidos"..... | 5-205 |
| Tabla 5-14 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Contaminación acústica y lumínica"..... | 5-207 |
| Tabla 5-15 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Extracción de áridos"..... | 5-209 |
| Tabla 5-16 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Intrusión y perturbación humana"..... | 5-211 |
| Tabla 5-17 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza..... | 5-213 |
| Tabla 5-18. Descripción de los usos actuales y potenciales identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 5-215 |
| Tabla 5-19. Criterios para análisis de compatibilidad de usos (CONAF, 2017). | 5-217 |
| Tabla 5-20. Matriz de compatibilidad de usos del HU Laguna y Estero Catapilco. | 5-218 |
| Tabla 5-21. Superficie (ha) de cada zona de uso de la zonificación del HU Laguna y Estero Catapilco. | 5-222 |
| Tabla 5-22. Superficie (ha) de cada zona de uso fuera del polígono del HU Laguna y Estero Catapilco..... | 5-223 |
| Tabla 5-23. Descripción y normativas asociadas a las zonas de uso del HU Laguna y Estero Catapilco..... | 5-223 |
| Tabla 5-24. Actividades del Plan Operativo Anual (POA) por estrategia..... | 5-228 |
| Tabla 5-25. Plan de monitoreo de OC Aves de humedal y playeras | 5-231 |
| Tabla 5-26. Plan de monitoreo de OC Coipo. | 5-232 |
| Tabla 5-27. Plan de monitoreo de OC Vegetación palustre y acuática. | 5-233 |
| Tabla 5-28. Plan de monitoreo de OC Humedal y red hídrica | 5-234 |
| Tabla 5-29. Plan de monitoreo de OC Paisaje. | 5-235 |
| Tabla 5-30. Plan de monitoreo de OC Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza..... | 5-236 |
| Tabla 5-31. Plan de monitoreo de amenaza "Relleno y modificación del cauce"..... | 5-238 |
| Tabla 5-32. Plan de monitoreo de amenaza "Microbasurales y residuos sólidos". | 5-239 |
| Tabla 5-33. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación de aire". | 5-240 |
| Tabla 5-34. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación de agua y suelo". | 5-240 |
| Tabla 5-35. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación acústica y lumínica"..... | 5-241 |
| Tabla 5-36. Plan de monitoreo de amenaza "Extracción de áridos"..... | 5-242 |
| Tabla 5-37. Plan de monitoreo de amenaza "Presencia de animales domésticos". | 5-243 |
| Tabla 5-38. Plan de monitoreo de amenaza "Intrusión y perturbación humana". | 5-244 |
| Tabla 5-39. Plan de monitoreo de amenaza "Presencia de especies exóticas invasoras". | 5-245 |
| Tabla 5-40. Plan de monitoreo de amenaza "Extracción de agua no sustentable". | 5-246 |
| Tabla 5-41. Plan de monitoreo de amenaza "Cambio climático y disminución de precipitaciones". | 5-247 |

| | |
|---|-------|
| Tabla 5-42. Plan de monitoreo de amenaza “Desastres naturales e inundaciones”. | 5-248 |
| Tabla 5-43. Plan de monitoreo de estrategia “Formación de capacidad interna y externa”. | 5-249 |
| Tabla 5-44. Plan de monitoreo de estrategia “Leyes y políticas”. | 5-252 |
| Tabla 5-45. Plan de monitoreo de estrategia “Uso público”. | 5-259 |
| Tabla 5-46. Plan de monitoreo de estrategia “Educación y sensibilización”. | 5-261 |
| Tabla 5-47. Plan de monitoreo de estrategia “Economía local e incentivos”. | 5-264 |
| Tabla 5-48. Plan de monitoreo de estrategia “Vinculación comunitaria”. | 5-265 |
| Tabla 5-49. Plan de monitoreo de estrategia “Manejo de especies y recuperación ambiental”. | 5-267 |
| Tabla 5-50. Plan de monitoreo de estrategia “Investigación”. | 5-269 |
| Tabla 7-1. Especies indicadoras de aves que habitan en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-288 |
| Tabla 7-2. Abundancia total y abundancia promedio de aves indicadoras en HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-289 |
| Tabla 7-3. Riqueza total y riqueza de ensamble de aves de humedal y ensamble de aves playeras (Photosíntesis Consultores, 2022). | 7-291 |
| Tabla 7-4. Indicadores reproductivos de aves indicadoras. | 7-292 |
| Tabla 7-5. Número de especies en cubeta y tributario principal según origen (Photosíntesis, 2022). | 7-294 |
| Tabla 7-6. Número de especies palustres nativas y totales registradas en los tramos del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022). | 7-295 |
| Tabla 7-7 Rango de valores de los cuatro parámetros relativos al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. (Smith et al., 1999). | 7-298 |
| Tabla 7-8 Valores obtenidos en el HU Laguna y Estero Catapilco, de los cuatro parámetros relativos al estado trófico que representan, en acuerdo con Smith et al. (1999). Campaña verano 2022. Destacado en rojo los valores que sugieren un estado Hipereutrófico. LD, indica bajo el límite de detección de la técnica analítica. | 7-298 |
| Tabla 7-9. Instrumentos normativos aplicables de carácter nacional | 7-325 |
| Tabla 7-10. Instrumentos normativos aplicables de carácter comunal | 7-328 |
| Tabla 7-11. Instrumentos normativos de carácter internacional | 7-331 |
| Tabla 7-12. Instrumentos indicativos de carácter nacional | 7-332 |
| Tabla 7-13. Instrumentos indicativos de carácter comunal | 7-333 |
| Tabla 7-14. Instituciones a considerar para implementación del PGI. | 7-336 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|------|
| Figura 3-1. Ciclo del manejo de proyectos de los Estándares para la conservación (CMP, 2020). | 3-3 |
| Figura 3-2. Fotografías de talleres participativos con la comunidad local. | 3-4 |
| Figura 3-3. Talleres virtuales con departamentos municipales y servicios públicos utilizando mapeo participativo y aplicación Mentimeter. | 3-5 |
| Figura 4-1. Localización del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-14 |
| Figura 4-2 Concepto generalizado de áreas de separación y/o amortiguamiento (buffer) en humedales. Modificado de Welker Environmental Consultancy, (2002). | 4-16 |
| Figura 4-3 Diagrama conceptual del área de separación y/o amortiguación (buffer) del humedal. | 4-17 |
| Figura 4-4 Consideración del área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la calidad del agua. Distancia de separación a partir del cuerpo de agua del humedal, generado por el régimen hidrológico temporal en el tramo “Cubeta principal” del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-18 |

| | |
|--|------|
| Figura 4-5 Consideración del área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la integridad ecológica. Distancia de separación a partir del área funcional del humedal sugerida para el tramo "Tributario" del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-19 |
| Figura 4-6. Área de influencia del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-22 |
| Figura 4-7. Zonificación del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Norte que abarca las comunas de Zapallar y Puchuncaví. | 4-23 |
| Figura 4-8. Zonificación del PRC de Zapallar. | 4-25 |
| Figura 4-9. Zonificación del PRC de Puchuncaví. | 4-27 |
| Figura 4-10. Unidades geomorfológicas del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-39 |
| Figura 4-11. Vista general del Modelo digital de elevación (Escala 1:50.000) del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-40 |
| Figura 4-12. Unidades geológicas del HU Laguna y Estero Catapilco. Hidrografía | 4-43 |
| Figura 4-13. Subcuenca Estero Catapilco y subcuencas circundantes. | 4-44 |
| Figura 4-14. Subsectores que conforman el acuífero Catapilco y acuíferos circundantes. | 4-46 |
| Figura 4-15. Temperatura mínima media histórica (izquierda) y máxima media histórica (derecha) de la estación meteorológica de la DGAC. | 4-47 |
| Figura 4-16. Precipitación histórica anual de la estación meteorológica de la DGAC. | 4-48 |
| Figura 4-17. Pisos vegetacionales presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-51 |
| Figura 4-18. Formaciones vegetacionales presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-52 |
| Figura 4-19. Usos de suelo identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-54 |
| Figura 4-20. Mapa de distribución de comunidades vegetales identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-56 |
| Figura 4-21. Proporción de flora nativa, endémica y exótica registrada en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-57 |
| Figura 4-22. Especies de mayor abundancia relativa en el HU Laguna y Estero Catapilco. En verde especies nativas y en rojo especies exóticas. Fuente: Fotosíntesis (2022). | 4-58 |
| Figura 4-23. Proporción de especies de fauna silvestre descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-59 |
| Figura 4-24. Riqueza de especies de aves descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco según Orden. | 4-61 |
| Figura 4-25. Fotografías de avifauna del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-66 |
| Figura 4-26. Fotografías de coipo en HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Javiera Gallardo. | 4-67 |
| Figura 4-27. Fotografías de reptiles del HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-69 |
| Figura 4-28. Individuo de <i>Rhinella arunco</i> (sapo de rulo) registrado en camino vehicular cercano a HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Valentina Cortés. | 4-70 |
| Figura 4-29 Ubicación espacial de los puntos de muestreo HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-71 |
| Figura 4-30. Conectividad ecológica del HU Laguna y Estero Catapilco con áreas de valor ambiental. | 4-77 |
| Figura 4-31. Objetos de conservación seleccionados para el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-80 |
| Figura 4-32. Distribución espacial de OC en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-81 |
| Figura 4-33. Sitios de descanso, alimentación y nidificación de OC Aves de humedal y playeras en HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-84 |

| | |
|--|-------|
| Figura 4-34. Sitios de avistamiento de individuos de coipo en HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Javiera Gallardo y Benjamín Solari (Guardaparques)..... | 4-91 |
| Figura 4-35. Zonación típica de flora hidrófita de un humedal. Fuente: MMA.ONU Medio Ambiente, 2022..... | 4-94 |
| Figura 4-36. Mapa de distribución de comunidades vegetales nativas, que representan OC Vegetación palustre y acuática en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-97 |
| Figura 4-37. Puntos de muestreo de estudio realizado por Silva y Arancibia (2015), en parte alta, media y baja del Estero Catapilco..... | 4-99 |
| Figura 4-38. Zonas de prohibición y área de restricción del HU Laguna y Estero Catapilco (Res. DGA N°20, 2019). | 4-103 |
| Figura 4-39. Fotografías históricas de localidad de La Laguna, año 1957 (1), 1974 (2), 1993 (3) y 2001 (4). Fuente: Rafael Finch..... | 4-107 |
| Figura 4-40. Vista aérea del HU Laguna y Estero Catapilco hacia el oeste, observándose localidades de La Laguna de Zapallar y Maitencillo. Fuente: Suroeste films | 4-108 |
| Figura 4-41. Vista aérea del HU Laguna y Estero Catapilco hacia el este, observándose Población Estadio y parte de La Laguna de Puchuncaví. Fuente: Suroeste films | 4-108 |
| Figura 4-42. Amenazas directas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-114 |
| Figura 4-43. Distribución espacial de amenazas identificadas en el HU Estero y Laguna Catapilco. | 4-115 |
| Figura 4-44. Modelo conceptual de la amenaza "Relleno y modificación del cauce". | 4-118 |
| Figura 4-45. Foco de acumulación de basura identificado en el Estero Catapilco. | 4-119 |
| Figura 4-46. Modelo conceptual de la amenaza "Microbasurales y residuos sólidos". | 4-121 |
| Figura 4-47. Registro en tiempo real de las concentraciones del material particulado (MP _{2,5}), dióxido de azufre (SO ₂) y ozono (O ₃)..... | 4-123 |
| Figura 4-48. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación del aire". | 4-124 |
| Figura 4-49. Fuentes de origen de contaminación de agua y suelo en HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-126 |
| Figura 4-50. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación de agua y suelo"..... | 4-130 |
| Figura 4-51. Actividades asociadas a la contaminación acústica y lumínica en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-131 |
| Figura 4-52. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación acústica y lumínica". | 4-134 |
| Figura 4-53. Modelo conceptual de la amenaza "Extracción de áridos". | 4-137 |
| Figura 4-54. Fotografías de animales domésticos en el HU Laguna y Estero Catapilco..... | 4-139 |
| Figura 4-55. Modelo conceptual de la amenaza "Presencia de animales domésticos". | 4-140 |
| Figura 4-56. Sitios donde ocurren actividades vinculadas a la amenaza de intrusión y perturbación humana en el HU Laguna y Estero Catapilco. | 4-142 |
| Figura 4-57. Fotografía de sector de arriendo de caballos en el Estero Catapilco..... | 4-143 |
| Figura 4-58. Campistas a orillas de pozón y bañistas en cuerpo de agua, vista desde acceso Parque Laguna hacia oeste. | 4-143 |
| Figura 4-59. Modelo conceptual de la amenaza "Intrusión y perturbación humana". | 4-144 |
| Figura 4-60. Patos Mallard registrados en el HU Laguna y Estero Catapilco en caracterización de fauna realizada por Photosíntesis Consultores (2022)..... | 4-149 |
| Figura 4-61. Gansos registrados en caracterización de fauna realizada por Photosíntesis Consultores (2022). | 4-149 |
| Figura 4-62. Modelo conceptual de la amenaza "Presencia de especies exóticas invasoras". .. | 4-150 |
| Figura 4-63. Número de derechos de aprovechamiento de agua concedidos acumulados por año. | 4-152 |
| Figura 4-64. Mapa de derechos de aprovechamiento de agua concedidos post declaración como zona de prohibición en los subsectores Estero Catapilco y Subsector La Laguna. | 4-153 |
| Figura 4-65. Modelo conceptual de la amenaza "Extracción de agua no sustentable"..... | 4-155 |
| Figura 4-66. Modelo conceptual de la amenaza "Cambio climático y disminución de precipitaciones". | 4-158 |

Figura 4-67. Sectores inundados tras el desborde de estero Catapilco en años 2015 y 2016. Fuente: Rafael Finch 4-159

Figura 4-68. Imágenes de inundación por crecida de Estero Catapilco: destrucción del puente y pilares, año 1985 (1); destrucción de orilla norte (Av. La Laguna) del Humedal, año 2002 (2); inundación junio de 2017 (3, 4 y 5); y manejo de barra con maquinaria pesada en desembocadura (6). Fuente: Rafel Finch (1 y 2); Sitio del Suceso, 2017 (3, 4 y 5); Soy Valparaíso, 2020 (6). 4-160

Figura 4-69. Número de estudios consultados en revisión sistemática de literatura con resultados negativos, neutrales y positivos sobre diez servicios ecosistémicos acuáticos, posterior a inundaciones pequeñas y extremas (abajo). Fuente: Talbot et al., 2018. 4-162

Figura 4-70. Carta de inundación del SHOA para localidad de La Laguna (IDE Chile, 2015). Elaborado por: Fotosíntesis Consultores. 4-163

Figura 4-71. Modelo conceptual de la amenaza "Desastres naturales e inundaciones". 4-164

Figura 4-72. Modelo conceptual del HU Laguna y Estero Catapilco. 4-169

Figura 5-1 Estrategias identificadas para el HU Laguna y Estero Catapilco. 5-170

Figura 5-2. Subestrategias asociadas a la estrategia "Fortalecimiento de la capacidad interna y externa". 5-171

Figura 5-3. Subestrategias asociadas a la estrategia "Leyes y políticas". 5-172

Figura 5-4. Subestrategias asociadas a la estrategia "Educación y sensibilización". 5-173

Figura 5-5. Subestrategias asociadas a la estrategia "Economía local e incentivos". 5-174

Figura 5-6. Subestrategias asociadas a la estrategia "Vinculación comunitaria". 5-174

Figura 5-7. Subestrategias asociadas a la estrategia "Manejo de especies y recuperación ambiental". 5-175

Figura 5-8. Cadena de resultados para la estrategia transversal "Formación de capacidad interna y externa" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5.... 5-180

Figura 5-9 Cadena de resultados para la estrategia transversal "Leyes y políticas" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-182

Figura 5-10 Cadena de resultados para la estrategia transversal "Uso público" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-184

Figura 5-11 Cadena de resultados para la estrategia transversal "Educación y sensibilización" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-186

Figura 5-12 Cadena de resultados para la amenaza "Cambio climático y disminución de precipitaciones" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5..... 5-189

Figura 5-13 Cadena de resultados para la amenaza "Relleno y modificación del cauce" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-192

Figura 5-14 Cadena de resultados para la amenaza "Presencia de especies exóticas invasoras" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-194

Figura 5-15 Cadena de resultados para la amenaza "Presencia de animales domésticos" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-196

Figura 5-16 Cadena de resultados para la amenaza "Extracción de agua no sustentable" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 5-199

| | |
|--|-------|
| Figura 5-17 Cadena de resultados para la amenaza “Desastres naturales e inundaciones” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-201 |
| Figura 5-18 Cadena de resultados para la amenaza “Contaminación de agua y suelo” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-204 |
| Figura 5-19 Cadena de resultados para la amenaza “Microbasurales y residuos sólidos” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-206 |
| Figura 5-20 Cadena de resultados para la amenaza “Contaminación acústica y lumínica” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-208 |
| Figura 5-21 Cadena de resultados para la amenaza “Extracción de áridos” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-210 |
| Figura 5-22 Cadena de resultados para la amenaza “Intrusión y perturbación humana” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-212 |
| Figura 5-23 Cadena de resultados para la amenaza “Contaminación del aire” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5 | 5-214 |
| Figura 5-24. Zonificación del HU Laguna y Estero Catapilco (Fotosíntesis, 2022)..... | 5-222 |
| Figura 5-25. Propuesta de modelo de gobernanza en colaboración para el HU Laguna y Estero Catapilco. | 5-227 |
| Figura 7-1. Gráfico de abundancia registrada de aves indicadoras entre verano de 2011 y primavera 2021. Elaboración propia en base a datos del SAG (2011-2021)..... | 7-290 |
| Figura 7-2. Riqueza de especies del ensamble aves de humedal y playeras registradas en monitoreos realizados por el SAG (2011-2021). | 7-291 |
| Figura 7-3. Abundancia de especies de fauna íctica en el HU Laguna y Estero Catapilco por punto de muestreo (Fotosíntesis Consultores, 2022). | 7-296 |
| Figura 7-4. Abundancia macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en HU Laguna y Estero Catapilco (Fotosíntesis Consultores, 2022) | 7-297 |
| Figura 7-5. Cartografía del análisis territorial general del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-304 |
| Figura 7-6. Paseo peatonal habilitado correspondiente a la vereda de la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022)..... | 7-306 |
| Figura 7-7. Letrero informativo en Tramo 1 ribera norte del HU Laguna y estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022). | 7-306 |
| Figura 7-8. Cristo y gruta que se encuentran en la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Fuente: Fotosíntesis Consultores, 2022)..... | 7-307 |
| Figura 7-9. Plaza de niños en ribera norte Tramo 1..... | 7-307 |
| Figura 7-10. Caseta de la PEAS La Laguna de la empresa ESVAL (Foto: Fotosíntesis, 2022). | 7-308 |
| Figura 7-11. Canal de desagüe de aguas lluvia que desemboca en el HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022)..... | 7-308 |
| Figura 7-12. Espacio público proyectado por la Municipalidad de Puchuncaví en desembocadura por ribera sur..... | 7-309 |
| Figura 7-13. Cartografía de análisis territorial Tramo Cubeta 1 del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-310 |
| Figura 7-14. Caseta de guardaparque por la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022). | 7-311 |
| Figura 7-15. Plaza de juegos que se encuentra en el sector de la caseta de guardaparque por ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022). | 7-312 |

| | |
|--|-------|
| Figura 7-16. Letrero informativo y puente ruta F-30 desde plaza de niños ubicada en ribera norte. | 7-312 |
| Figura 7-17. Karting ubicado en ribera norte, Tramo 2 del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-313 |
| Figura 7-18. Cartografía de análisis territorial Tramo Cubeta 2 del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-314 |
| Figura 7-19. Puente peatonal Estero Catapilco en tramo Estero Catapilco (Foto: Photosíntesis, 2022). | 7-315 |
| Figura 7-20. Lugar de arriendo de caballos en ribera sur del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Photosíntesis, 2022). | 7-316 |
| Figura 7-21. Huella de tránsito vehicular desde ruta E.46 hacia Población Estadio, Laguna de Puchuncaví y condominios privados. | 7-316 |
| Figura 7-22. Cartografía de análisis territorial Tramo Tributario 1 del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-317 |
| Figura 7-23. Acceso a Parque Laguna (ex Parque Cachagua) por lecho del Estero Catapilco. | 7-318 |
| Figura 7-24. Lecho del Estero Catapilco, que ha sido utilizado como estacionamientos en eventos del ex Parque Cachagua. | 7-319 |
| Figura 7-25. Cartografía de análisis territorial Tramo Tributario 2 del HU Laguna y Estero Catapilco. | 7-320 |
| Figura 7-26. Zonificación Tramo Cubeta 1 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022). | 7-321 |
| Figura 7-27. Zonificación Tramo Cubeta 2 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022). | 7-322 |
| Figura 7-28. Zonificación Tramo Tributario 1 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022). | 7-323 |
| Figura 7-29. Zonificación Tramo Tributario 2 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022). | 7-324 |

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **PGI:** Plan de gestión integral
- **HU:** Humedal Urbano
- **CMP:** Conservation Measures Partnership
- **OBC:** Organización de Base Comunitaria
- **CONAF:** Corporación Nacional Forestal
- **ONG:** Organización No Gubernamental
- **DAEM:** Departamento de Administración de Educación Municipal
- **DOM:** Departamento de Obras Municipales
- **DIDECO:** Dirección de Desarrollo Comunitario
- **FONDEVE:** Fondo de Desarrollo Vecinal
- **DIMAO:** Medioambiente, Mantención, Aseo y Ornato
- **MMA:** Ministerio de Medio Ambiente
- **SEREMI:** Secretaria Regional Ministerial
- **SAG:** Servicio Agrícola y Ganadero
- **SERNAPESCA:** Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
- **BCN:** Biblioteca del Congreso Nacional de Chile
- **CONAMA:** Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- **DGA:** Dirección General de Aguas
- **DOH:** Dirección de Obras Hidráulicas
- **DOP:** Dirección de Obras Portuarias
- **INE:** Instituto Nacional de Estadísticas
- **MBN:** Ministerio de Bienes Nacionales
- **MINAGRI:** Ministerio de Agricultura.
- **MOP:** Ministerio de Obras Públicas.
- **SAG:** Servicio Agrícola y Ganadero.
- **SEIA:** Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- **CNM:** Consejo de Monumentos Nacionales
- **SNASPE:** Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.
- **RCE:** Reglamento para la Clasificación de Especies
- **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- **OC:** Objeto de conservación
- **OCB:** Objeto de conservación biológico
- **OCC:** Objeto de conservación cultural
- **AEC:** Atributo ecológico clave
- **ACC:** Atributo cultural clave
- **SSEE:** Servicios Ecosistémicos.
- **MEA:** Millenium Ecosystem Assesment
- **TEEB:** The Economics of Ecosystems and Biodiversity
- **EEl:** Especie exótica invasora

1 ANTECEDENTES

La cuenca del Estero Catapilco, en la región de Valparaíso posee áreas con alto valor ecológico, siendo parte de la Ecorregión Mediterránea, que ha sido definida como uno de los 34 *hotspot* o “puntos calientes” de biodiversidad con prioridad de conservación a nivel mundial, por su alta biodiversidad y endemismo¹ (Myers et al., 2000; Arroyo et al., 2006).

El Estero Catapilco posee zonas intensamente intervenidas, principalmente por actividades forestales, agrícolas e inmobiliarias. El uso de las aguas se relaciona principalmente a usos forestales, agrícolas, recreativos y urbanos, por lo que recibe cargas de emisiones de residuos líquidos puntuales y difusos. Esta heterogeneidad de actividades genera amenazas a este ecosistema, las que son más patentes en el tercio terminal del estero al llegar a la desembocadura, donde se forma La Laguna que sustenta una importante biodiversidad acuática, proveyendo de servicios ecosistémicos de recreación y turismo a la comunidad (MMA, 2021).

La Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad biológica de la Región de Valparaíso (CONAMA, 2005), estableció cinco sitios prioritarios en la comuna de Zapallar, de los cuales cuatro se encuentran al interior de la cuenca del Estero Catapilco, donde destaca La Laguna de Zapallar clasificado como “Sitios para desarrollar Educación Ambiental y Concienciación, en la Eco región de Aguas Continentales. En 2008 el Ministerio de Agricultura establece el área prohibida de caza en el Humedal Laguna y Estero Catapilco (Decreto Exento N°465).

En este contexto, en 2021 se declara el Humedal Urbano (HU) Laguna y Estero Catapilco, mediante la Resolución exenta N°1.409, en el marco de la Ley N°21.202². Corresponde a un humedal natural, lacustre, estuarino y ribereño permanente, ubicado entre las comunas de Puchuncaví y Zapallar, que posee una superficie aproximada de 19,9 hectáreas y que se ubica totalmente dentro del límite urbano.

A partir de esta declaración, la Municipalidad de Zapallar realiza un convenio con OBC Chinchimén, para administrar el área, y se genera un acuerdo de trabajo con la Municipalidad de Puchuncaví, para la conservación del HU Laguna y Estero Catapilco y la elaboración del plan de gestión integral (PGI).

¹ El endemismo es un concepto comúnmente usado para identificar a taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida.

² Ley N°21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

2 OBJETIVOS DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL

- Mejorar o mantener el estado de los Objetos de Conservación del HU Laguna y Estero Catapilco, cumpliendo los criterios mínimos para la sustentabilidad de los Humedales Urbanos establecidos en el Reglamento de la Ley N°21.202.
- Promover actividades que fomenten la oportunidad de recreación, encuentro y vínculo con la naturaleza para favorecer el bienestar humano en torno al área.
- Contribuir al control y mitigación de los impactos que generan las amenazas que afectan los OC del HU y su área funcional.

3 METODOLOGÍA

3.1 Estándares para la conservación

Para la elaboración del PGI se utilizó la metodología recomendada por CONAF en el Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) (CONAF, 2017) la cual se basa en los estándares para la conservación (CMP, 2020), metodología basada en el manejo adaptativo que se compone de cinco etapas, como se observa en la Figura 3-1. El proceso de elaboración del PGI para el HU Laguna y Estero Catapilco, comprendió las primeras dos etapas que tienen estos estándares.

Cabe mencionar, que el MMA se encuentra en proceso de desarrollar una guía para la elaboración de los PGI. Sin embargo, al momento de realizar la planificación para el HU Laguna y Estero Catapilco, esta guía no se encuentra publicada, por lo que se utiliza la metodología validada para el resto de las áreas protegidas a nivel nacional e internacional, que cumple con el criterio de una gestión adaptativa y un manejo activo del humedal, como lo establece el Reglamento de Humedales Urbanos.

Para la sistematización de la información y análisis realizados a lo largo de la elaboración del PGI se utilizó el software MIRADI (www.miradi.org).



Figura 3-1. Ciclo del manejo de proyectos de los Estándares para la conservación (CMP, 2020).

3.2 Proceso participativo

Para la elaboración del PGI se realizó un proceso participativo, el cual buscó integrar a los diversos actores locales del territorio. Este proceso es muy relevante, ya que permite incorporar los conocimientos de los actores locales para identificar los diferentes componentes que incluyen la metodología de los estándares para la conservación y validar las diferentes etapas de la elaboración del PGI a nivel local.

Con el fin de asegurar la participación de actores relevantes para el proceso de elaboración del PGI, se desarrollaron cuatro talleres presenciales con la comunidad local y organizaciones territoriales, en los que se realizaron actividades participativas mediante el uso de modelos conceptuales y cartografías participativas, con el fin de incorporar sus conocimientos situados respecto del área y hacerlos parte del proceso de la elaboración del PGI (Figura 3-2).



Figura 3-2. Fotografías de talleres participativos con la comunidad local.

Además, se realizaron tres talleres virtuales con servicios públicos y funcionarios municipales, usando la plataforma Zoom, herramientas de apoyo que permiten crear instancias interactivas con los participantes del taller con el fin de llegar a resultados con la participación de los actores, como la aplicación Mural, Menti (www.mentimeter.com) y mapas virtuales como Mymaps (Figura 3-3).

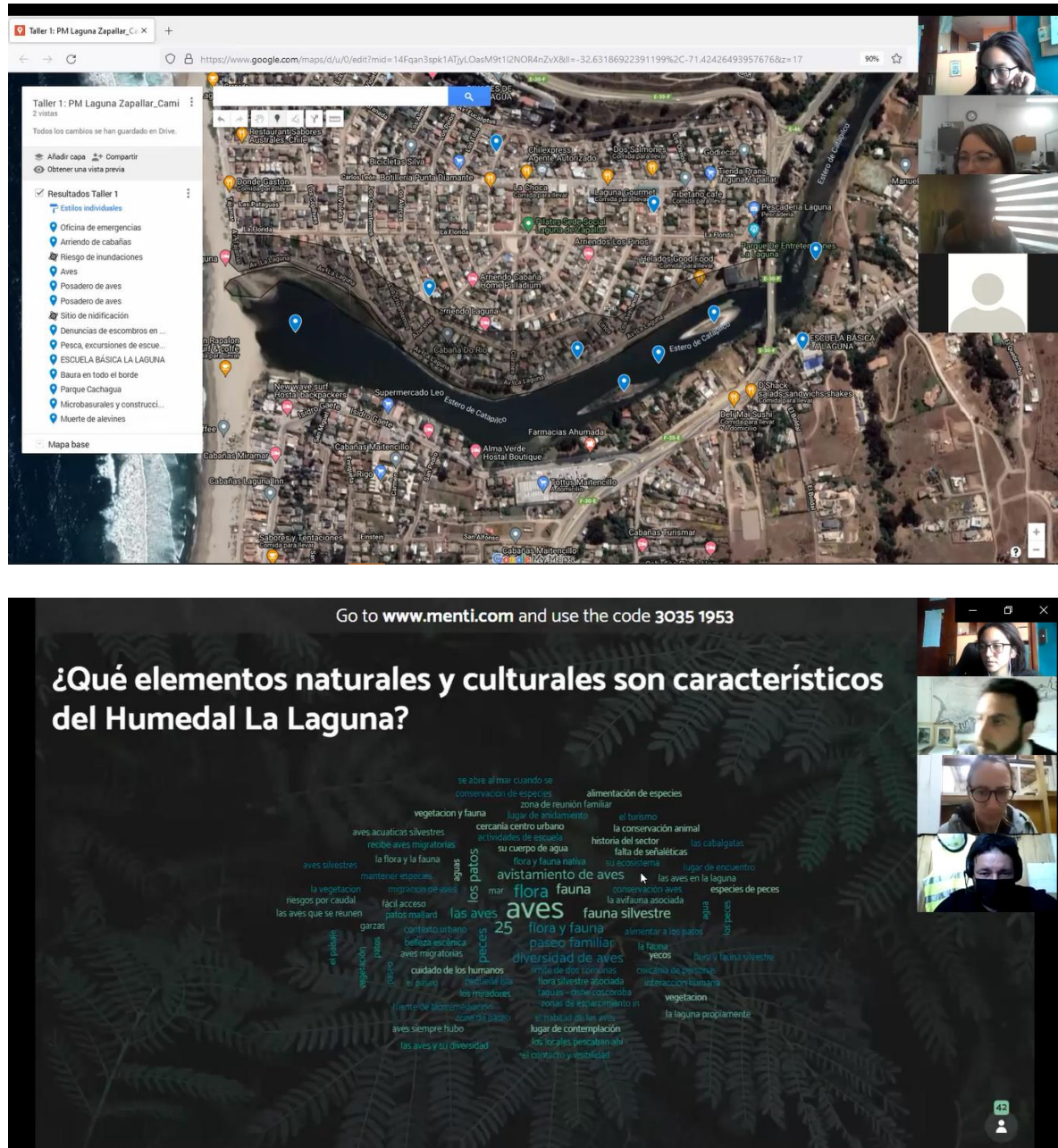


Figura 3-3. Talleres virtuales con departamentos municipales y servicios públicos utilizando mapeo participativo y aplicación Menti.

La difusión de los talleres se realizó mediante correos electrónicos, redes sociales y llamados telefónicos, y se elaboró una ficha de inscripción en formularios de Google para confirmar la asistencia.

Los resultados de las instancias participativas se sistematizaron y se elaboró un documento, que se encuentra en el "Anexo 1_Proceso participativo" que compila las actas de reuniones y talleres ejecutados en el marco de la elaboración del PGI. Los objetivos, fechas y número de asistentes se resumen en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Objetivos, fechas y número de asistentes de talleres participativos realizados con la comunidad local y servicios públicos.

| Taller | Objetivos | Fecha | Asistentes |
|-------------------|--|------------|------------|
| Taller ampliado 1 | Visión, elementos naturales, culturales y usos | 16-10-2021 | 44 |
| Taller virtual 1 | Visión, elementos naturales, culturales y usos | 19-10-2021 | 98 |
| Taller ampliado 2 | OC y amenazas | 09-11-2021 | 31 |
| Taller virtual 2 | OC y amenazas | 07-11-2021 | 61 |
| Taller ampliado 3 | Estrategias y calificación de amenazas | 02-04-2022 | 42 |
| Taller virtual 3 | Estrategias y calificación de amenazas | 24-03-2022 | 41 |
| Taller ampliado 4 | Cadenas de resultados | 28-05-2022 | 26 |

4 ETAPA 1: CONCEPTUALIZAR

4.1 Organizar el proceso y formalizar el equipo e instancias de participación del PGI

4.1.1 Identificación de actores territoriales

La identificación de actores territoriales clave para el HU Laguna y Estero Catapilco comenzó a partir de las reuniones de trabajo entre el equipo consultor, OBC Chinchimén y los funcionarios municipales de la Secretaría de Planificación (SECPLA) y la Oficina de Sustentabilidad de la Municipalidad de Zapallar, así como de SECPLAN y la Oficina de Medio Ambiente de la Municipalidad de Puchuncaví; quienes en conjunto desarrollaron un primer listado de actores, compuesto por organizaciones sociales locales, juntas de vecinos, ONG, investigadores y universidades con quienes se habían vinculado. Este listado preliminar se complementó posteriormente incorporando a los asistentes a los talleres y otros colaboradores que se incluyeron en el proceso de elaboración del PGI. La información recopilada fue sistematizada en una base de datos como muestra la **Tabla 4-1**. Los actores identificados se agruparon según sector al que pertenecen, según las categorías planteadas en el Manual de Planificación del Manejo de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) (CONAF, 2017):

- Comunidades y organizaciones locales, personas que habitan y usan el área de Influencia o el HU.
- Organismos públicos, autoridades políticas y sectoriales, de nivel local, regional o nacional, que tienen competencias sectoriales o están a cargo de programas, políticas o fondos, relevantes para el cumplimiento de los objetivos del ASP.
- Sector privado, actores que desarrollan actividades económicas relevantes en el Área de Influencia.
- Corporaciones o fundaciones con interés en la conservación y/o puesta en valor del patrimonio natural y cultural local, regional o nacional.
- Universidades que desarrollan investigación en el área o que tienen convenios vigentes con las municipalidades a cargo del área.

Tabla 4-1. Planilla de sistematización de información de actores clave. Fuente: Elaboración propia

| Tipo de organización | Organización | Nombre | Cargo | Comuna | Teléfono | Correo electrónico |
|----------------------|--------------|--------|-------|--------|----------|--------------------|
| | | | | | | |

En el "Anexo 2_Base de datos actores La Laguna", se encuentran los actores identificados en el proceso de elaboración del PGI. Es importante tener presente que, en el proceso de planificación, la identificación de actores territoriales se plantea como un proceso dinámico e iterativo, que se actualiza en la medida en que se avance en el desarrollo e implementación del PGI (CONAF, 2017). En este sentido, la base de datos de actores territoriales puede complementarse en la fase de implementación del PGI.

4.1.2 Descripción de actores territoriales

A continuación, se describen los actores territoriales identificados según las categorías establecidas en el Manual de Planificación del Manejo de ASP (CONAF, 2017):

4.1.2.1 Comunidad y organizaciones locales

Dentro de los actores comunitarios, se reconocen principalmente a vecinos y organizaciones funcionales. Las personas naturales corresponden, principalmente, a residentes de las localidades de La Laguna de Zapallar y de Puchuncaví, Cachagua y Maitencillo. Además, se reconocen representantes de Juntas de Vecinos y organizaciones locales, como:

- JJ.VV. Los Aromos Laguna de Zapallar (Zapallar)
- JJ.VV. Población Estadio (Zapallar)
- JJ.VV. N°1 La Laguna (Zapallar)
- JJ.VV. N°11 Maitencillo (Puchuncaví)
- JJ. VV La Laguna de Puchuncaví (Puchuncaví)
- Colectiva Las Garzas (Zapallar)
- OBC Chinchimén (Puchuncaví)

Respecto de estos actores comunitarios, se ha manifestado su interés de involucrarse en la protección del humedal y contar con mecanismos de participación comunitaria una vez implementado el PGI, junto con la preocupación de que este instrumento sea aplicado efectivamente.

4.1.2.2 Organismos públicos

Entre los diversos organismos públicos identificados como relevantes en relaciones con la gestión y acciones a implementar, se releva en primera instancia a las municipalidades de Zapallar y de Puchuncaví. Dentro de los estamentos de éstos, resultan particularmente relevantes la SECPLA y Oficina de Sustentabilidad en el caso de Zapallar, y la SECPLAN y Oficina de Medio Ambiente en Puchuncaví, quienes forman parte del equipo núcleo.

Además, se identifican otros departamentos y oficinas municipales, que han participado en el proceso de planificación del área, y que son relevantes para la implementación del PGI, que se detallan en la base de datos.

A nivel regional, resultan relevantes servicios públicos que pudieran aportar desde sus misiones institucionales en la implementación del PGI, como es el caso de la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección de Obras Públicas (DOP), dependientes del Ministerio de Obras Públicas (MOP); o bien que pudieran tener incidencia por motivos de fiscalización, como son las SEREMI de Medio Ambiente, Salud y Educación, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

4.1.2.3 Sector privado

En esta categoría se consideró a empresas, cuyas actividades se desarrollan dentro o cerca del HU Laguna y Estero Catapilco. Dentro de las empresas que operan en el área, la de mayor relevancia corresponde a ESVAL, que posee una planta elevadora de aguas servidas (PEAS La Laguna) dentro del área declarada como Humedal Urbano, que impulsa las aguas hacia la planta de tratamiento ubicada al interior del condominio Costa Cachagua (fuera del área de protección). Además, se proyecta otra PEAS de ESVAL por el lado de la comuna de Puchuncaví en el marco del proyecto de alcantarillado para Maitencillo

Además, se considera importante la presencia de Parque Laguna (Ex Parque Cachagua), Costa Cachagua y el Karting de La Laguna en la comuna de Zapallar, y el supermercado Tottus, Casa Lagunita y Cabañas del Leo en la comuna de Puchuncaví, cuyas operaciones generan impactos sobre el área debido a la contaminación acústica, lumínica y a la contaminación y extracción de agua.

Otras empresas identificadas en el área corresponden a Helados Good Food y empresas ligadas al ecoturismo como Turismo Mar y Tierra y Respira Nativo de la comuna de Zapallar y Rapalón, concesionario de la playa por en el sector de Maitencillo, comuna de Puchuncaví.

4.1.2.4 *Corporaciones y fundaciones*

En este grupo de actores se identificaron fundaciones y organizaciones de la sociedad civil, las cuales en su mayoría se dedican a temas afines a la conservación y a la educación ambiental. Muchas de ellas, debido a su trabajo en la zona, manifestaron su interés de colaboración con el proceso de planificación e implementación del PGI. Las corporaciones y fundaciones identificadas son las siguientes:

- Fundación Ibáñez Atkinson
- ONG Espacio Lúdico
- Fundación Kennedy
- Fundación Dunas de Cachagua
- Fundación Con Trabajo
- Corporación Bosques de Zapallar
- Fundación Ñamku
- Fundación La Caleta
- ONG Momentum
- Reobserva

4.1.2.5 *Universidades*

Dentro de las universidades que se identificaron, se consideraron aquellas que cuentan con convenios con los municipios de Zapallar y Puchuncaví, o bien con la OBC Chinchimén. Su relevancia radica en la capacidad de gestionar investigaciones en el marco de la formación profesional, así como prácticas o investigaciones de tesis que puedan colaborar en la resolución de brechas de información y en las necesidades de monitoreo. Las universidades identificadas son:

- Facultad de ciencias de la construcción y ordenamiento territorial – Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM)
- Escuela de Ingeniería Forestal – Universidad Mayor
- Administración en Ecoturismo – Universidad Andrés Bello
- Geografía – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- Ingeniería Ambiental – Universidad de Valparaíso
- Pedagogía – Universidad de Playa Ancha

4.1.3 Conformación de equipos de planificación

De acuerdo con la metodología de conformación de equipo de planificación planteada por CONAF (2017), inicialmente se conformó el equipo núcleo de planificación, compuesto por los funcionarios municipales de la Oficina de Sustentabilidad y SECPLA de la Municipalidad de Zapallar, y de la Oficina de Medio Ambiente y SECPLAN de la Municipalidad de Puchuncaví. Junto con ellos, el equipo núcleo fue integrado también por OBC Chinchimén y por el equipo de la consultora Photosíntesis. La conformación del equipo núcleo y su formalización tuvo lugar en la primera reunión de coordinación para la elaboración del PGI, y quedó formalizada en el acta de dicha reunión con fecha 4 de octubre de 2021.

Posteriormente, el 23 de febrero de 2022, se llevó a cabo una reunión de equipo núcleo en la cual se discutió la conformación de los equipos de soporte y ampliado, en la cual se estipuló, además, las instancias de participación a las cuales serían convocados cada uno de estos equipos. A continuación, en la Tabla 4-2 se detalla la conformación de cada equipo de planificación.

Tabla 4-2. Conformación equipo núcleo y equipo de planificación ampliado.

| Equipo de planificación | Integrantes |
|-------------------------|--|
| Equipo Núcleo | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Municipalidad de Zapallar</u>: SECPLA y Oficina de Sustentabilidad. - <u>Municipalidad de Puchuncaví</u>: SECPLAN y Oficina de Medio Ambiente. - OBC Chinchimén -Photosíntesis Consultores |
| Equipo Soporte | <ul style="list-style-type: none"> -<u>Municipalidad de Zapallar</u>: Departamento de Educación (DAEM), Dirección de Obras Municipales (DOM), Dirección Jurídica, Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO-FONDEVE³), Departamento de Inspección; Dirección de Medioambiente, Mantención, Aseo y Ornato (DIMAO); Departamento de Seguridad y Emergencia. -<u>Municipalidad de Puchuncaví</u>: Oficina de Turismo y Casa de la Cultura (ambas dependencias de DIDECO), DOM, DAEM, Área operativa, Oficina de deporte, Dirección de seguridad pública. -<u>Comunidad y organizaciones territoriales</u>: Directivos de juntas de vecinos cercanas, Colectiva Las Garzas. -<u>Servicios Públicos</u>: Capitanía de Puerto, SAG, CONAF, SEREMI MMA, SEREMI Salud, SERNAPESCA, Direcciones del MOP (DGA, DOH, DOP). |

³ Fondo de Desarrollo Vecinal

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| | |
|------------------------|---|
| | <p>-<u>Corporaciones y Fundaciones:</u> Fundación Ibáñez Atkinson, Fundación Kennedy, Fundación Dunas de Cachagua, Corporación Bosques de Zapallar, Fundación Ñamku, Fundación La Caleta.</p> <p>-<u>Universidades:</u> Universidad de Valparaíso, Universidad Mayor, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad de Playa Ancha, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.</p> <p>- <u>Sector privado:</u> ESVAL, ENEL</p> |
| Equipo Ampliado | <p>-<u>Comunidad y organizaciones territoriales:</u> Personas naturales, vecinos/as de la comuna de Puchuncaví y Zapallar que participaron de los talleres.</p> <p>-<u>Corporaciones y Fundaciones:</u> ONG Espacio Lúdico, ONG MAM Movimiento Apicultural, Fundación Con Trabajo.</p> <p>-<u>Sector privado:</u> Empresas locales asociadas al rubro de turismo y recreación.</p> |

4.2 Definir y describir el Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco y su área de influencia

Para definir y describir el HU Laguna y Estero Catapilco se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica con el fin de describir su dimensión territorial, sociocultural, geográfica y biológica. El compilado de documentos recopilados se puede observar en el anexo digital "Anexo 3_Recopilación bibliográfica". Además en el anexo digital "Anexo 4_SIG" se encuentran los insumos utilizados para las cartografías en formato *.shp, los proyectos en ArcGis y los mapas resultantes en formato *.jpg.

4.2.1 Delimitación del HU Laguna y Estero Catapilco

El HU Laguna y Estero Catapilco se encuentra ubicado en la región de Valparaíso, en el límite de las comunas de Zapallar y Puchuncaví, de las provincias de Petorca y Valparaíso, respectivamente. El polígono original propuesto por el MMA (Res. N°62) consideraba una superficie de 10,4 ha, sin embargo, tras la observación realizada por la Municipalidad de Puchuncaví que solicita mantener los límites establecidos en el Decreto Exento N°465⁴ (MINAGRI, 2008), se procede a revisar el polígono del área.

Considerando la información presentada, SEREMI Medio Ambiente y las Municipalidades de Zapallar y Puchuncaví realizaron actividades de delimitación del humedal terreno. En dicha visita se constató la presencia de ecosistemas de humedal que no estaban considerados en la cartografía original presentada por el MMA. Con esta información se revisaron los límites del polígono, de acuerdo a la presencia de los criterios: vegetación hidrófita y a la evidencia de un régimen hidrológico de saturación que genera condiciones de inundación periódica.

Adicionalmente, el MMA realizó un ajuste en la cartografía del polígono original, en base a análisis espacial mediante series temporales a partir de imágenes satelitales disponibles en Google Earth Pro y estimación de índices.

Luego de realizado el análisis de la cartografía original, se rectificaron los límites del humedal, protegiendo una superficie de 19,9 ha y cumpliendo uno de los tres criterios de delimitación de humedales establecidos en el art 8° del D.S. 15/2020, Reglamento de la Ley 21.202 (Figura 4-1).

⁴ Establece como zona prohibida de caza el área denominada "Humedal Laguna y Estero Catapilco", ubicada en el límite de las comunas Zapallar y Puchuncaví, provincia de Petorca de la Región de Valparaíso, por un período de prohibición temporal de 30 años, contados desde la fecha de publicación de este decreto en el Diario Oficial, para la caza y captura de anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

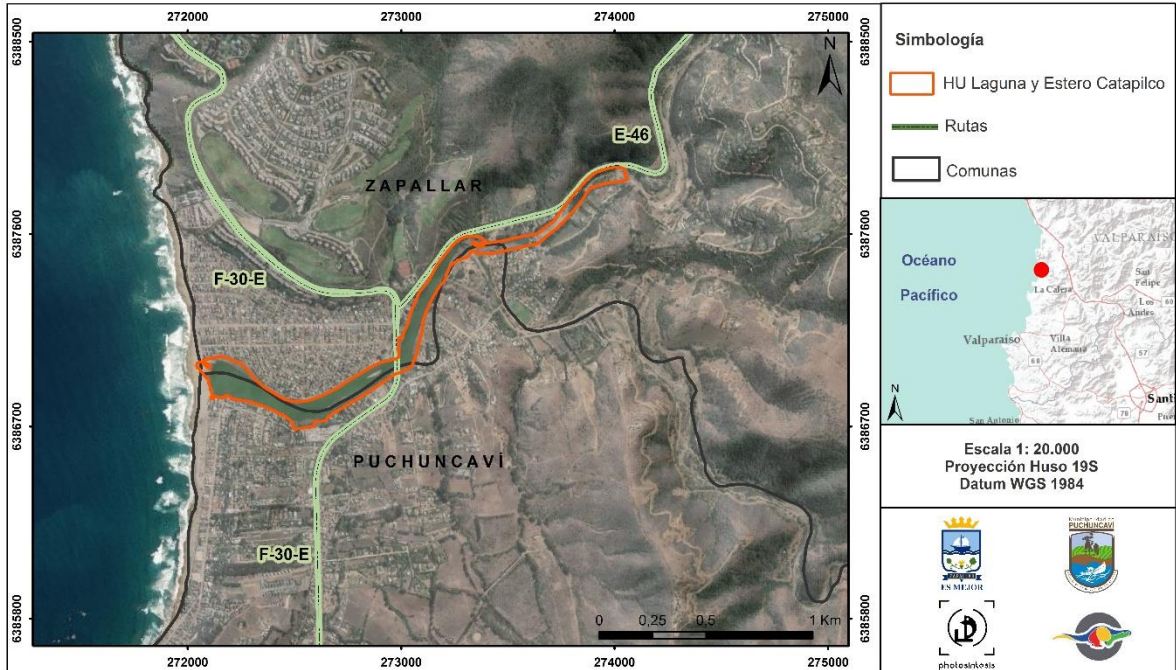


Figura 4-1. Localización del HU Laguna y Estero Catapilco.

4.2.1.1 *Criterios de delimitación*

En función de los antecedentes, el área declarada como HU solo cumple con un criterio planteado por el MMA. Al respecto, durante el proceso de elaboración del PGI se evidenció la necesidad de redefinir los límites del Humedal Urbano. Esta redefinición deberá considerar la delimitación del humedal, incluyendo su área funcional, su área de separación y/o amortiguación (buffer) y el intermareal y submareal hasta el veril de los 6m (criterio RAMSAR), en acuerdo con los estándares que se están promoviendo en otros humedales costeros por el MMA y el proyecto GEF Humedales Costeros, para asegurar la conservación y el cumplimiento de los criterios mínimos de sustentabilidad.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Humedales (MMA, 2020) , los criterios que definen un humedal son tres: 1) la presencia de vegetación hidrófila, 2) la presencia de suelos hídricos, y 3) un régimen hidrológico de saturación que genera condiciones anaeróbicas en los suelos y determina la existencia de vegetación hidrófila.

Por otro lado, según el Reglamento de Humedales Urbanos (Reglamento de la Ley N° 21.202), la delimitación de los humedales debe considerar al menos uno de los siguientes criterios: 1) la presencia de vegetación hidrófila; 2) la presencia de suelos hídricos con mal drenaje o sin drenaje; y/o 3) un régimen hidrológico de saturación ya sea permanente o temporal que genera condiciones de inundación periódica. Si bien, los criterios de delimitación del Inventario de Humedales y el Reglamento de Humedales Urbanos, son similares, éste último posee un alcance más amplio y agrega explícitamente el concepto de régimen hidrológico permanente o temporal, que requiere incorporar, al menos, la variabilidad estacional en el análisis de delimitación.

Cabe señalar que dicho reglamento, además, establece criterios mínimos para la sustentabilidad de los humedales, para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento, y la mantención del régimen hidrológico. Entre otras características, señala que la gestión de los humedales debe ser realizada de manera que permita mantener su régimen hidrológico, balance hídrico; en específico el volumen de entrada, acumulación y salida de agua desde y hacia el humedal, y los patrones de inundación, procurando evitar la modificación de la cantidad, niveles y volumen de agua, su estacionalidad, el régimen de sedimentos y la conectividad hidrológica.

Para estar en línea con lo establecido en el Reglamento, se debe definir el límite longitudinal o de aguas arriba del HU, considerando criterios basados en la estructura y/o funcionamiento del sistema (MOP-DGA, 2009). Se sugiere revisar los criterios basados en el límite basado en salinidad (Pritchard, 1967), que señala que el estuario queda limitado por el área en el cual la salinidad se encuentra en el rango de 0.1 g/L a 30-35 g/L, 2) y el límite basado en onda de marea (Fairbridge, 1980), que corresponde al límite de aguas arriba del estuario hasta donde se percibe efecto de la marea.

Al referirnos a un área de separación y/o amortiguación (buffer), consideramos que es una herramienta importante para lograr y mantener los valores, procesos, funciones y atributos deseados del HU Laguna y Estero Catapilco. Que, necesariamente implica separar el HU de los usos de la tierra adyacentes que puedan amenazar sus valores de atributos deseados. En este contexto, se requiere de la definición de tres áreas básicas para proporcionar una separación adecuada del HU; 1) Cuerpo de agua, 2) área funcional del humedal y 3) el área de separación y/o amortiguación (buffer), en acuerdo con la **Figura 4-2** (Welker Environmental Consultancy, 2002).

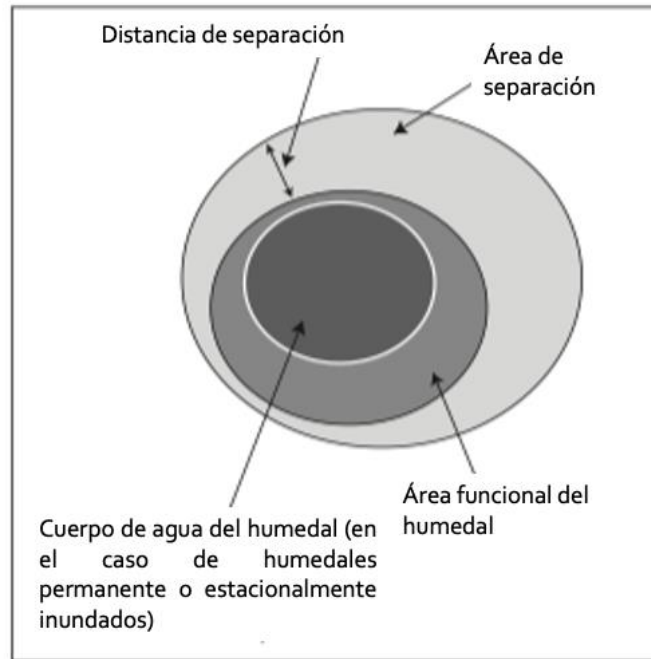


Figura 4-2 Concepto generalizado de áreas de separación y/o amortiguamiento (buffer) en humedales. Modificado de Welker Environmental Consultancy, (2002).

El área funcional del humedal es la zona que debe ser protegida para asegurar que las funciones y valores importantes del humedal puedan mantenerse. En este contexto, el área funcional del humedal es el límite espacial de este. Normalmente incluiría el cuerpo de agua, la vegetación del humedal y cualquier hábitat terrestre dependiente directamente asociado. El área funcional del humedal a menudo requerirá una separación adicional del uso o usos de la tierra circundante para asegurar su protección y compatibilidad con el uso de la tierra. Las consideraciones clave para definir las necesidades de separación son los valores, las funciones y los atributos del humedal que se ha de proteger, las características del uso de la tierra circundante y las amenazas asociadas con el uso o usos de la tierra **Figura 4-3** (Welker Environmental Consultancy, 2002).

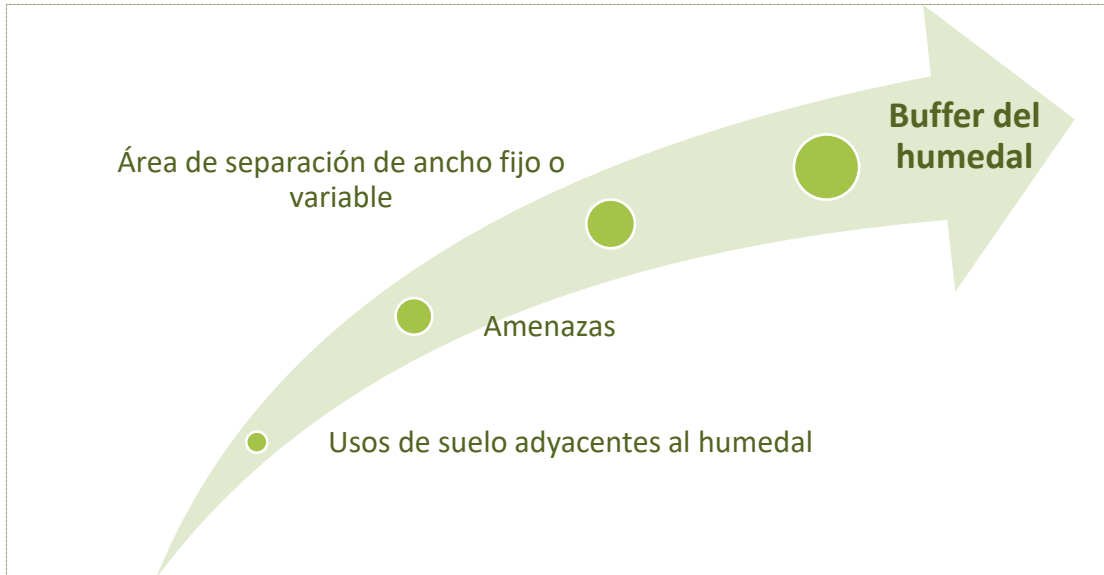


Figura 4-3 Diagrama conceptual del área de separación y/o amortiguación (buffer) del humedal.

Para establecer el área de separación y/o amortiguación (buffer), por lo general se mide una distancia de separación desde el límite del área funcional del humedal; sin embargo, pueden medirse desde el límite del cuerpo de agua en los casos de un humedal inundado permanente o estacionalmente, sin valores ecológicos significativos fuera de la zona inundada como, por ejemplo, humedales con un alto desarrollo urbano en algunos de sus tramos (e.g HU Laguna y Estero Catapilco en el tramo "Cubeta principal").

Considerando lo expuesto anteriormente y el caso particular del HU Laguna y Estero Catapilco, donde confluyen diversos intereses en torno a los servicios ecosistémicos que éste provee y que presenta un grado de desarrollo urbano y rural avanzado, con viviendas insertas casi en el cuerpo de agua, se sugieren 2 aproximaciones para determinar el ancho del área de separación y/o amortiguación (buffer), dependiendo del tramo del HU (Cubeta principal o Tributario). En el tramo de la cubeta principal se sugiere determinar el ancho del área de separación en función de la calidad de agua. En el tramo "Tributario" se sugiere determinar el ancho del área de separación en función de la integridad ecológica.

Al considerar el área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la calidad de agua, se incluyen sólo los criterios indicados por MMA (2020) en el inventario de humedales, en donde los criterios que definen a un humedal son: 1) la presencia de vegetación hidrófila, 2) la presencia de suelos hídricos, y 3) un régimen hidrológico de saturación que genera condiciones anaeróbicas en los suelos y determina la existencia de vegetación hidrófila. Por lo tanto, corresponde a una delimitación menos amplia, en donde el ancho del área de separación y/o amortiguación (buffer) será calculado desde el límite del cuerpo de agua (**Figura 4-4**) y en función de las recomendaciones realizadas por "Environmental Law Institute" (ELI, 2008).

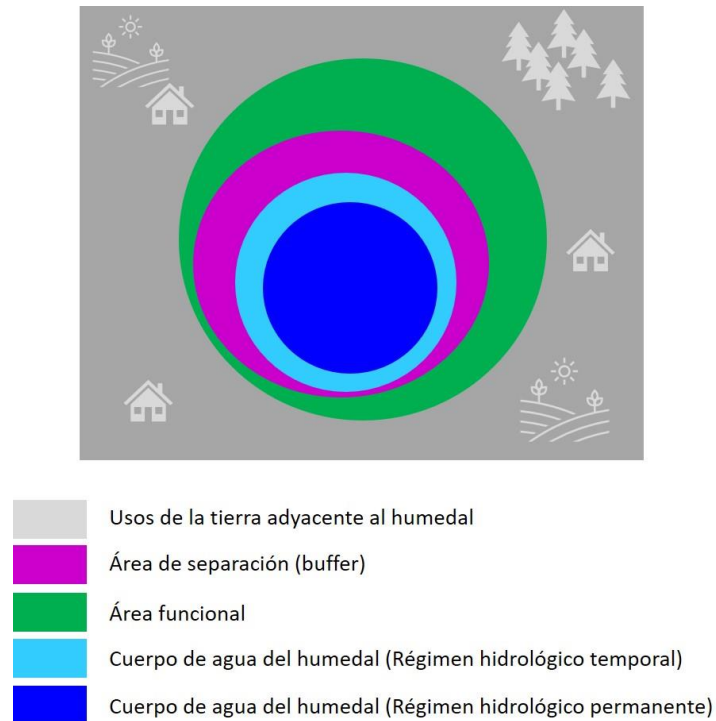


Figura 4-4 Consideración del área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la calidad del agua. Distancia de separación a partir del cuerpo de agua del humedal, generado por el régimen hidrológico temporal en el tramo “Cubeta principal” del HU Laguna y Estero Catapilco.

Al considerar el área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la integridad ecológica, se incluyen los conceptos hidrológicos asociados a la dinámica espaciotemporal del sistema y resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento. Por lo tanto, corresponde a una delimitación ampliada, en donde el ancho del área de separación y/o amortiguación (buffer) debe ser calculado a partir de los límites del área funcional del humedal, integrando las áreas que permiten mantener las funciones del humedal, tales como áreas de inundación por crecidas temporales de mayor período de retorno, zonas de soporte para la biodiversidad, retención de sedimentos, nutrientes, etc. (Figura 4-5) (Welker Environmental Consultancy, 2002).

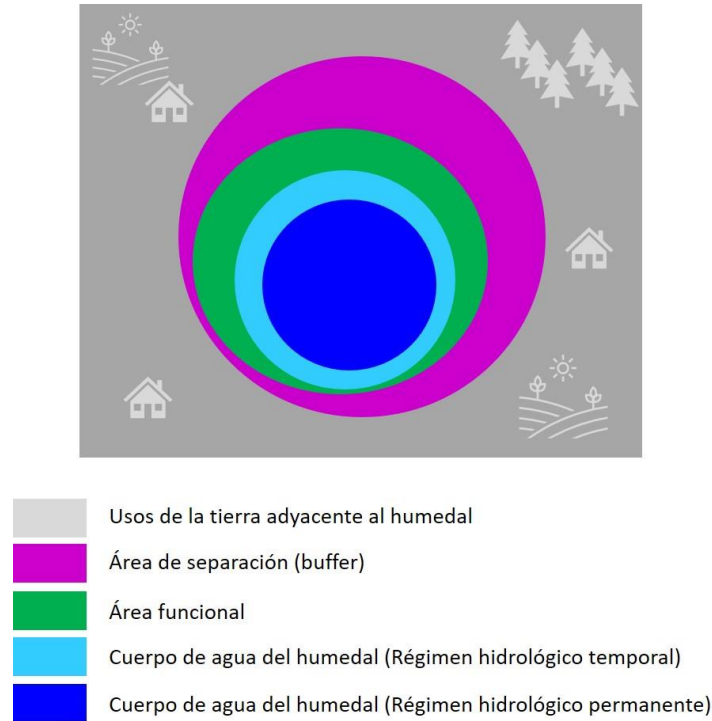


Figura 4-5 Consideración del área de separación y/o amortiguación (buffer) en función de la integridad ecológica. Distancia de separación a partir del área funcional del humedal sugerida para el tramo "Tributario" del HU Laguna y Estero Catapilco.

En resumen, el proceso de delimitación deberá integrar 2 conceptos principales: i) Conceptos hidrológicos asociados a la dinámica espaciotemporal del humedal, ii) Resguardo de características estructurales y funcionales del humedal. Así, en primera instancia se propone que el alcance longitudinal del HU esté asociado a un cambio topográfico relevante en el perfil longitudinal del cauce, lo que restringiría la onda de mareas hacia aguas arriba o que se realice en función de la salinidad. Luego, se propone la identificación de un área que integre la cobertura del agua permanente y estacional, con la vegetación hidrófita y suelo hídrico.

Por último, se sugiere una delimitación ampliada que incorpore el área Funcional del HU con distintas dimensiones espaciales, en función de la expresión espacial de los distintos procesos de regulación. Tales áreas permitirían al HU sostener funciones de: i) regulación de inundaciones, ii) protección de eventos extremos y cambio climático, iii) protección ante el arrastre de sedimentos y iv) soporte a la biodiversidad.

De esta forma se alcanzarían los "mínimos necesarios" para mantener su integridad como ecosistema. En sentido estricto, la envolvente de las áreas funcionales propondría los límites del humedal.

La Tabla 4-3 resume la propuesta para definir las tres áreas básicas HU Laguna y Estero Catapilco

Tabla 4-3 Delimitación del Humedal

| Delimitación | Descripción de componentes |
|---|--|
| Vegetación Hidrófila, Suelo Hídrico y Régimen Hidrológico | <ul style="list-style-type: none"> • Permanente y Estacional: suma de cobertura de agua permanente que se da con recurrencia alta-media en época de estiaje (verano-otoño), y cobertura estacional que se da con recurrencia media-alta en época de lluvia y post-lluvia (invierno-primavera) que correspondería a la cobertura de crecidas anuales. • Vegetación Hidrófila • Suelo Hídrico |
| Área funcional del Humedal | <ul style="list-style-type: none"> • Temporal: cobertura de agua temporal de menor recurrencia (por ejemplo, crecidas de menor frecuencia y/o crecidas extraordinarias), que es un área funcional necesaria para amortiguar los pulsos de inundación. • Área de reacomodación del humedal ante al cambio climático (Schuerch et al., 2018): terrenos de pendiente entre 0% y 5% que brinden espacio lateral disponible para que los sedimentos finos se acumulen y sean colonizados por la vegetación del humedal. • Área funcional de protección de sedimentos: Corresponde a un área de un ancho de 20 metros adyacente a cursos (ej estero o arroyo) o cuerpos de agua (Ej laguna o humedal) tengan éstos agua en forma permanentes o temporal (Romero et al., 2014). La funcionalidad de esta área es filtrar sedimentos y contaminantes proveniente de las actividades adyacentes • Área funcional de soporte de la biodiversidad: Se sugiere utilizar el concepto de integridad de vegetación, entendida como la condición de autoorganización que induce expresiones específicas de biodiversidad a partir de la biota presente localmente y acorde con la existencia de materiales y energía (Equihua et al., 2014). |
| Área de separación y/o amortiguación (buffer) | <ul style="list-style-type: none"> • Área de ancho fijo o variable, en función de los criterios para proteger la integridad ecológica en el |

| Delimitación | Descripción de componentes |
|-------------------------|---|
| | <p>tramo "Tributario". El ancho deberá ser calculado a partir de los límites del área funcional (envolvente).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de ancho fijo o variable, en función de los criterios para proteger la calidad de agua (Tramo "Cubeta principal"). El ancho deberá ser calculado a partir de los límites del cuerpo de agua. |
| Intermareal y submareal | <ul style="list-style-type: none"> • Límite de zona inter y submareal entre línea de playa y veril 6 m de profundidad, ubicado entre la envolvente de la ubicación histórica del canal de desembocadura del Estero Catapilco. |

4.2.2 Área de influencia

El área de influencia es el territorio colindante al área protegida, en ella pueden desarrollarse diversas estrategias para disminuir amenazas que podrían afectar el humedal, contribuir a mitigar potenciales problemas y promover oportunidades que serán clave en el logro de los distintos objetivos (CONAF, 2017).

La delimitación se realiza considerando los criterios mínimos establecidos en el Reglamento de la Ley de Humedales Urbanos, que consideran resguardar las características ecológicas y el funcionamiento de los humedales urbanos y mantener el régimen hidrológico superficial y subterráneo de éstos. Por esta razón, la principal variable territorial para definir el área de influencia corresponde al Acuífero Catapilco, ya que constituye una unidad funcional que al protegerlo permite asegurar el funcionamiento y conectividad del HU.

El área de influencia abarca toda la comuna de Zapallar y parte de la comuna de Puchuncaví, abarcando la localidad de Maitencillo y el área asociada al subsector Estero La Canela.

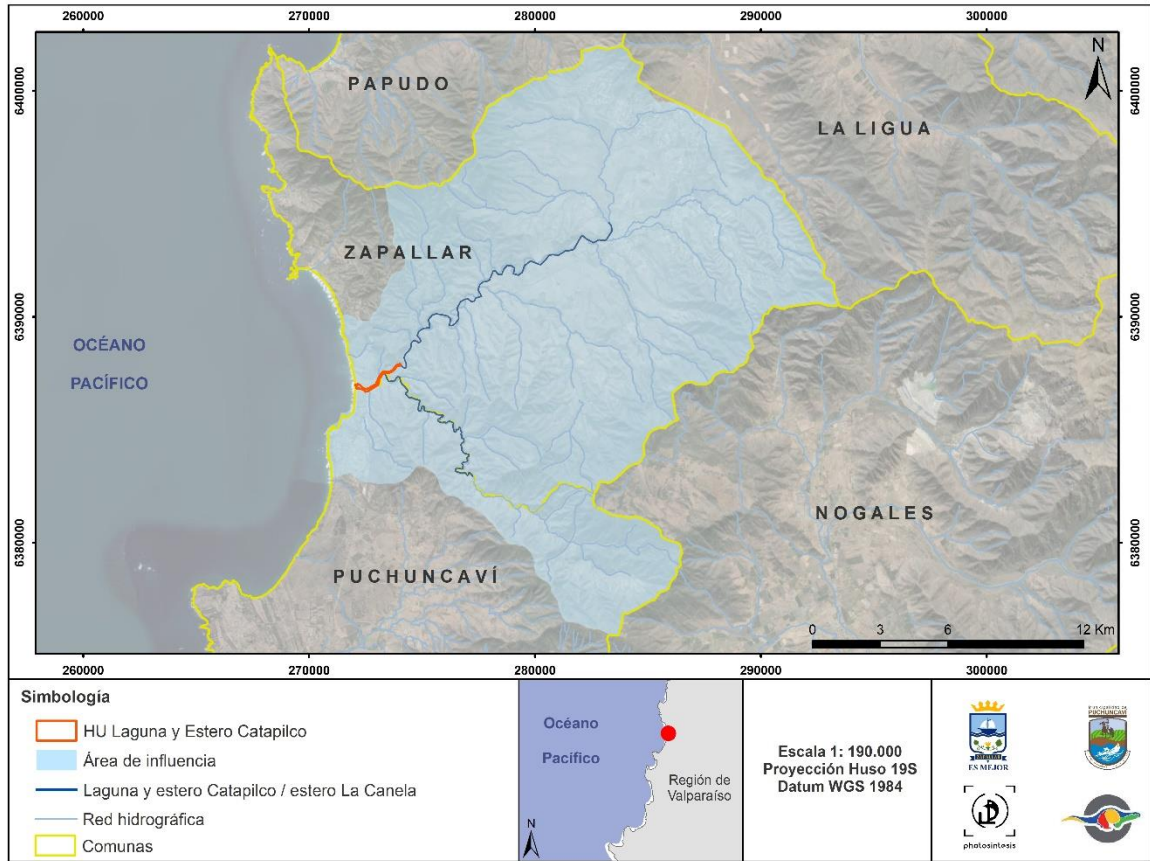


Figura 4-6. Área de influencia del HU Laguna y Estero Catapilco.

4.2.3 Planificación territorial

4.2.3.1 *Plan Regular Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Norte*

Dentro de los planes de ordenamiento territorial que influyen en la planificación del área, se encuentra el Plan Regulador Intercomunal (PRI, 2015), que abarca parte de las comunas de Zapallar y Puchuncaví. De acuerdo con el PRI, el HU está inserto en las zonas ZR1, ZR14, AU, AEU2 y AEU6 (Figura 4-7), que se describen con mayor detalle en la Tabla 4-4.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

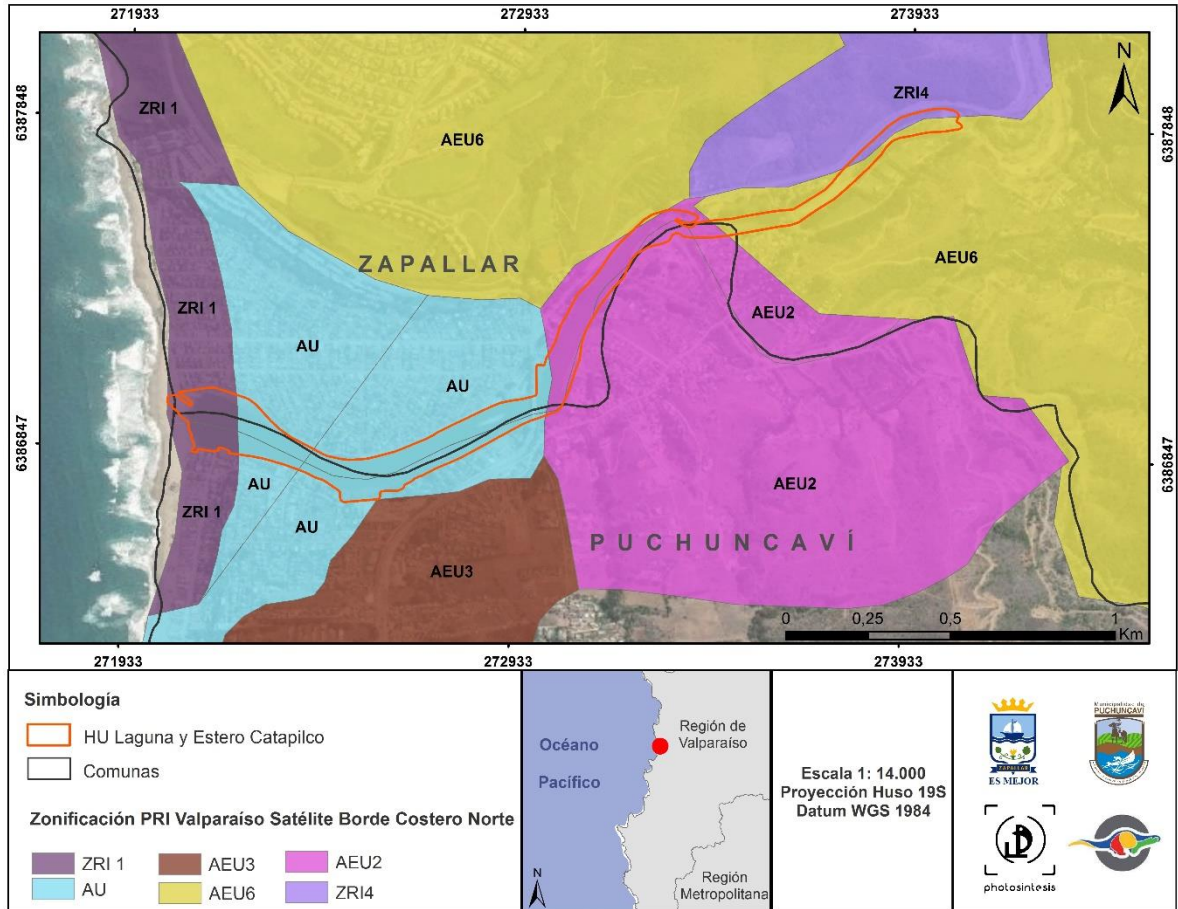


Figura 4-7. Zonificación del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Norte que abarca las comunas de Zapallar y Puchuncaví.

Tabla 4-4. Zonas del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso Satélite Borde Costero Norte, presentes en el área de estudio.

| Zona | Nombre | Uso permitido |
|------------------|--|---|
| ZRI ₁ | Zona de restricción faja costera (playa) | Equipamiento de esparcimiento, deporte y pesca artesanal; ramblas, embarcaderos, marinas, malecones, muelles, varaderos, cabinas y kioscos; Espacio público |
| AU | Áreas urbanas consolidadas | Según PRC de Puchuncaví: Z ₂ , Z ₃ , Z ₇ , Z ₉ . Según PRC Zapallar: ZH-1A, ZH-1B, ZH-1C, ZH-2A, ZE-1. |
| AEU ₆ | Zona de extensión urbana 6 | Vivienda; Equipamiento de esparcimiento y turismo (moteles y casinos), deportes (canchas y centros deportivos), culto cultura; Áreas verdes |
| ZRI ₄ | Zona forestal | Forestal y agrícola |
| AEU ₂ | Zona de extensión urbana 2 | Vivienda; Equipamiento de salud, educación, culto cultura, organización comunitaria, deportes, esparcimiento y turismo, comercio; Servicios artesanales inofensivos; Áreas verdes |
| AEU ₃ | Zona de extensión urbana 3 | Vivienda; Equipamiento de educación, cultura, esparcimiento y turismo, cultura, deportes, comercio; Áreas Verdes |

4.2.3.2 Plan Regulador Comunal de Zapallar

El PRC de Zapallar es de 1999 (Figura 4-8) y abarca las localidades de Zapallar, Cachagua, La Laguna, Catapilco, La Hacienda y Blanquillo. Las Áreas Urbanas consolidadas del PRI, se corresponden a las zonas ZH-1A, ZH-1B, ZH-1C, ZE-1, ZH-2A del PRC de Zapallar. En la Tabla 4-5, se resumen los usos permitidos de las zonas del PRC que colindan con el HU.

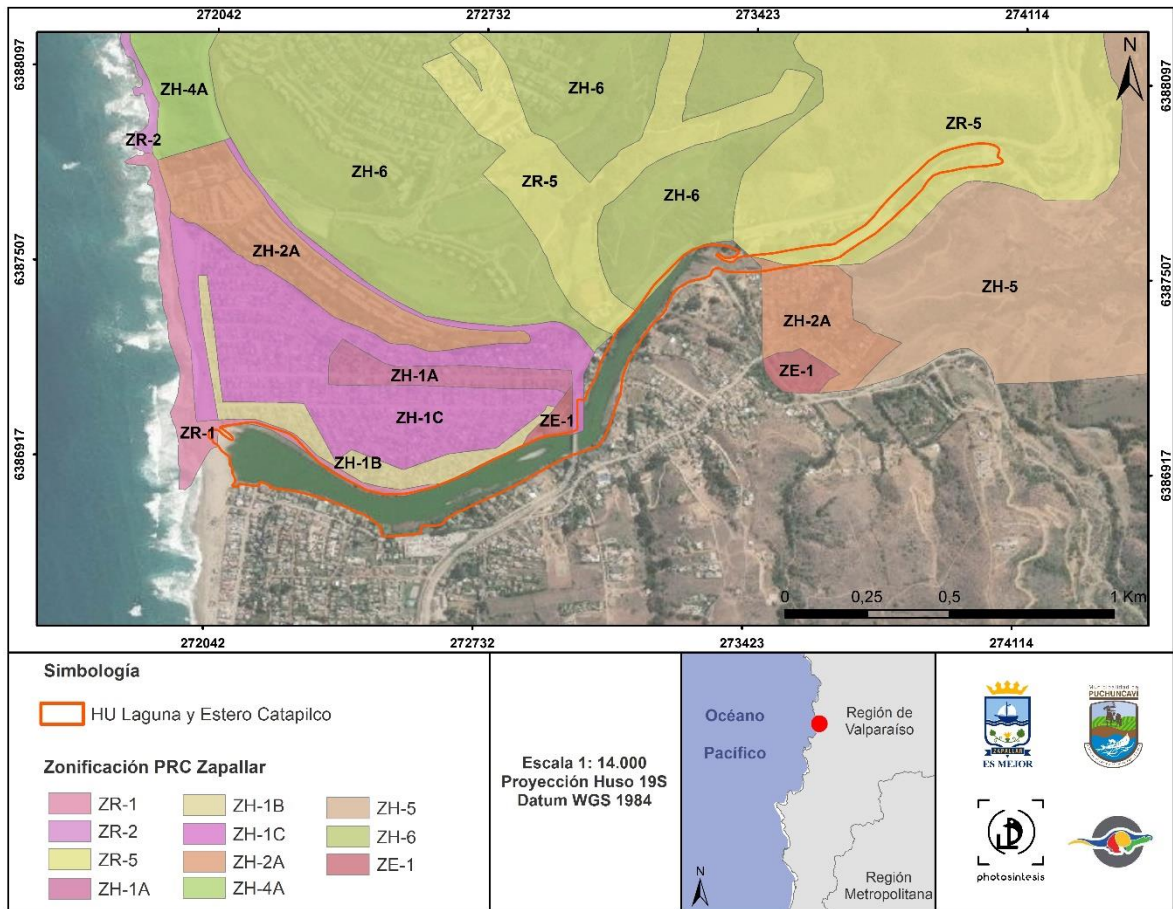


Figura 4-8. Zonificación del PRC de Zapallar.

Tabla 4-5. Usos permitidos de las zonas del PRC de la comuna de Zapallar, que colindan con el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Uso | Zonas | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------------------|
| | ZH-1A | ZH-1B | ZH-1C | ZH-2A | ZH-4A | ZH-5 | ZH-6 | ZE-1 | ZR-1 | ZR-2 | ZR-5 ⁵ |
| Vivienda | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Equipamiento | X | X | X | X | X | | X | X | | | |
| Esparcimiento y turismo | X | X | | X | X | | | X | | | |
| Servicio Público | X | X | X | | | | | | | | |
| Servicios profesionales | X | X | X | X | | | | | | | |
| Actividades de viabilidad y transporte | X | | | | | | | | X | | X |
| Área verde a escala comunal y vecinal | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Actividades relacionadas con la pesca | | | | | | | | | | X | |

⁵ Relacionado a la protección del sitio arqueológico Piedra Tacitas quebrada según se singulariza en el Plan PRZ-BC-01.

4.2.3.3 Plan Regulador Comunal de Puchuncaví

En la comuna de Puchuncaví las localidades más urbanizadas son: Maitencillo; La Laguna; Horcón; La Chocota; Las Ventanas; La Greda; y la localidad de Puchuncaví con extensión conurbana hacia las localidades El Rincón, El Paso y El Rungue (PLADECO, 2017).

Actualmente, el PRC está en proceso de actualización y el PRC vigente es del 2009 (Figura 4-9). Las Áreas Urbanas consolidadas según el PRI, se representan en este instrumento como Z2, Z3, Z7 y Z9. En la Tabla 4-6, se detallan los usos permitidos en las zonas de uso que colindan con el HU.

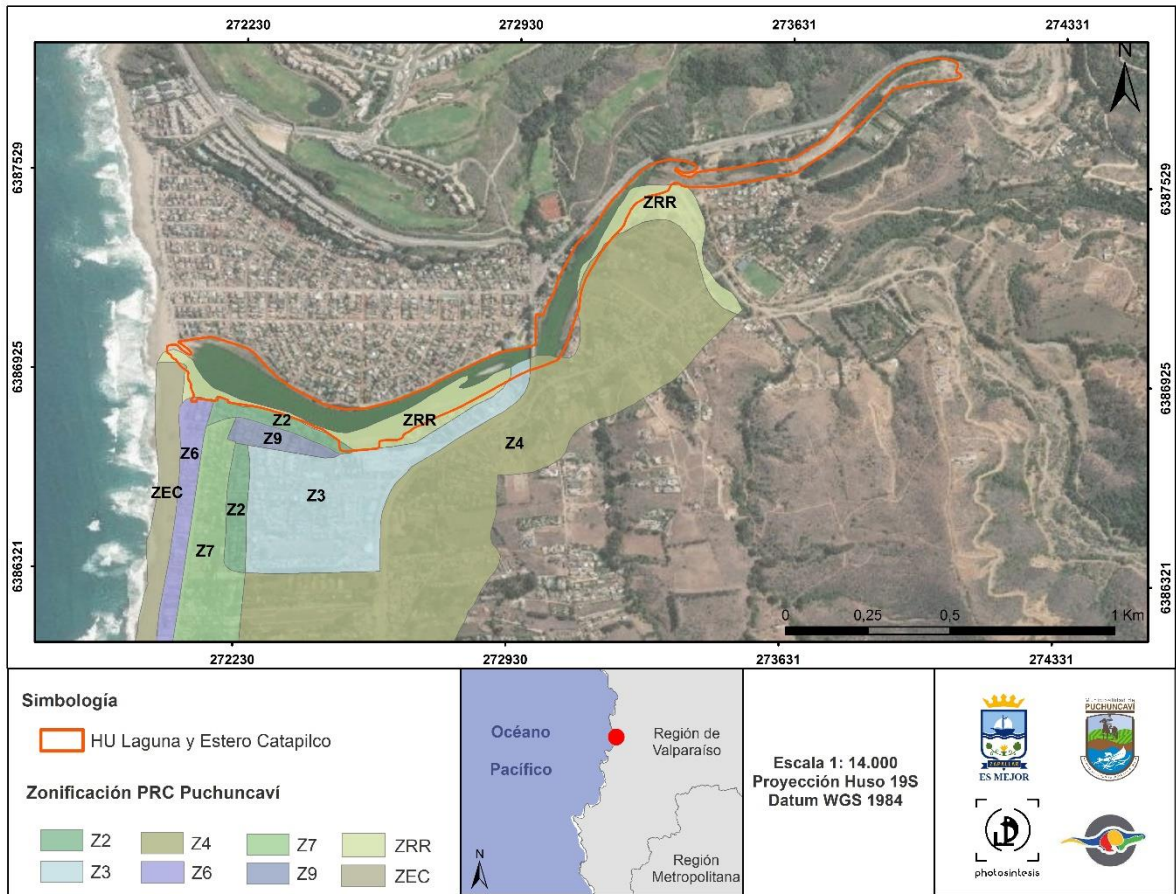


Figura 4-9. Zonificación del PRC de Puchuncaví.

Tabla 4-6. Usos permitidos de las zonas del PRC de la comuna de Puchuncaví que colindan con el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Usos permitidos | Zona | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| | Z2 ⁶ | Z3 ² | Z4 ² | Z6 ⁷ | Z7 ⁸ | Z9 ² | ZRR ⁹ | ZEC ¹⁰ |
| Residencial | X | X | X | X | X | X | | |
| Equipamiento: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios sociales | X | X | X | X | X | X | | |
| Actividades productivas: industrias e instalaciones de impacto similar al industrial, de carácter inofensivo. | X | X | X | | | | | |
| Espacios Públicos | X | X | X | X | X | X | | |
| Áreas Verdes | X | X | X | X | X | X | | |
| Áreas verdes y obras necesarias para asegurar el normal escurrimiento de las aguas y la prevención de erosiones al suelo natural | | | | | | | X | |
| Espacios públicos, marinas, ramblas, cabinas de temporada para bañistas y kioscos temporada, áreas verdes | | | | | | | | X |

⁶ Revisar el PRC para ver diferentes condiciones de edificación entre Zona Z2, Z3 y Z4.

⁷ En edificaciones frente a Zona Especial Costera, ver artículo 13 de la Ordenanza DEL PRC de Puchuncaví.

⁸ Revisar el PRC de Puchuncaví para ver diferentes condiciones de edificación entre Zona Z7 y Z9.

⁹ Se permitirá la materialización de senderos, para lo cual se determinan en el plano fajas para emplazarlos.

¹⁰ Se permitirá materialización de franjas para circulación peatonal que asegure la accesibilidad a recursos paisajísticos y natural.

4.2.4 Dimensión sociocultural

4.2.4.1 *Antecedentes paleontológicos y arqueológicos*

En cuanto a importancia paleontológica, la comuna de Puchuncaví en particular posee una reconocida riqueza que se hizo evidente con el hallazgo del Yacimiento Paleontológico Los Maitenes en el año 2007, y que condujo a la creación del Museo de Historia Natural de Puchuncaví el año 2011. El patrimonio paleontológico de la zona consiste principalmente en yacimientos fosilíferos de vertebrados e invertebrados marinos del Plioceno, los cuales se suman a una serie de lugares con rocas sedimentarias y magmáticas del paleozoico, mesozoico, y cenozoico con características petrográficas y geomorfológicas de alto interés, elementos que en conjunto relevan la importancia geológica-paleontológica de la comuna (Correa, et al., 2014).

Respecto a los hallazgos arqueológicos en la zona, los antecedentes recopilados a nivel regional y comunal sobre la costa de la Región de Valparaíso, dan cuenta de una ocupación humana de larga data a partir del período Arcaico (8.000 a.C) (Correa, et al., 2014; Pascual y Pavlovic, 2018). Para el caso del área en particular, los estudios realizados arrojan una mayor presencia de sitios del período alfarero temprano (PAT), principalmente en la comuna de Puchuncaví, donde destacan contextos costeros tempranos correspondientes a conchales ubicados en terrazas marinas, sobre dunas detenidas, de carácter disperso y poco denso a nivel superficial.

Estos contextos se han asociado a la tradición cultural Bato, caracterizada por grupos con un estilo de vida cazador recolector, que introdujeron la práctica del cultivo y la manufactura de alfarería caracterizada por sus decoraciones de inciso lineales punteados y bandas de hierro oligisto (Falabella y Stehberg 1989, citado en Pascual y Pavlovic, 2018).

Si bien la mayor parte de estos sitios tempranos costeros se han reconocido como Bato, también se reconocen, en menor cantidad, sitios correspondientes a asentamientos de grupos Llolleo, caracterizados por un modo de vida más sedentario que los grupos Bato, con presencia de morteros, cerámica monocroma con asas, con algunas representaciones antropomórficas y la tradicional decoración inciso reticulado, con entierros fúnebres próximos a los espacios habitacionales, con cuerpos en posición flectada con ofrendas y en urnas para el caso de los niños (Falabella y Stehberg 1989, citado en Pascual y Pavlovic, 2018)

En años más recientes, sitios inéditos con ocupaciones asignables al PAT han sido identificados y caracterizados en líneas base patrimoniales asociadas a proyectos inmobiliarios y de infraestructura pública ubicados en la zona, los cuales han permitido contribuir a la comprensión de los patrones de asentamientos locales. Estos sitios se sitúan en los diversos tipos de ambientes presentes en la zona, tales como las zonas llanas

sobre los acantilados costeros, las terrazas aledañas a quebradas costeras, los humedales situados a algunos kilómetros al interior y las zonas intermedias. Algunos corresponden a sitios que han sido interpretados como funcionalmente poco complejos, orientados a actividades logísticas o relacionadas con el acceso y procesamiento inicial de recursos marinos como moluscos, peces, aves y mamíferos marinos. Otros son asentamientos más complejos contextualmente, lo que podría haber sido resultado del desarrollo de una mayor complejidad funcional y/o de un grado más significativo de reocupación. Estos sitios pudieron haber correspondido a campamentos base que se ocuparon en el marco de un modo de vida basado en la movilidad residencial y desde los cuales se pudieron haber organizado algunas de las actividades específicas que se expresan en los sitios situados en zonas más expuestas. Estos en su mayoría están más protegidos del efecto eólico, en espacios llanos y de laderas suaves asociadas a quebradas costeras, en zonas cercanas a lugares de aprovisionamiento de agua dulce, bosques nativos y con un expedito acceso al litoral costero. (Pascual y Pavlovic, 2018)

Muchos de los sitios ocupados durante el PAT, continúan siendo utilizados en el período Intermedio Tardío (PIT), el cual es reconocido en la zona por la presencia de la cultura Aconcagua, cuyo elemento más característico es su tradición cerámica, relacionada a la elaboración de vasijas de pasta anaranjada, siendo quizás, el más reconocido, el puco decorado con el motivo del trinacrio. Estos grupos Aconcagua se habrían mantenido en la zona a la llegada del Inca, teniendo incluso una continuidad hasta momentos históricos. Respecto a estos sitios, muchos de los que se emplazan en zonas de humedales corresponderían a asentamientos más complejos contextualmente, lo que podría ser resultado del desarrollo de una mayor cantidad y variedad de actividades (mayor complejidad funcional) y/o de un grado más significativo de reocupación. (Durán y Planella 1989, citado en Pascual y Pavlovic, 2018)

Estos sitios pudieron haber correspondido a una o varias unidades domésticas de ocupación permanente o semipermanente, desarrollados por poblaciones de horticultores o agricultores de la cultura Aconcagua u otras tradiciones culturales, que aprovecharon las condiciones adecuadas para estas actividades (agua, terrenos llanos o de baja pendiente) y la posibilidad de acceder a materias primas y recursos de recolección en el humedal adyacente que estos tenían. Desde estos sitios también se tenía acceso expedito al borde litoral para acceder a los recursos marinos, generándose de esta forma los sitios costeros menos complejos funcionalmente ya descritos. En su mayoría se sitúan en forma directamente aledaña a los espacios deprimidos de las cajas de los humedales, en zonas llanas y de laderas suaves. Todos presentan superficies medianas y grandes (algunos alcanzando superficies de varias hectáreas), exhiben mayores potencialidades estratigráficas (entre 30 y 80 cm de profundidad) y evidencian conjuntos materiales mucho más densos y diversos (Pascual y Pavlovic, 2018).

Si bien hasta el momento no se ha constatado la presencia de sitios arqueológicos en el área del HU Laguna y Estero Catapilco, los antecedentes arqueológicos de la zona costera de la Región de Valparaíso, en particular los patrones de ocupación de otras cuencas y zonas de humedales costeros con características similares, permiten plantear la posibilidad de que existan sitios en sectores aledaños al humedal, que pudieran no haber sido descritos hasta la fecha, lo que debiera ser corroborado mediante prospecciones arqueológicas en la zona.

Posteriormente, se constata la ocupación incaica de la zona. Benjamín Vicuña Mackenna sostuvo que Puchuncaví habría sido una de las terminales del camino del Inca (Correa y Andrade, 2014). A la llegada de los colonizadores españoles a la zona en el siglo XVI, algunos grupos de población originaria habrían decidido huir hacia el sur del río Biobío, mientras que aquellos que se mantuvieron viviendo en la zona central fueron tomados como mano de obra en las mercedes de tierra que dividieron el territorio entre los oficiales españoles, produciéndose procesos de mestizaje entre europeos e indígenas.

4.2.4.2 *Antecedentes históricos*

a) **Antecedentes históricos de Zapallar**

La historia de Zapallar se remonta al siglo XVI, a la llegada de las huestes españolas al actual territorio chileno. Alrededor de los años 1590 Don Francisco Hernández de Herrera y López, Capitán de los Reales Ejércitos y conquistador de Chile y Sargento Mayor del Reino, recibe por parte de la Corona Española, una merced de tierras correspondiente a la Hacienda de Catapilco (en mapudungun “Valle Encajonado”), tomando posesión de ella en junio de 1599. Posteriormente estas tierras fueron heredadas por sus hijos, los Capitanes Francisco y Diego Hernández de Herrera y Arancibia (PLADECO, 2019).

Para el año 1847, siendo la Hacienda Catapilco propiedad de Olegario Ovalle Vicuña, Zapallar es nombrado puerto menor para comercio y cabotaje. Es entonces, en torno a la caleta de Zapallar, que comienza a configurarse el pueblo, rodeado de los cerros La Higuera, El Morro y el Cerro La Cruz, creando una pequeña ensenada con un microclima que lo protege de los vientos costeros (CNM, 2022).

Hasta fines de la década de 1850 el sector de La Laguna fue una vega, lugar destinado al cultivo de hortalizas, que era regado por las aguas de la desembocadura del Estero Catapilco, donde existía un caserío de alrededor de 30 chozas. Es a partir de la década de 1870 que el sector de La Laguna comienza a desarrollarse, producto de la fiebre del oro. Entonces, las estructuras de la empresa Mining Company of Catapilco, transformaron el lugar. El poblado creció en torno a la explotación del oro, transformando el paisaje de los cerros cercanos y también la forma de la gran poza de La Laguna, la cual dio su nombre a la localidad. En aquel entonces, este cuerpo de agua habría llegado hasta el actual puente Catapilco, y su ancho era mucho mayor. Los trabajos de gran envergadura habrían

modificado sus bordes, al punto de casi acabar con la abundancia de totoras y coipos que caracterizaba el lugar (Comunicación personal con María Teresa Bazáes, apoyo delegación municipal Catapilco).

Hacia 1900, los balnearios de la zona comienzan a configurarse en lo que sería el primer paisaje de destino turístico del país, por parte de familias pertenecientes a las élites hacendadas y a familias de comerciantes europeos enriquecidos. La franja costera del litoral central, de unos 250 km de extensión y funcionalmente dependiente de Santiago y Valparaíso, sería donde estas familias instalaron sus poblados de segundas residencias, en poblados como Zapallar, Maitencillo y Cartagena. Las clases acomodadas serían los primeros beneficiarios de las prácticas turísticas en el país, en tanto el tiempo de ocio era considerado un privilegio, condición que mantuvo hasta 1930, cuando el Estado chileno “democratizó” el derecho al ocio para todo el cuerpo social (Booth, 2018).

En 1884, la entonces llamada hijuela de Cachagua pasó a ser de propiedad de Don Olegario Ovalle Vicuña, luego de que éste comprara la parte de su hermano tras la repartición de los bienes de sus padres. Don Olegario se encomendó entonces a conformar la zona de Zapallar como un balneario de estilo europeo inmerso en su entorno natural, por lo que de 1892 comienza a regalar a sus amistades sitios en el sector para que construyeran sus casas (PLADECO, 2019).

A fines de la década de 1950 comienza el loteo y construcción de La Laguna de Zapallar, y posteriormente, entre las décadas de 1970 y 1980, comienza la instalación de la franja costera, lo que permite el loteo de sitios y el poblamiento. Inicialmente se habrían construido alrededor de treinta cabañas de madera para veraneo, de un piso y que en su mayoría promediaba los setenta metros construidos. Es a partir de la década de los ochenta que proliferan en la comuna loteos y construcciones, en respuesta a la demanda por desarrollos inmobiliarios orientados a estratos socioeconómicos altos. (Cahuillán, 2015)

En la actualidad, los mil lotes que conformaban el plan o la vega, se encuentran totalmente construidos, y la municipalidad loteó los terrenos en altura, por lo que las construcciones se extienden hacia la zona de los cerros. Estas nuevas construcciones, trajeron nuevos moradores de verano, situación que ha modificado no sólo prácticas cotidianas del habitar y las actividades económicas de la zona, sino a mayor escala, las necesidades de servicio doméstico por parte de las clases acomodadas.

Esta actividad constituye una de las principales fuentes de ingresos para las familias de escasos recursos que habitan en los sectores rurales cercanos a los balnearios, al menos por parte de las mujeres, ya que los hombres de estos sectores, en su mayoría, se dedican a la construcción y labores de reparación de viviendas (Cahuillán, 2015).

b) Antecedentes históricos de la comuna de Puchuncaví

Por otra parte, a la llegada de los españoles, Pedro de Valdivia entregó los territorios del valle de Puchuncaví, a un soldado de su hueste llamado Vincenzo del Monte Bagatta, originario de Milán y sobrino del Papa Julio II, entre cuyos descendientes se subdividieron las tierras sucesivamente, hasta que a fines del siglo XVII existían varios propietarios. Durante la época colonial, el territorio actual de Puchuncaví fue una reducción indígena y, posteriormente, un centro parroquial (Correa, et al., 2014; Prociudad, 2019).

La villa de Puchuncaví fue fundada el 6 de marzo de 1875, lo que la convierte en una de las localidades más antiguas de Chile. Su nombre proviene de las palabras mapudungun Puchun y cahuín que significa "donde abundan las fiestas", también entendiéndose como "restos de fiestas" o "fin de fiestas" (Benavides, 2016). Con el paso del tiempo, el poblado comenzó a adquirir cada vez más importancia, pasando de la categoría villa a cabecera de provincia en 1883 (Municipalidad de Puchuncaví, 2022), hasta que, en 1894 fue anexada a la recién creada comuna de Quintero. Los primeros en utilizar el sector como hacienda productiva habrían sido los jesuitas (Benavides, 2016).

En 1880, el marino Francisco Vidal Gormáz describía la caleta Maitencillo como un poblado con algunas chozas, morada de agricultores dedicados al cultivo de trigo y cebada, donde era posible proveerse de algunos artículos de primera necesidad. La presencia de la Hacienda Catapilco (propiedad de la familia Vicuña) y sus lavaderos de oro en el curso del Estero Catapilco y La Laguna, supuso el origen de la localidad de La Laguna, por su origen pirquinero y agrícola, así como el desarrollo del puerto de Maitencillo hacia fines del siglo XIX. A mediados del siglo XX se instalarían en Maitencillo grandes bodegas para el comercio de productos agrícolas de los fundos cercanos, destacando la producción triguera y de harina (Prociudad, 2019).

En 1929, Puchuncaví pasó depender administrativamente de la comuna de Quintero, al desarrollarse el ferrocarril longitudinal con ramales en Catapilco y Papudo, que hizo más atractiva la opción de transporte de mercancías por tierra en vez del transporte marítimo. La decadencia comercial de las caletas abrió paso al desarrollo del turismo, convirtiéndose muchas de ellas en balnearios, como fue el caso de Zapallar, Cachagua, Papudo, y, posteriormente, Maitencillo. En 1944, Puchuncaví recuperó su condición de comuna mediante decreto del presidente Juan Antonio Ríos (Prociudad, 2019; Municipalidad de Puchuncaví, 2022).

Durante la década de 1940, la principal actividad productiva costera fue la pesca de congrio, jaiba y recolección de loco y macha. Para el año 1952, el censo de vivienda y población indicaba que el 88,1% de la población comunal habitaba en sectores rurales y un 75% se dedicaba a actividades ligadas a la agricultura. Esta realidad comienza a cambiar en 1964 con la instalación de la fundición y refinería Las Ventanas de ENAMI (Correa et al., 2014; Benavides, 2016). Si bien la actividad industrial en la zona se había

inaugurado 1958 con la instalación de una Termoeléctrica propiedad de Chilectra, la instalación de las fundiciones en las localidades de Quintero y Ventanas consagran a éstas como localidades industriales en el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIVA) para el año 1965 (Benavides, 2016).

Es así como actualmente, a pesar de que aún se desarrollan las actividades agrícolas y turísticas en la comuna, ésta es conocida fundamentalmente por su actividad industrial, la cual por más de 40 años ha generado un deterioro ambiental, los que desde 1990 han sido reconocidos por parte de ENAMI y Chilgener S.A (nombre utilizado en aquel entonces por la empresa de energía al ser privatizada) y ya en 1992 se aprobó el primer plan de descontaminación por parte del Ministerio de Minería (Benavides, 2016).

Pese a ello, durante los últimos años los habitantes de Puchuncaví, han tenido que vivir con la operación de 15 empresas y una serie de episodios de contaminación (Arenas-Martija, 2020). Esta realidad ambiental de la comuna no deja exentos a los habitantes del sector de La Laguna, ya que, a pesar de encontrarse alejado del Complejo Industrial Ventanas en términos geográficos, la Escuela de La Laguna es el segundo establecimiento con mayor presencia en su suelo de Plomo, Arsénico y Sulfato de Cobre ((Ord. N° 1.448/2011).)

A raíz de estos sucesos, el año 2014 se constituyó el Consejo de Recuperación Ambiental de Quintero y Puchuncaví, bajo la tutela del Ministerio de Medio Ambiente. Dicha instancia se compuso por representantes de la sociedad civil, empresas, municipalidades y secretarías ministeriales, con el objetivo de elaborar un Programa de recuperación ambiental y social para Puchuncaví y Quintero, y ofrecer vías alternativas de un desarrollo autocentrado en la zona, que nazca del potencial cultural y natural presente en la comuna (Correa, et al., 2014).

4.2.4.3 *Características demográficas*

El HU Laguna y Estero Catapilco se encuentra ubicado en la Región de Valparaíso, correspondiendo a una sección del límite provincial y comunal, entre las comunas de Zapallar (provincia de Petorca) y Puchuncaví (provincia de Valparaíso).

En el caso particular de Zapallar, la población de la comuna ha manifestado una disminución de su concentración urbana en el período intercensal 2002-2017. En la comuna de Puchuncaví, se ha mantenido estable sus porcentajes de población urbana, así como su característica presencia de mayor población masculina que femenina, lo que constituye una característica demográfica excepcional en comparación a la mayoría de las comunas del país.

Tabla 4-7. Población comuna de Zapallar y Puchuncaví según resultados CENSO 2017. Fuente: BCN, 2022.

| Comuna | Población total | Mujeres | Hombres | Población urbana | % Población urbana | % Población urbana CENSO 2002 |
|------------|-----------------|---------|---------|------------------|--------------------|-------------------------------|
| Zapallar | 7339 | 3635 | 3704 | 5013 | 68,4% | 83,9% |
| Puchuncaví | 18546 | 9188 | 9358 | 15859 | 85,6% | 85,7% |

Respecto a las localidades aledañas al HU Laguna y Estero Catapilco, por el lado de Zapallar se encuentra La Laguna de Zapallar y Población Estadio, y por el lado de Puchuncaví, La Laguna de Puchuncaví y Maitencillo (Distrito censal 2). Todas estas localidades son reconocidas como una conurbación que en conjunto alcanzan una superficie de 12,14 km². En ambos casos, la cantidad de viviendas supera el número de habitantes de cada localidad, lo que se condice con su vocación de balnearios o localidades de residencia temporal.

En el balneario La Laguna de Zapallar existen aproximadamente 980 viviendas . Sin embargo desde el censo del 2017 se incorporan como parte de esta localidad los condominios Pinares de Cachagua y Costa Cachagua, sumando un total de 1870 viviendas, como se observa en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. Población localidades de Laguna de Zapallar y Maitencillo según resultados CENSO 2017. Fuente: BCN, 2022.

| Localidad | Población total | Mujeres | Hombres | Viviendas |
|-----------------------|-----------------|---------|---------|-----------|
| La Laguna de Zapallar | 532 | 252 | 280 | 1870 |
| Maitencillo | 2228 | 1061 | 1167 | 3939 |
| Total conurbación | 2760 | 1313 | 1447 | 5809 |

En cuanto a la pertenencia étnica, los porcentajes de población que no declara etnia son similares, correspondientes al 93% de la población en el caso de Zapallar (equivalente a 6818 personas) y a un 93,9% de la población en el caso de Puchuncaví (correspondiente a 17.403 personas). Dichos porcentajes son congruentes con las cifras a nivel regional, ya que para el total de la región de Valparaíso un 93,5 de la población no declara pertenencia a alguna etnia. En ambos casos, la etnia que reporta el mayor porcentaje de adscripción corresponde a la población mapuche, con un 4,4% de la población comunal en el caso de Zapallar (correspondiente a 321 personas) y un 5,3% de la población comunal de

Puchuncaví (correspondiente a 968 personas) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022).

4.2.4.4 *Actividades productivas*

En cuanto a las actividades productivas desarrolladas en la zona, en el pasado éstas giraban en torno a la ganadería, agricultura, extracción de piedra laja y áridos, pesca, chancherías y mariscos principalmente. Actualmente, debido a los efectos de la sequía, y a las externalidades negativas del Complejo Industrial Ventanas, estas actividades subsisten escasamente a pesar de su gran relevancia para la identidad cultural de las comunidades locales.

En las últimas décadas, la economía local ha manifestado una fuerte influencia del sector inmobiliario, lo que ha impactado en los habitantes de estas comunas que residen durante todo el año en los sectores aledaños al HU Laguna y Estero Catapilco. Se reconoce que gran parte de los ingresos están asociados a la construcción, mantención y cuidado de segundas viviendas, tanto por parte de hombres (empleados en el sector inmobiliario, o bien en servicios de mantención doméstica y jardinería), como por parte de mujeres (empleadas para el trabajo doméstico, como trabajadoras de casa particular en el verano, o bien como cuidadoras de éstas una vez finalizada la temporada estival) (Municipalidad de Puchuncaví, Fundación Superación de la Pobreza, Puchuncaví Nativo, sf; Cahuillán, 2015). Este es el caso por ejemplo, de la localidad de La Laguna en la comuna de Puchuncaví, cuyos vecinos residen de forma permanente y se dedican mayoritariamente a la prestación de servicios, mientras que Maitencillo se constituye como una localidad de residencia temporal y sus principales actividades económicas se desarrollan en torno al turismo de temporada (Prociudad, 2019).

Esta vocación productiva relativamente nueva para el territorio se ve reflejada en las estadísticas territoriales de ambas comunas, en los rubros que al año 2020 reportaron mayor cantidad de empresas inscritas, así como en los rubros económicos que reportaron mayor cantidad de trabajadores en cada comuna (

Tabla 4-9 y

Tabla 4-10).

Tabla 4-9. Rubros económicos que reportaron mayor número de empresas inscritas en Zapallar y Puchuncaví el año 2020. Fuente: BCN, 2022.

| Rubro | Nº de empresas Zapallar | Nº de empresas Puchuncaví |
|--|-------------------------|---------------------------|
| Actividades financieras y de seguros | 518 | 27 |
| Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas | 199 | 589 |
| Empresas de Actividades inmobiliarias | 126 | 71 |
| Actividades de alojamiento y de servicio de comidas | 62 | 204 |
| Empresas de construcción | 110 | 139 |

Tabla 4-10. Rubros económicos que reportaron mayor número de trabajadores empleados Zapallar y Puchuncaví el año 2019. Fuente: BCN, 20022.

| Rubro | Nº de trabajadores Zapallar | Nº de trabajadores Puchuncaví |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria | 734 | 822 |
| Actividades de alojamiento y de servicio de comidas | 438 | 600 |
| Construcción | 310 | 561 |

4.2.5 Dimensión geográfica

4.2.5.1 Geomorfología

Al norte del río Aconcagua se distingue una zona de planicies litorales y cuencas del sistema montañoso andino-costero. La fosa de Catapilco constituye un remanente de la depresión intermedia, como valle transversal interrumpido por cadenas de cerros, y en el litoral, presenta dos niveles de terraza de origen marino (Cosio et al., 2007).

El HU Laguna y Estero Catapilco presenta intermitentes sollevamientos marinos, las llamadas terrazas marinas de geoformas planas (Figura 4-10), con elevaciones suaves desde los 0-500 (m) aproximadamente, como se observa en el modelo de elevación digital de la Figura 4-11.

Las terrazas marinas se encuentran elevadas tectónicamente, con una cobertura de arena de origen eólico, en las que se observan incipientes procesos de desarrollo de suelo. Éstas tienen origen en el Cuaternario, y coexisten con estribaciones de la cordillera costera, de edad Jurásica y naturaleza cristalina, conformando una línea litoral caracterizada por estructuras rocosas duras, resistentes a la erosión marina y que constituyen prominentes puntales y salientes rocosos, playas arenosas, acantilados e islas arrecifales (Cosio et al, 2007).

La morfología de la línea de costa se encuentra controlada por la tectónica, que ha configurado la ensenada estructural Maitencillo-Cachagua, donde desemboca el Estero Catapilco a la playa que tiene orientación transversal. En esta área predominan las condiciones de playa del tipo intermedio, específicamente de barra y rip transversal, con una alta dinámica del oleaje, que se traduce en una fuerte condición de erosión estacional de la playa y acantilado (Soto y Arriagada, 2007).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

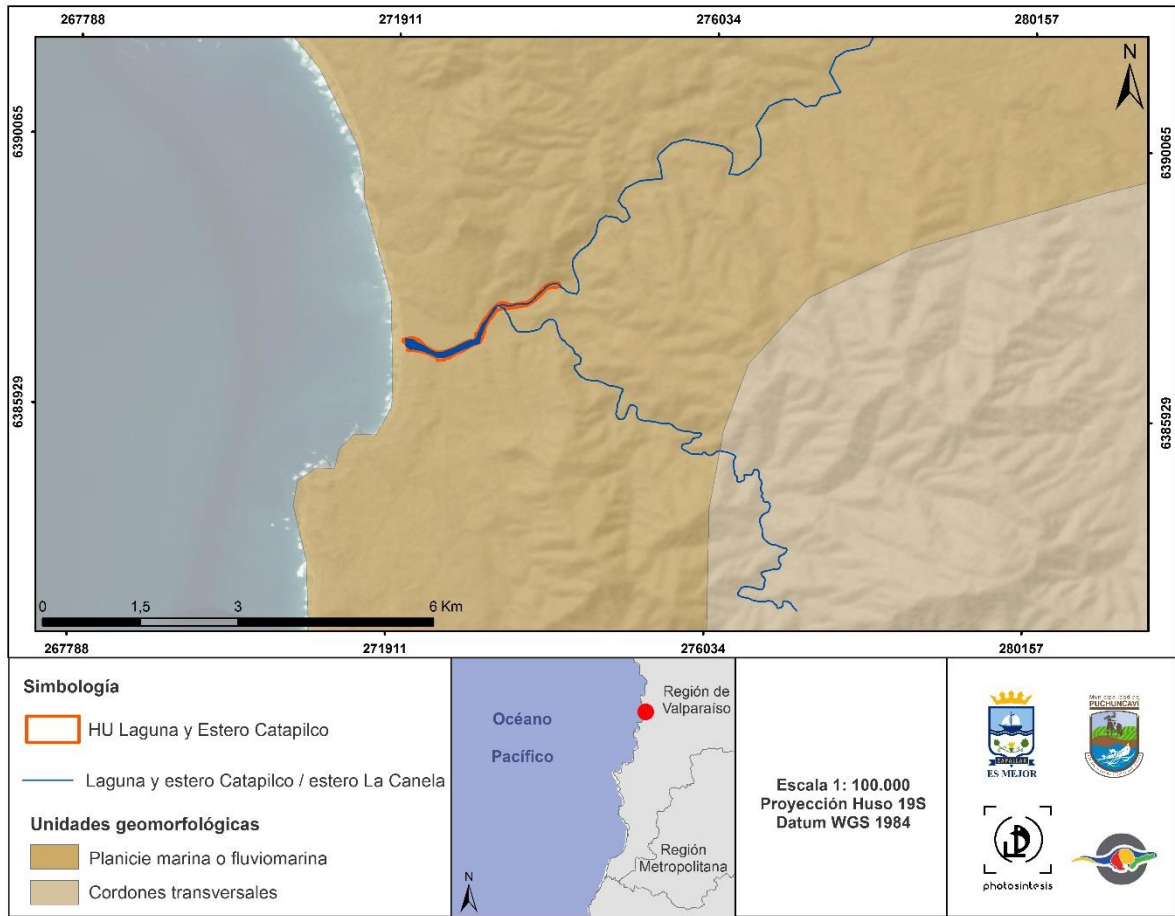


Figura 4-10. Unidades geomorfológicas del HU Laguna y Estero Catapilco.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

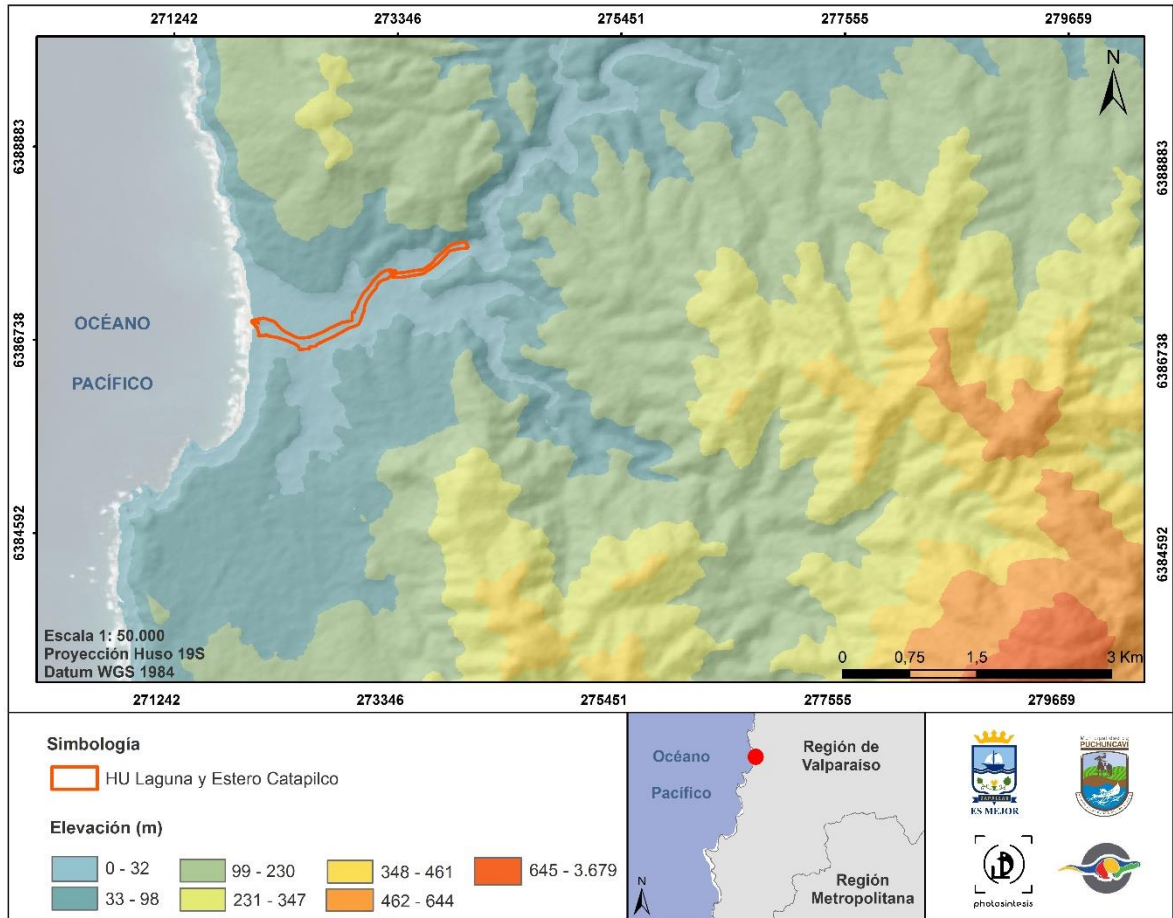


Figura 4-11. Vista general del Modelo digital de elevación (Escala 1:50.000) del HU Laguna y Estero Catapilco.

4.2.5.2 Geología

Catapilco se caracteriza por sus depósitos aluviales cementados, que corresponden a un relleno de la cuenca, posiblemente anterior a la formación de las actuales terrazas altas de Petorca-La Ligua. Estos depósitos fueron arrastrados por el río La Ligua en épocas en que este desembocaba por la zona de Catapilco hacia el mar. Esto sucedió a fines del Terciario, antes que se produjera el hundimiento de la fosa de Catapilco, constituyendo el último remanente de lo que conocemos como Depresión Intermedia y formando un estuario marino con fisonomía lacustre (Cosio et al., 2007).

Se reconocen en el entorno del área tres secuencias sedimentarias, Q₁ y Q_e del Cuaternario y Jsg del Jurásico.

- Q₁, que son depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciares, deltaicos, litorales o indiferenciados.
- Q_e que corresponde a depósitos eólicos, arenas finas a medias con intercalaciones bioclásticas en dunas y barjanes tanto activos como inactivos.
- Jsg que se encuentra hacia el interior y cordillera de la Costa, y corresponde a Monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornblenda (SERNAGEOMIN, 2003).

El relleno sedimentario de los cursos de agua está asociado a depósitos fluviales actuales y antiguos aterrazados, y la roca fundamental, se reconoce el complejo granítico denominado Batolito Costero como la más importante unidad basal. En el Estero La Canela, afluente del Estero Catapilco, y Estero Puchuncaví se reconoce material piroclástico de granulometría fina a gruesa sin alteración (DGA, 2002).

Las dunas estabilizadas se presentan como depósitos de arenas consolidadas, generalmente con una cubierta vegetal de gramíneas o de matorral bajo costero. Las dunas antiguas de Cachagua-La Laguna, en la actualidad no reciben ningún aporte de arenas, presentando una morfología de colina suave y con escaso escurrimiento superficial, debido a su alta permeabilidad, reconociéndose espesores de hasta 70 m para Cachagua-La Laguna (DGA, 2002).

Se reconocen suelos de paleodunas: suelo Loncura y suelo Catapilco (Cosio et al., 2007).

- Suelo Loncura. Se encuentra en las inmediaciones de Quintero, también entre Maitencillo y Cachagua y en la parte meridional de Santo Domingo. Es formado a partir de dunas antiguas, moderadamente profundo, en lomajes suaves a moderadamente ondulados arenoso francoso y pardo oscuro en todo el perfil. Descansa sobre arenas graníticas.
- Suelo Catapilco. Pequeños sectores remanentes al oriente de Valle Alegre adosadas a los cerros de la Cordillera de la Costa y el llano de la Laguna de

Catapilco, entre La Calera y La Ligua. Corresponde a sedimentos de terrazas fluvio marinas y moderadamente profundas. Textura franco arenosa fina, en la superficie, pardo grisáceo oscuro, con un substrato de arcillas muy densas de estructura maciza, que impide el Distritos y Sitios del secano de la costa desarrollo radical en profundidad. Ocasionalmente, el subsuelo es reemplazado por gravas parcialmente meteorizadas con matriz arcillosa muy compacta, el drenaje es lento.

La desembocadura del Estero Catapilco se ha reconocido como un Lugar de Interés Geológico (LIG) (Zora y Andrade, 2015).

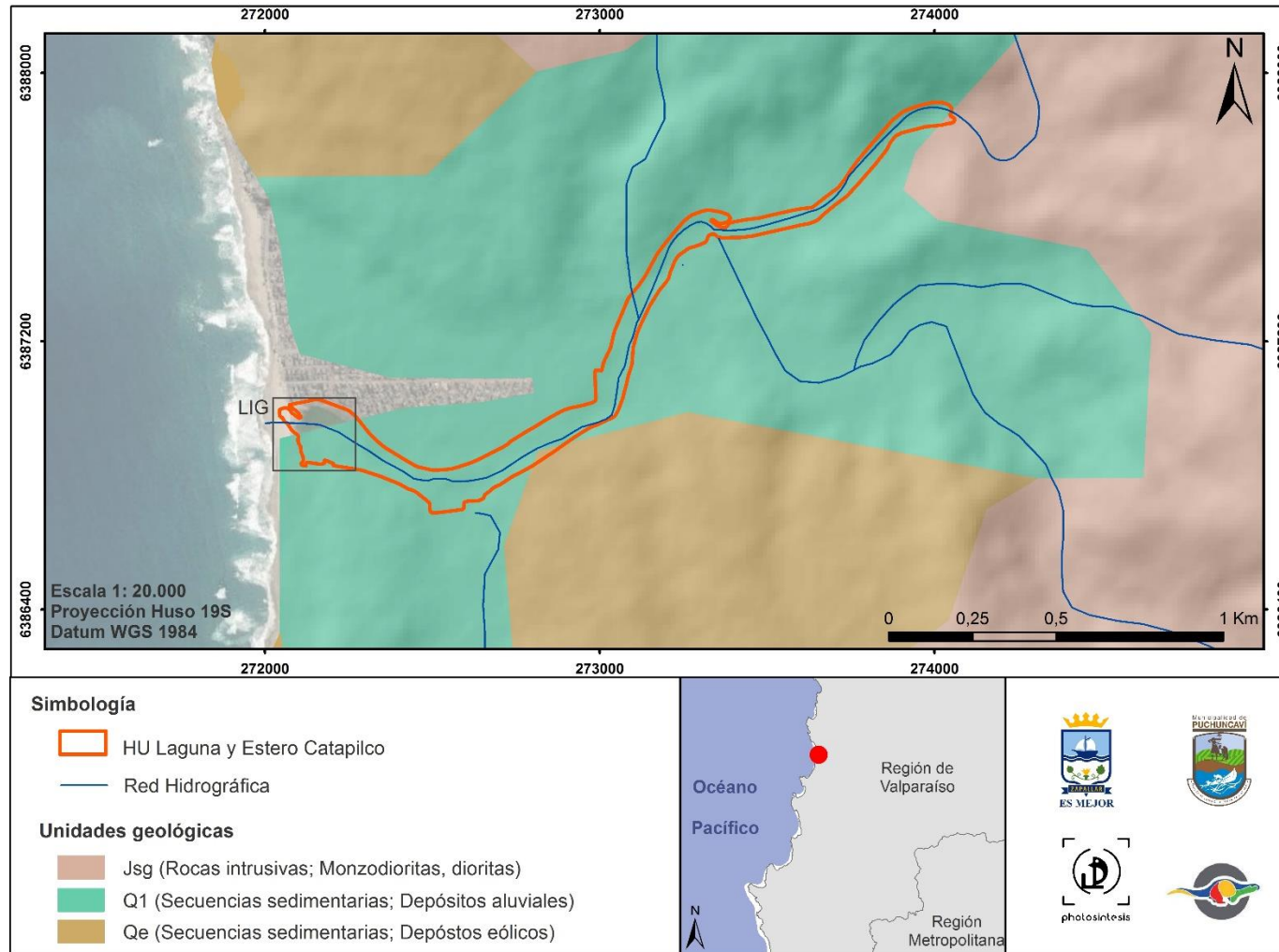


Figura 4-12. Unidades geológicas del HU Laguna y Estero Catapilco. Hidrografía

4.2.5.3 Hidrografía

a) Subcuenca Estero Catapilco

El HU se encuentra en la cuenca llamada Costeras Ligua-Aconcagua y específicamente en la subcuenca Estero Catapilco. El principal curso de agua es el Estero Catapilco que nace en las cercanías de la localidad homónima recibiendo en su trayecto hacia el mar el aporte de numerosas quebradas y esteros al interior de la cuenca, como son el estero La Canela, San Alfonso, Madre, Retamilla y Blanquillo. Las quebradas Las Loras y Chorrillos son las más cercanas al humedal, encontrándose en sentido perpendicular al Estero Catapilco.

En su cauce se desarrollan bosques esclerófilo e hidrófilo, sin embargo, la vegetación ribereña se ha modificado por la intervención antrópica, por el cambio de uso de suelo, lo que ha influido sobre el caudal y la calidad del agua. (Silva y Arancibia, 2015).

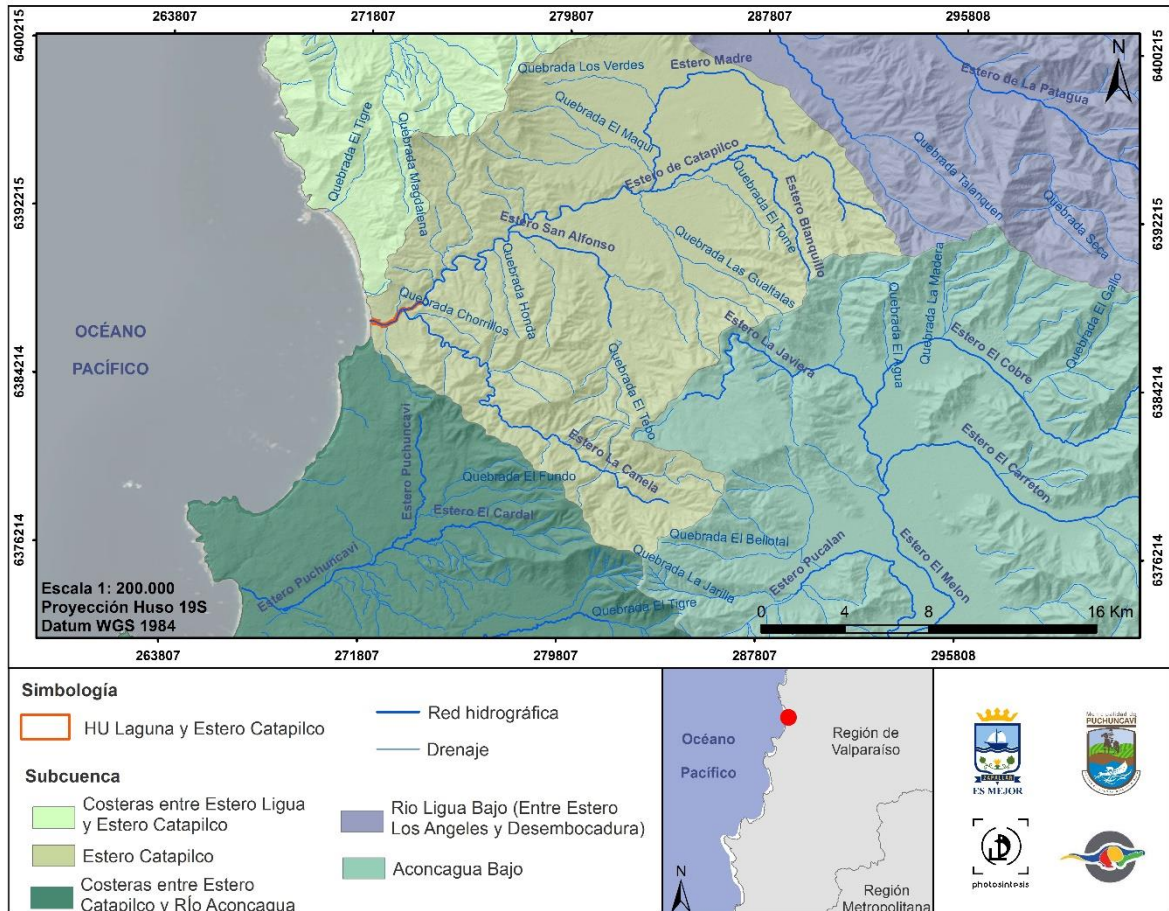


Figura 4-13. Subcuenca Estero Catapilco y subcuencas circundantes.

b) Acuífero Catapilco

El Estero Catapilco forma el acuífero homónimo el cual a vez está dividido en tres subsectores llamados, subsector Estero Catapilco, subsector La Laguna y subsector Estero La Canela (Figura 4-14).

El espesor de los rellenos de la formación acuífero Catapilco supera los 50 metros, y hacia la desembocadura la potencia total del acuífero es superior a los 30 m. Sin embargo, no se tiene información sobre transmisividades en este sector, existiendo sólo información sobre caudales específicos, que en general son bastante bajos (DGA, 2005).

El HU depende del acuífero Estero Catapilco. Este acuífero comprende los subsectores hidrogeológicos llamados Estero Catapilco, La Laguna y Estero La Canela (DGA, 2017), cuyas superficies se detallan en la Tabla 4-11.

Tabla 4-11. Superficie de sectores y superficie total de Acuífero Catapilco (DGA, 2017)

| Sector | Superficie (km ²) | Superficie total acuífero (km ²) |
|------------------|-------------------------------|--|
| Estero Catapilco | 231,8 | 307,7 |
| Estero La Canela | 58,8 | |
| La Laguna | 17,1 | |

El régimen de escorrentía que caracteriza a los esteros y quebradas, tanto en las cuencas costeras como en los denominados sectores costeros, es esencialmente de origen pluvial, por lo que su escurrimiento está estrechamente asociado a la distribución estacional de las lluvias. Las precipitaciones medias y recargas están presentadas en la Tabla 4-12 (DGA, 2005).

Tabla 4-12. Precipitación y recarga de los subsectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) Estero Catapilco y La Laguna (DGA, 2005).

| Subsector hidrológico | Precipitación Media Anual (mm) | Recarga Media Anual (L/s) |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Estero Catapilco | 380,0 | 140,0 |
| La Laguna | 380,0 | 9,0 |
| La Canela | 380,0 | 35 ¹¹ |

¹¹ Municipalidad de Puchuncaví. 2016. Informe diagnóstico medio natural. Sistema de certificación municipal Fase básica.

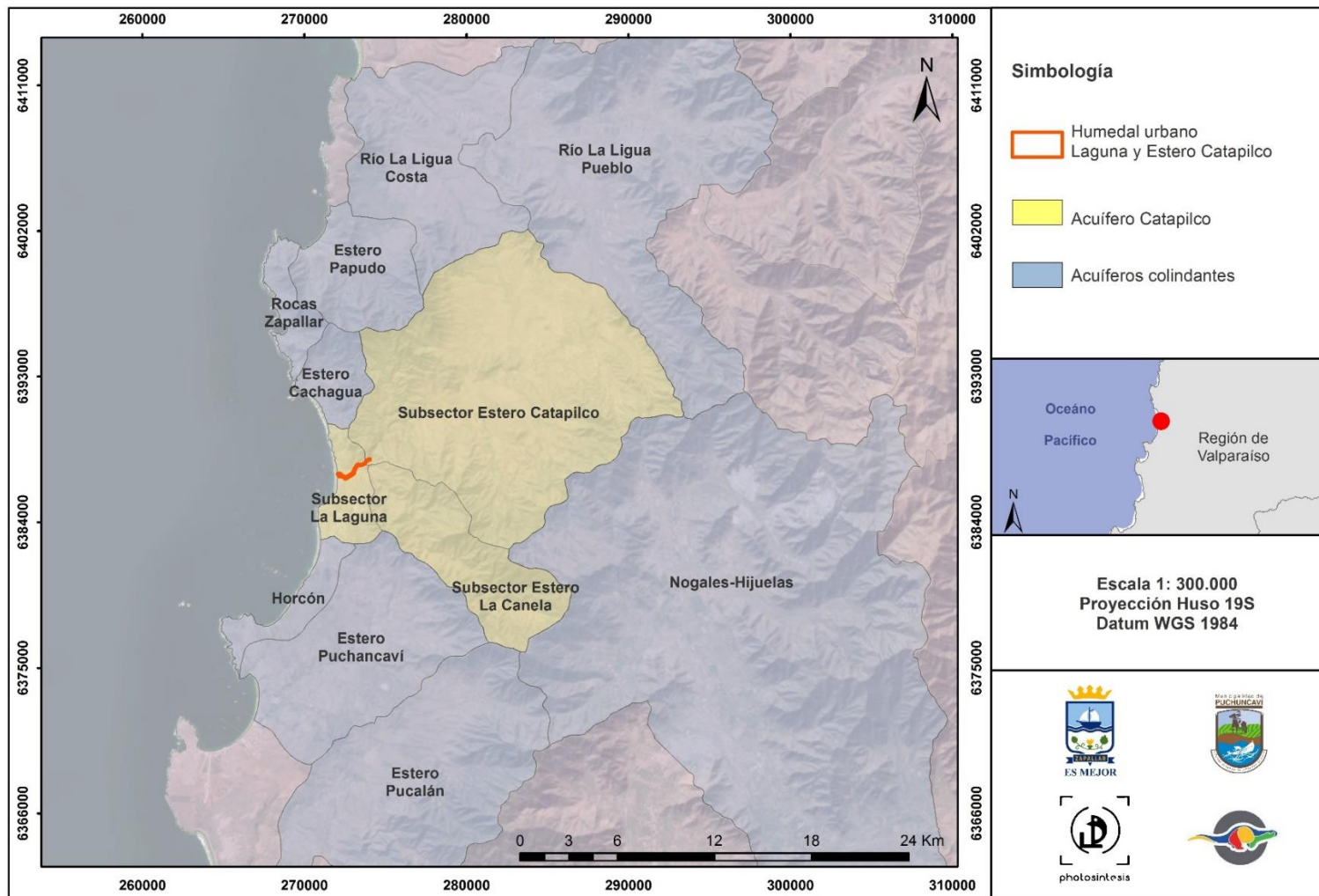


Figura 4-14. Subsectores que conforman el acuífero Catapilco y acuíferos circundantes.

4.2.5.4 Clima y meteorología

La clasificación del clima corresponde a la de la Provincia Seco-estival Nubosa y subprovincia de Aconcagua, presentando un clima templado de verano seco, con influencia de la fría Corriente de Humboldt, moderando las temperaturas y humedad. Las temperaturas presentan un nivel de homogeneidad térmica, cuya oscilación anual corresponde a 6,4°C y una temperatura media anual de 14,2°C. Los vientos mayoritariamente se generan SW y desde el N (Cosío et al., 2007).

La humedad relativa oscila en niveles de entre 80 y 85%. Esta última está representada por precipitaciones acuosas y neblinas bajas, que penetran hasta la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y que durante la estación seca ayudan a sostener, en parte, la vegetación del jaral costero, propio de las paredes de umbría de quebradas y valles (Cosío et al., 2007; PLADECO, 2019).

Otra clasificación para esta zona de acuerdo al mapa Agroclimático de Chile de Novoa y Villaseca (1989) es del tipo Mediterráneo Subtropical Semiárido, y específicamente para la región de Valparaíso es Templado Mesotermal Estenotérmico Mediterráneo Semiárido (DIA, 2012).

La Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DGAC) tiene una estación meteorológica ubicada en Zapallar, observándose de acuerdo a los datos disponibles en la plataforma, el mes de julio como el más frío y enero como el más cálido¹² como se observa en la Figura 4-15.

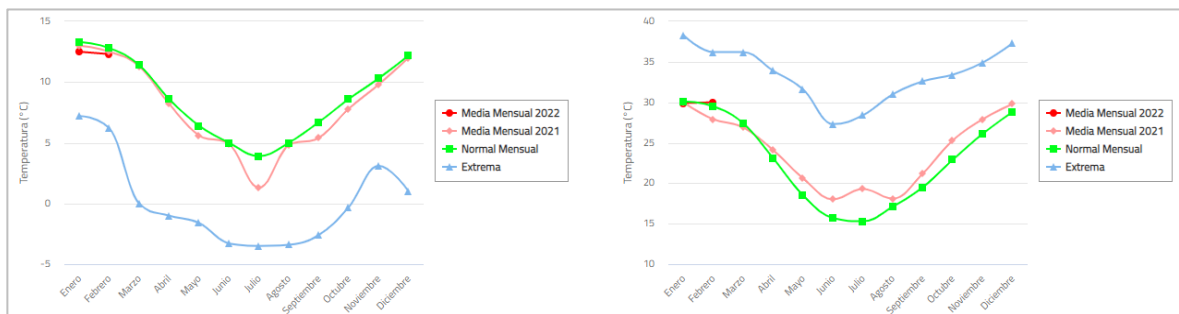


Figura 4-15. Temperatura mínima media histórica (izquierda) y máxima media histórica (derecha) de la estación meteorológica de la DGAC.

¹² <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/temperaturaHistoricaAnual/330020>

Respecto a la tendencia de las precipitaciones registradas, muestra una disminución desde el año 2005 hasta la actualidad¹³ como se observa en la Figura 4-16.

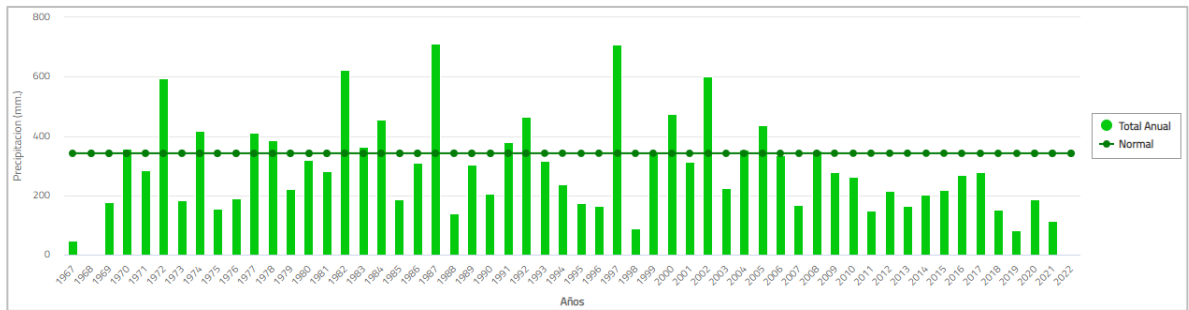


Figura 4-16. Precipitación histórica anual de la estación meteorológica de la DGAC.

4.2.6 Dimensión biológica

Para desarrollar la dimensión biológica asociada al HU Laguna y Estero Catapilco, se realizaron campañas en terreno para caracterizar los componentes de flora y vegetación, fauna terrestre y limnología y fauna acuática, cuyos resultados detallados se encuentran en los documentos “Anexo 4_LB flora y fauna” y “Anexo 5_LB Fauna íctica”. A continuación, se presentan los resultados de la información levantada en terreno complementada con revisión bibliográfica de la literatura disponible de estos componentes en el área.

El estado de conservación de las especies de flora y fauna descritas para el área se define a partir del procedimiento oficial que Chile utiliza, que considera en primer lugar la clasificación más reciente del Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (RCE) y luego, al no estar evaluada en alguno de los procesos, se considera las categorías propuestas por la Ley de Caza y su reglamento.

- Reglamento de clasificación de especies silvestres (RCE): a través del Decreto N° 75 de 2004 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia del Medio Ambiente, reemplazado luego por el Decreto N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente y sus respectivos decretos de los procesos de clasificación: D.S. N° 151/2006, D.S. N° 50/2008, D.S. N° 51/2008, D.S. N° 23/2009, D.S. N° 33/2011, D.S. N° 41/2011, D.S. N° 42/2011, D.S. N° 19/2012, D.S. N° 13/2013, D.S. N° 52/2014, D.S. N° 38/2015, D.S. N° 16/2016, D.S. N° 06/2017, D.S. N° 79/2018, D.S. N° 23/2019, D.S. N° 16/2020 y D.S. N° 44/2021.
- Ley de Caza (Ley N°19.473/1996) y su reglamento a través del D.S. N° 5/1998.

¹³ <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/aguaCaidaHistoricaMensual/330020>

La clasificación de las especies según RCE utiliza las categorías y criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN, 2012), la cual establece 9 categorías. Las especies presentes en el Santuario han sido clasificadas en 5 categorías, que se definen a continuación:

- En Peligro (EN): cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.
- Vulnerable (VU): cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.
- Casi Amenazado (NT): cuando la mejor evidencia disponible indica que está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.
- Preocupación menor (LC): habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías anteriores. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.
- Datos insuficientes (DD): cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

4.2.6.1 Flora y vegetación

a) Vegetación

i. Pisos vegetacionales según Luebert y Pliscoff

Según la sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile de Luebert y Pliscoff (2018) la formación vegetacional que compone el HU Laguna y Estero Catapilco es Matorral esclerófilo (Figura 4-18), que se caracteriza por estar dominado por arbustos altos con alturas >0,5m y estar compuesto por una gran diversidad de especies.

Dentro de esta formación el piso vegetacional que se encuentra es el Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius* (Figura 4-17). Las especies que se encuentran presentes en este matorral se detallan en la Tabla 4-13, en la cual se mencionan las especies asociadas por tipo de comunidad¹⁴ y la

¹⁴ Zonal: Vegetación dependiente de las condiciones climáticas dominantes.

Intrazonal: Vegetación dependiente de condiciones edáficas locales, como suelos saturados, salinos o afloramientos rocosos xeromórficos, pero en un rango de condiciones climáticas restringido.

descripción general del piso vegetacional (Luebert y Pliscoff, 2018). Según Pliscoff (2015) este ecosistema se encuentra clasificado en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Tabla 4-13 Especies asociadas al Piso vegetacional Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* - *Schinus latifolius*

| Comunidades | Tipos de especies asociadas | Especies asociadas |
|-------------------|---|---|
| Zonal | <i>Baccharis concava</i> , <i>Fuchsia lycioides</i> , <i>Peumus boldus</i> - <i>Schinus latifolius</i> , <i>Schinus latifolius</i> , <i>Cryptocarya alba</i> , <i>Lithrea caustica</i> , <i>Lithrea caustica</i> - <i>Schinus latifolius</i> , <i>Peumus boldus</i> - <i>Podanthus mitiqui</i> , <i>Azara celastrina</i> - <i>Schinus latifolius</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> - <i>Haplopappus rosulatus</i> . | Dominado por <i>Peumus boldus</i> , <i>Schinus latifolius</i> , <i>Lithrea caustica</i> , <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Azara celastrina</i> . Además, se asocia con arbustos como <i>Bahia ambrosioides</i> , <i>Fuchsia lycioides</i> , <i>Podanthus mitiqui</i> , <i>Eupatorium glechonophyllum</i> , <i>E. salvia</i> y <i>Lobelia polyphylla</i> . |
| Intrazonal | <i>Beilschmiedietum</i> , <i>Cryptocaryo-Lucumetum</i> , <i>Lumo-Myrceugenietum exsuccae</i> , <i>Nolanetum paradoxae</i> , <i>Cristario-Ambrosietum</i> , <i>Chorizanthe vaginata</i> , <i>Pleocarphus revolutus</i> , <i>Plouteria splendens</i> - <i>Lepechinia salviae</i> . | La composición florística destaca por la presencia de <i>Anisomeria litoralis</i> , <i>Azara celastrina</i> , <i>Bahia ambrosioides</i> , <i>Cryptocarya alba</i> , <i>Eupatorium glechonophyllum</i> , <i>E. salvia</i> , <i>Fuchsia lycioides</i> , <i>Lepechinia salviae</i> , <i>Lithrea caustica</i> , <i>Lobelia polyphylla</i> , <i>Peumus boldus</i> , <i>Podanthus mitiqui</i> , <i>Puya chilensis</i> , <i>P. venusta</i> , <i>Schinus latifolius</i> . |
| Extrazonal | <i>Bahia ambrosioides</i> , <i>Heliotropium stenophyllum</i> , <i>Bahia ambrosioides</i> - <i>Puya chilensis</i> . | |

Extrazonal: vegetación localmente distribuida en una matriz zonal, debido a la existencia de condiciones climáticas locales favorables o desfavorables, pero que muestre un rango de distribución zonal en un área vecina (Luebert & Pliscoff, 2018).

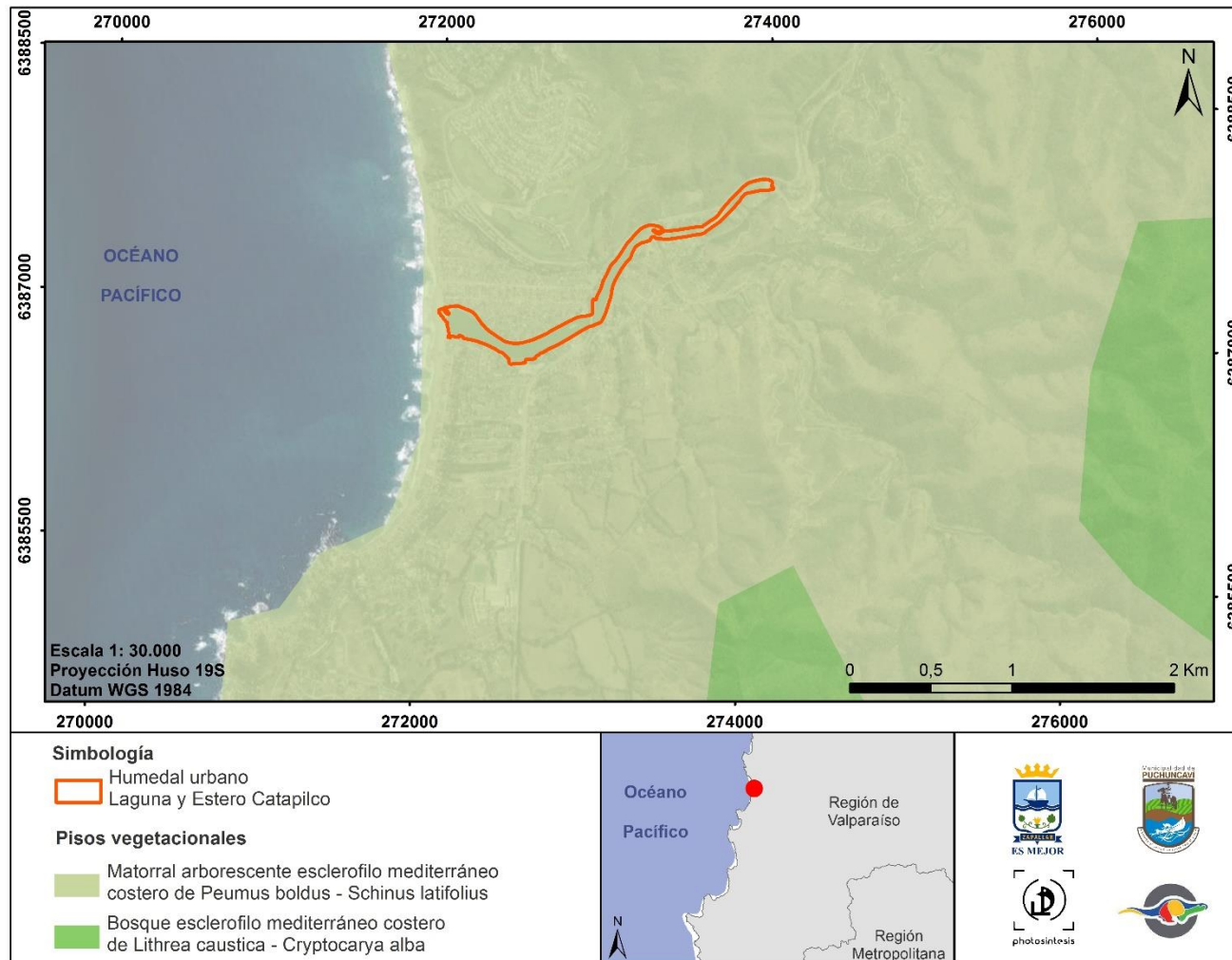


Figura 4-17. Pisos vegetacionales presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco.

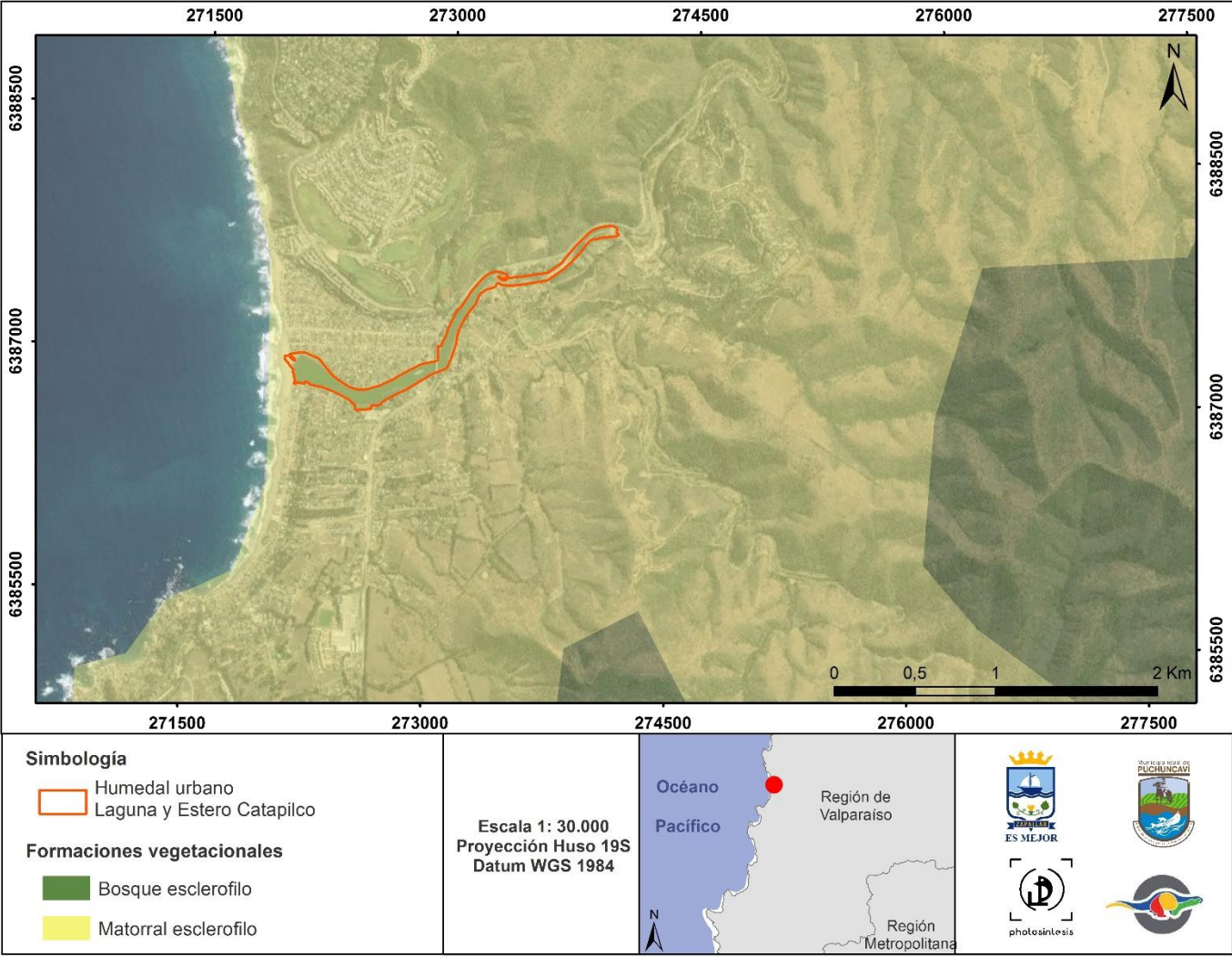


Figura 4-18. Formaciones vegetacionales presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco.

ii. Catastro de uso de suelo de CONAF

El HU Laguna y Estero Catapilco se encuentra en la región de Valparaíso, en la cual sólo el 1,2% de los usos de suelo pertenece a humedales, según el catastro de uso de suelo de la CONAF (2013), como es posible observar en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14. Superficies de uso de suelo de la Región de Valparaíso (CONAF, 2013).

| Usos de suelo | Ha | % |
|----------------------------------|--------------------|--------------|
| Áreas Urbanas e Industriales | 58.504,8 | 7,3 |
| Terrenos Agrícolas | 174.908,7 | 5,4 |
| Praderas y Matorrales | 514.610,2 | 1,7 |
| Bosques | 553.598,1 | 3,1 |
| Humedales | 9.850,8 | 1,2 |
| Áreas desprovistas de vegetación | 229.739,7 | 1,3 |
| Nieves y Glaciares | 52.290,0 | 1,5 |
| Cuerpos de agua | 5.264,3 | 0,4 |
| Total | 1.598.766,6 | 21,9% |

Como se observa en la Figura 4-19, según la cartografía del catastro de uso de suelo desarrollado por CONAF (2013), el HU Laguna y Estero Catapilco, no se encuentra clasificado como Humedal, sino que se encuentra en suelos identificados como ciudades, pueblos y zonas industriales, ubicándose en una interfase urbana entre dos comunas (Zapallar y Puchuncaví). Este humedal se ve influenciado por el bosque nativo renoval abierto y semidenso (bosques secundarios) asociadas a quebradas perpendiculares y cerros que rodean el Estero Catapilco y el Estero La Canela.

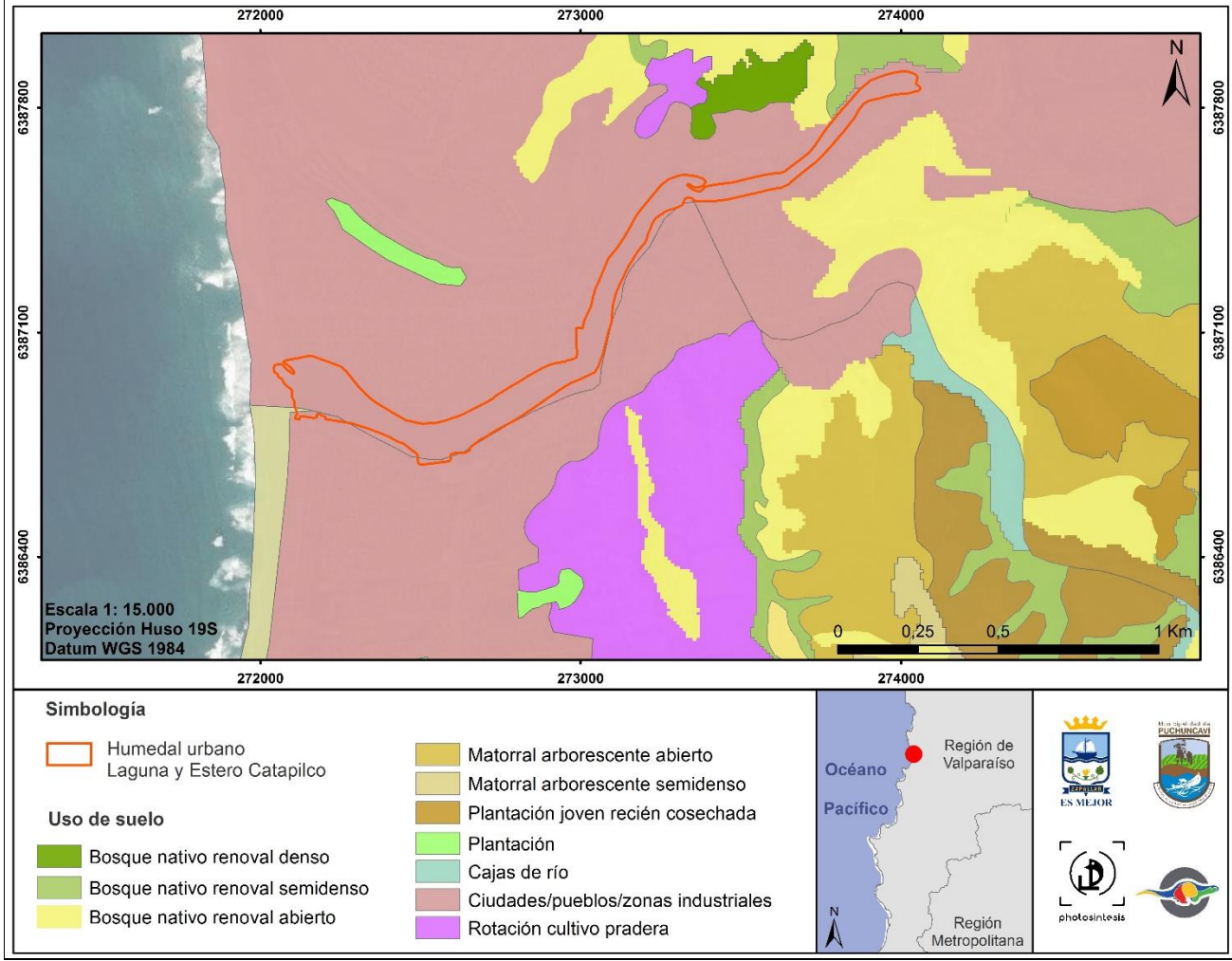


Figura 4-19. Usos de suelo identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco.

iii. Comunidades vegetales

A partir de la información levantada en terreno, en el HU Laguna y Estero Catapilco se identificaron un total de nueve comunidades vegetales, distribuidas en formaciones arbóreas, arbustivas y herbáceas. En la Tabla 4-15 se describen las especies dominantes y especies que se asocian a cada comunidad vegetal, y en la Figura 4-20 se observa la distribución de las formaciones identificadas dentro del área.

Tabla 4-15. Comunidades vegetales y especies nativas y exóticas asociadas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Tipo de formación | Comunidad vegetal | Especies dominantes | Especies asociadas |
|------------------------|---|--|---|
| Formaciones arbóreas | Comunidad arbórea de <i>Myoporum laetum</i> | <i>Myoporum laetum</i> (exótica) | <i>Arundo donax</i> , <i>Carpobrotus edulis</i> , <i>Atriplex próstata</i> , <i>Sarcocornia neei</i> , <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Schoenoplectus pungens</i> . |
| | Comunidad de Bosque de <i>Acacia dealbata</i> | <i>Myoporum laetum</i> (exótica) | <i>Baccharis</i> sp., <i>Cotula coronopifolia</i> , <i>Myoporum laetum</i> , <i>Eschscholzia californica</i> y <i>Rubus ulmifolius</i> . |
| | Comunidad de Especies arbóreas esclerófilas | <i>Peumus boldus</i> , <i>Maytenus boaria</i> , <i>Schinus latifolius</i> y <i>Lithraea caustica</i> (todas nativas) | <i>Lobelia excelsa</i> (endémica) y <i>Baccharis salicifolia</i> . |
| | Plantación de <i>Eucaliptus globulus</i> | <i>Eucaliptus globulus</i> (exótica) | <i>Lobelia excelsa</i> (endémica), <i>Capobrotus edulis</i> , <i>Acacia dealbata</i> , <i>Myoporum laetum</i> y <i>Pinus radiata</i> . |
| Formaciones arbustivas | Matorral de <i>Baccharis</i> sp. | <i>Baccharis linearis</i> y <i>B. salicifolia</i> (ambas nativas) | <i>Carpobrotus edulis</i> , <i>Phyla nodorifera</i> , <i>Eschscholzia californica</i> , <i>Tamarix gallica</i> , <i>Ceudrus deodora</i> , <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Pseudognaphalium cymatoides</i> . |
| | Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> | <i>Tessaria absinthioides</i> (nativa) | <i>Phyla nodiflora</i> , <i>Schoenoplectus californicus</i> , <i>Apium graveolens</i> , <i>Carpobrotus edulis</i> , <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Plantago major</i> . |
| Formaciones herbáceas | Herbazal de <i>Ambrosia</i> | <i>Ambrosia chamissonis</i> y | <i>Cristaria glaucophylla</i> , <i>Frankenia salina</i> , <i>Sarcocornia neei</i> y <i>Selliera</i> |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| | | | |
|--|---|--|---|
| | <i>chamissonis</i> con <i>Carpobrotus edulis</i> | <i>Carpobrotus edulis</i> (ambas exóticas) | <i>radicans</i> , <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Cotula coronopifolia</i> , y <i>Galega officinalis</i> . |
| | Herbazal de <i>Frankenia salina</i> con <i>Cynodon dactylon</i> | <i>Frankenia salina</i> (nativa) y <i>Cynodon dactylon</i> (exótica) | <i>Ambrosia chamissonis</i> , <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Carpobrotus edulis</i> , y <i>Lythrum hyssopifolia</i> , <i>Selliera radicans</i> (endémica). |
| | Herbazal de <i>Sarcocornia neei</i> | <i>Sarcocornia neei</i> (nativa) | <i>Tessaria absinthioides</i> , <i>Selliera radicans</i> , <i>Frankenia salina</i> , <i>Bacopa monnieri</i> , <i>Ambrosia chamissonis</i> , <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Shoenoplectus californicus</i> , y en zonas anegadas de agua <i>Ulva lactuca</i> y <i>Potamogeton pusillus</i> |

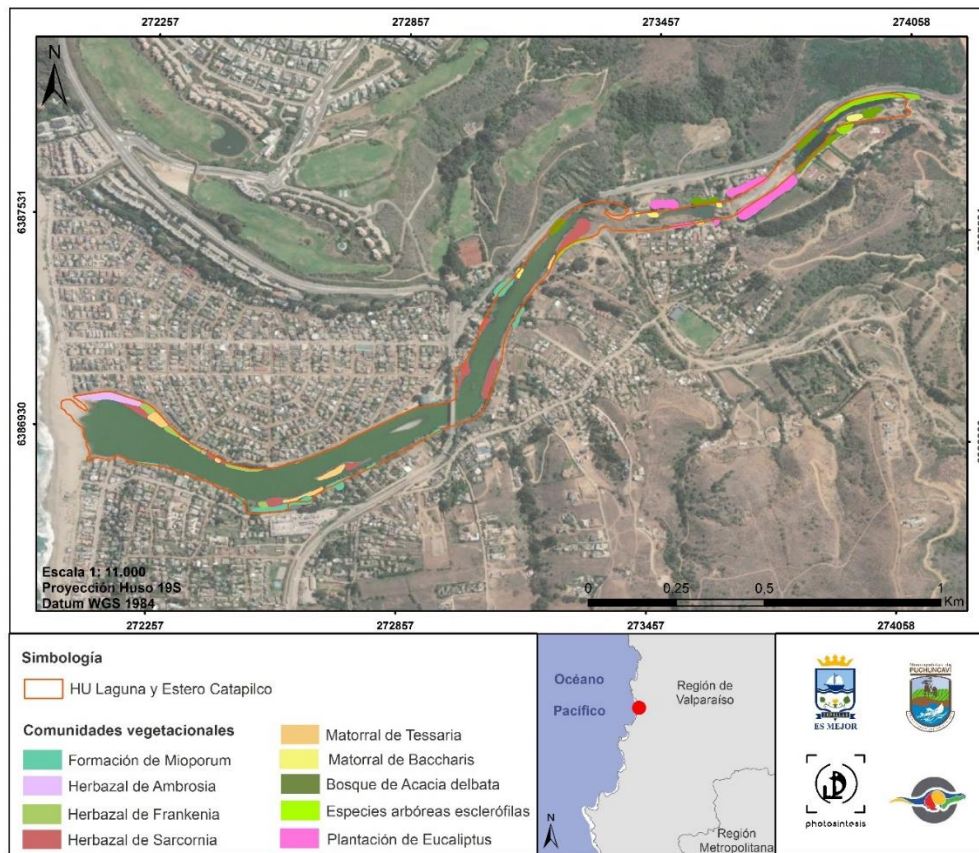


Figura 4-20. Mapa de distribución de comunidades vegetales identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco.

b) Caracterización flora terrestre

Según las líneas base desarrolladas por Photosíntesis (2022) y Fundación Kennedy (2016), en el HU Laguna y Estero Catapilco, se han registrado en el área un total de 110 especies vegetales de las cuales 40 (36%) son nativas, y 70 (64%) especies son exóticas (Figura 4-21). Del grupo de las nativas, 9 son endémicas (Tabla 4-16) y de las exóticas 13 son invasoras. El listado detallado de flora descrita para el Humedal se encuentra en el "Anexo 4_Línea base flora y fauna terrestre HU.docx" y en el anexo "Anexo 4.1_Catálogo florístico.xlsx".

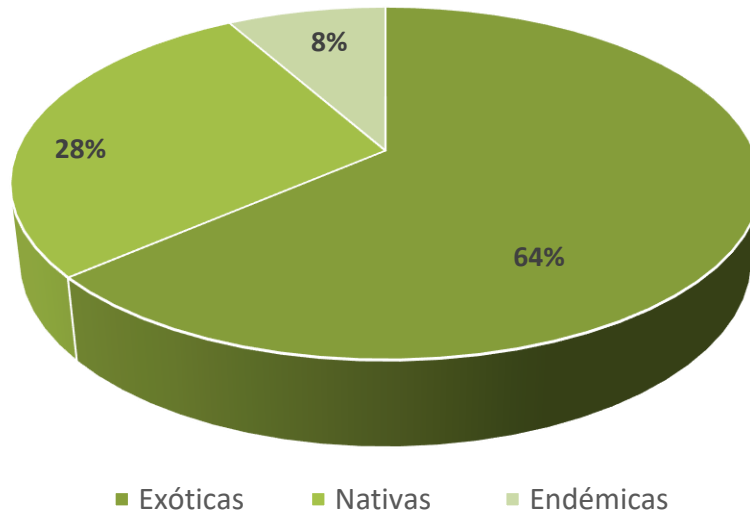


Figura 4-21. Proporción de flora nativa, endémica y exótica registrada en el HU Laguna y Estero Catapilco.

Tabla 4-16. Especies endémicas presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Especie | Nombre común | Hábito |
|-------------------------------|---|------------------|
| <i>Cristaria glaucophylla</i> | Malvilla | Herbácea perenne |
| <i>Gochnatia foliolosa</i> | Mira, mira-mira | Arbustiva |
| <i>Lithraea caustica</i> | Litre | Arbórea |
| <i>Lobelia excelsa</i> | Tupa | Arbustiva |
| <i>Oenothera acaulis</i> | Colsilla, hierba de la apostema, rodalán | Herbácea perenne |
| <i>Peumus boldus</i> | Boldo | Arbórea |
| <i>Schinus latifolius</i> | Molle | Arbórea |
| <i>Selliera radicans</i> | Roseta nudosa de los pantanos, maleza de las marismas | Herbácea perenne |
| <i>Senna candolleana</i> | Quebracho | Arbustiva |

Se observa en la Figura 4-22 que las especies que presentan mayor representatividad en el HU Laguna y Estero Catapilco según la caracterización realizada por Photosíntesis (2022) en temporada de verano son *Sarcocornia neei* (*Sarcocornia*), *Myoporum laetum* (*Mioporo*), *Tessaria absinthioides* (*Brea*) y *Atriplex prostrata* (*Armuelle*). Cabe destacar,

que, aunque en el Humedal la mayoría de las especies son exóticas, las especies nativas son en general más dominantes dentro de las formaciones, principalmente en el sector de la cubeta principal.

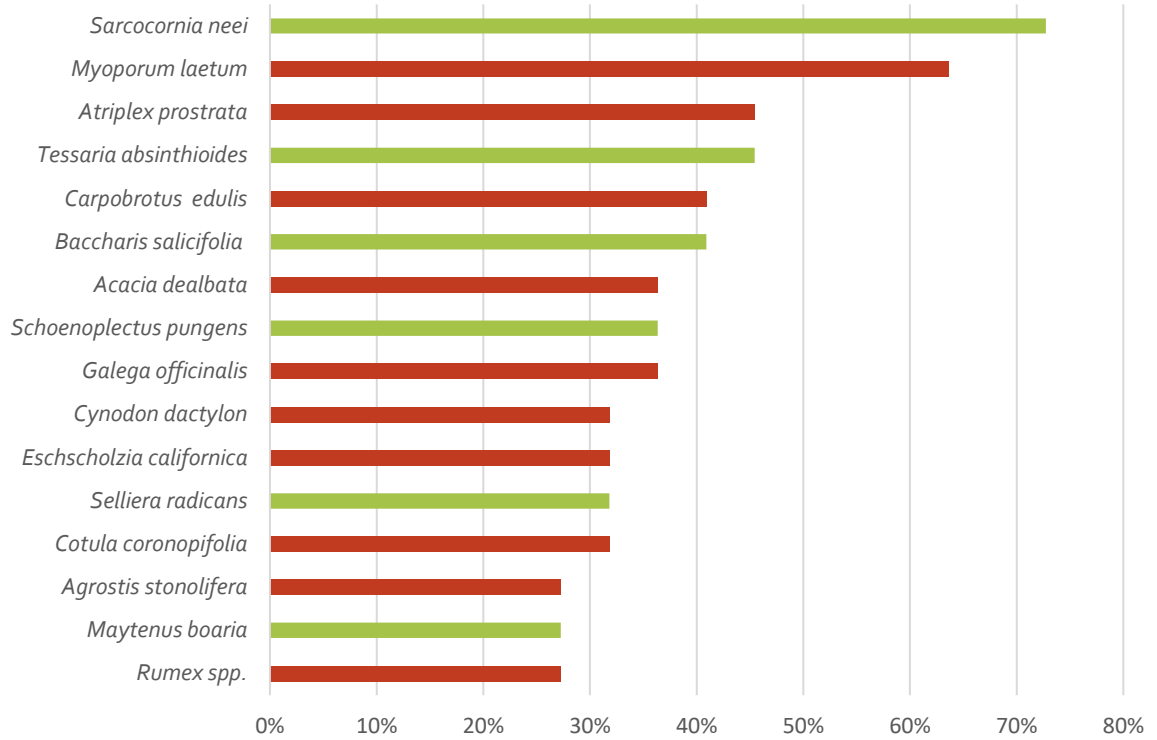


Figura 4-22. Especies de mayor abundancia relativa en el HU Laguna y Estero Catapilco. En verde especies nativas y en rojo especies exóticas. Fuente: Fotosíntesis (2022).

4.2.6.2 Fauna terrestre

Para el levantamiento de información de fauna vertebrada terrestre, se realizó una revisión bibliográfica de los datos existentes para el área y una campaña de terreno de dos días (10 y 11 de marzo del 2022) en el HU Laguna y Estero Catapilco, cuyos resultados se encuentran en el "Anexo 4_Línea base flora y fauna terrestre HU.docx" y "Anexo 4.2_Base de datos fauna.xlsx".

En resumen, el Humedal cuenta con una riqueza total de 111 especies nativas de fauna vertebrada terrestre, correspondiente a 108 aves, un mamífero y dos reptiles (Figura 4-23).

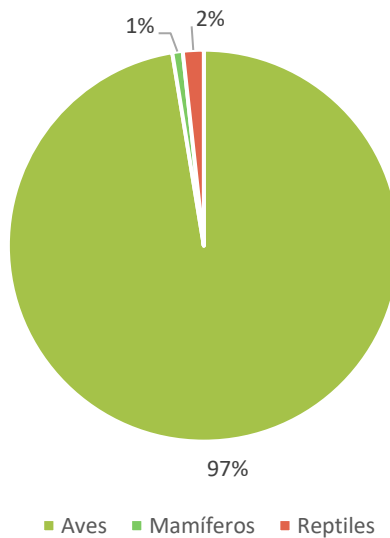


Figura 4-23. Proporción de especies de fauna silvestre descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco

a) Aves

Para el levantamiento de información de avifauna, se obtuvieron datos desde los censos realizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) desde 2011 en el área disponible en "Anexo 4.3_Datos abundancia aves SAG (2011-2021)", la plataforma virtual eBird (ebird.org), información facilitada por la organización local "Colectiva Las Garzas" y la caracterización de fauna realizada en el Humedal (Photosíntesis, 2022).

En el HU Laguna y Estero Catapilco se han registrado 111 especies de aves nativas. Sin embargo, dentro de estas especies existen siete que son errantes o que han visitado algunos años el Humedal y no es común que sean avistadas en el área. Estas especies corresponden a: *Pluvialis squatarola* (chorlo ártico), *Jacana* (jacana), *Sterna trudeaui* (gaviotín piquerito), *Limosa haemastica* (zarapito de pico recto), *Phrygilus patagonicus*

(cometocino patagónico), *Ixobrychus involucris* (huairavillo) y *Plegadis chihi* (cuervo del pantano).

Además, se han registrado especies que tienen hábitos, principalmente, marinos, como el guanay, lile, piquero y pingüino de Humboldt que tampoco es esperable que sean avistados en el HU, por lo que se excluyen de la riqueza total del área.

Con estas consideraciones se define una riqueza total de 100 especies de aves que residen u ocupan por temporadas el HU Laguna y Estero Catapilco. Dentro de las aves registradas, destaca la alta presencia de avifauna acuática y playeras, la que habita principalmente en el espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza, los fangales y la playa arenosa asociada a la desembocadura, tales como:

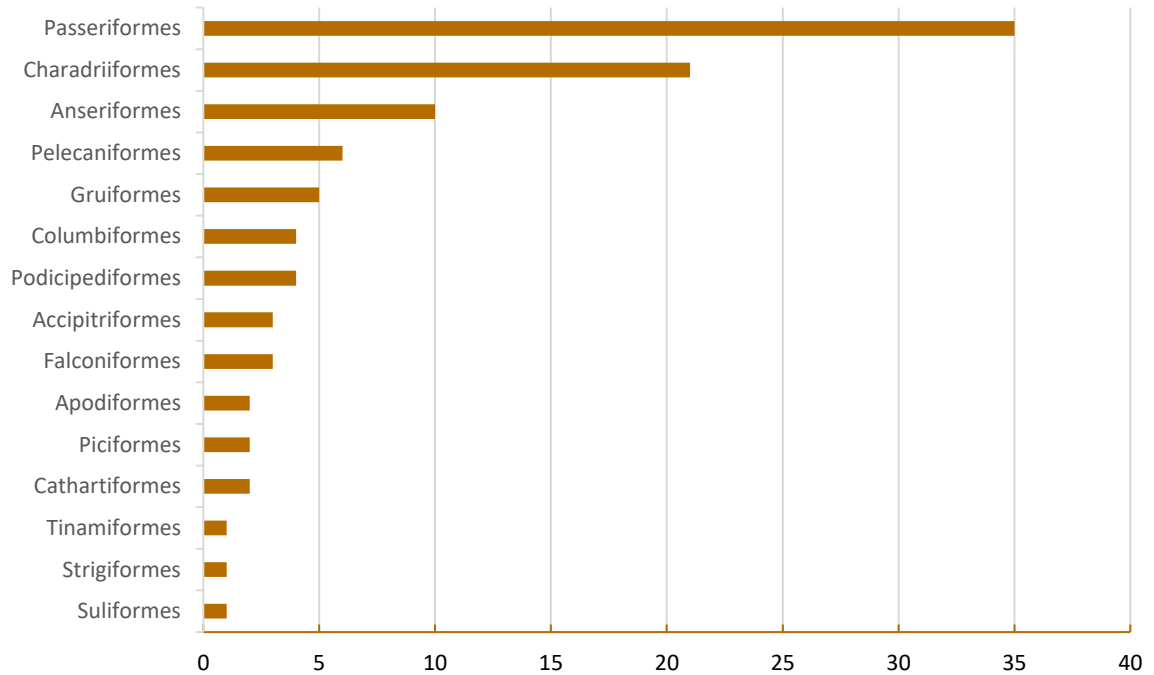
- Aves playeras de las Familias Scolopacidae (becacina, pitotoy chico, pitotoy grande, zarapito común, playero de Baird, entre otros), Charadriidae (queltehue, chorlo nevado, chorlo de collar, chorlo chileno, entre otros), Haematopodidae (pilpilén común y pilpilén negro) y Recurvirostridae (perrito).
- Cisnes (cisne de cuello negro y cisne coscoroba) y patos (pato colorado, pato cuchara, pato jergón chico, pato jergón grande, entre otros) de la Familia Anatidae;
- Gaviotas (gaviota dominicana, gaviota cáhuil, gaviota de Franklin y gaviota garuma) y gaviotines (gaviotín sudamericano, gaviotín elegante y rayador) de la Familia Laridae;
- Pidenes (pidén) y taguas (tagüita, tagua chica, común y de frente roja) de la Familia Rallidae;
- Garzas (garza boyera, garza chica, garza cuca, garza grande y huairavo) de la Familia Ardeidae;
- Zambullidores (blanquillo, huala, picurio y pimpollo) de la Familia Podicipedidae.

Además, en el HU Laguna y Estero Catapilco habitan especies de aves terrestres, que pueden ser observadas en áreas de matorral, pastizales, juncuales, totorales asociados al borde de La Laguna y zonas del HU que se encuentran secas. Dentro de las aves terrestres es posible encontrar:

- Aves rapaces de las Familias Accipitridae (aguilucho, peuco y vari), Falconidae (cernícalo, halcón perdiguero y tiuque), Cathartidae (jote de cabeza colorada y jote de cabeza negra) y Tytonidae (lechuza);
- Picaflores (picaflor chico y picaflor gigante) de la Familia Trochilidae;
- Palomas y tórtolas (torcaza, paloma de las blancas, tórtola común y tortolita cuyana) de la Familia Columbidae;
- Aves Passeriformes, representado por trece familias siendo las de mayor riqueza las Familias Furnariidae (n=8), Tyrannidae (n=8), Icteridae (n=4) y Thraupidae (n=4).

- Carpinteros (carpinterito y pitío) de la Familia Picidae;
- Perdices (perdiz chilena) de la Familia Tinamidae.

En la Figura 4-24, se grafica la riqueza de especies de avifauna por Orden presente en el HU Laguna y Estero Catapilco.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4-24. Riqueza de especies de aves descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco según Orden.

Del total de especies nativas registradas, dos son de origen endémico: *Scytalopus fuscus* (churrín del norte) y *Nothoprocta perdicaria* (perdiz chilena); y un 17% (n=17) ha sido evaluada por el RCE se encuentra en alguna categoría de conservación (V), de las cuales destacan *Charadrius nivosus* (chorlo nevado) y *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), las que se encuentran en estado Vulnerable (V).

Tabla 4-17).

Tabla 4-17. Especies de aves descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco evaluadas por el RCE.

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Documento de referencia |
|-----------------|----------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Cygnus melancoryphus</i> | Cisne de cuello negro | LC | DS 16/2020 MMA |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula platalea</i> | Pato cuchara | LC | DS 16/2016 MMA |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Heteronetta atricapilla</i> | Pato rinconero | LC | DS 16/2016 MMA |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Coscoroba</i> | Cisne coscoroba | LC | DS 16/2020 MMA |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius nivosus</i> | Chorlo nevado | VU | DS 23/2019 MMA |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius collaris</i> | Chorlo de collar | NT | DS 44/2021 MMA |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Charadrius modestus</i> | Chorlo chileno | LC | DS 44/2021 MMA |
| Charadriiformes | Haematopodidae | <i>Haematopus palliatus</i> | Pilpilén común | NT | DS 16/2020 MMA |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Leucophaeus pipixcan</i> | Gaviota de Franklin | LC | DS 16/2020 MMA |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Leucophaeus modestus</i> | Gaviota garuma | VU | DS 16/2020 MMA |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Thalasseus elegans</i> | Gaviotín elegante | NT | DS 16/2020 MMA |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago paraguayiae</i> | Becacina | LC | DS 16/2016 MMA |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Tringa flavipes</i> | Pitotoy chico | LC | DS 44/2021 MMA |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Numenius phaeopus</i> | Zarapito común | LC | DS 44/2021 MMA |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Patagioenas araucana</i> | Torcaza | LC | DS 16/2016 MMA |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Ardea cocoi</i> | Garza cuca | LC | DS 16/2016 MMA |

LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable.

Fuente: Elaboración propia.

El 21% (n=21) de la avifauna nativa corresponden a especies de carácter migratorio (Tabla 4-18), en su mayoría pertenecientes al Orden Charadriiformes (n=13), seguido por

especies del Orden Passeriformes (n=5), Anseriformes (n=2) y Apodiformes (n=1). Se clasificaron las especies según los patrones migratorios definidos por Tala (2006) y Martínez y González (2017), que se definen a continuación:

- Migratorias locales: especie residente de Chile que realiza desplazamientos altitudinales y/o longitudinales.
- Migratorias boreales: sus áreas de reproducción se encuentran en el hemisferio Norte y visitan Chile durante el verano austral.
- Migratorias australes: se reproducen en el sur de Sudamérica y en época no reproductiva se desplazan hacia el Norte, generalmente hasta zonas tropicales o subtropicales, pudiendo llegar hasta el hemisferio Norte.

Tabla 4-18. Número de especies registradas según patrón migratorio (Tala, 2006; Martínez & González, 2017) presentes en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Patrón migratorio | Nº de especies |
|--------------------------------|----------------|
| Migratoria boreal | 9 |
| Migratoria local | 10 |
| Migratoria austral (Ma) | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las aves migratorias que utilizan el Humedal, destacan las que migran largas distancias: boreales y australes. En las primeras, se ha detectado la presencia de aves migratorias del Orden Charadriiformes, tales como la gaviota de Franklin, gaviotín elegante, rayador, pitotoy chico, pitotoy grande, zarapito común, playero de Baird y playero blanco. En el caso de las migradoras australes, se registra la presencia de las especies terrestres picaflor gigante y fío-fío.

De acuerdo a los datos de los censos del SAG (2016-2021) y la caracterización de fauna (Photosíntesis, 2022) realizados en el HU Laguna y Estero Catapilco, se evidencia una alta abundancia de las especies migratorias boreales *Leucophaeus pipixcan* (gaviota de Franklin) y *Numenius phaeopus* (zarapito común). La gaviota de Franklin, quien visita el territorio nacional en verano para pasar el invierno de Norteamérica en la costa Pacífico de Sudamérica, ha registrado los últimos años una disminución en el número de individuos en el Humedal.

Por su parte, el zarapito común, es un ave playera grande que se reproduce en el hemisferio norte y migra en el verano austral, presentando una distribución predominantemente costera. Sobre esta especie, se describe que algunos individuos se quedan durante el invierno, situación que se registra en el Humedal con una población

estable de zarapito común que lo habita (Jaramillo, 2003; Couve et al., 2016; Contreras y Montecino, 2020).

Además, se han registrado eventos de nidificación en el 13% (n=13) de las aves nativas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco entre los años 2011 y 2021, principalmente del Orden Charadriiformes (n=4) y Anseriformes (n=3) (Tabla 4-19).

Tabla 4-19. Especies con eventos de nidificación en HU Laguna y Estero Catapilco.

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Actividad reproductiva (*) |
|------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas georgica</i> | Pato jergón grande | Agosto – Febrero |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Mareca sibilatrix</i> | Pato real | Octubre – Diciembre |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Coscoroba</i> | Cisne coscoroba | Junio – Febrero |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Vanellus chilensis</i> | Queltehue | Abril – Enero |
| Charadriiformes | Haematopodidae | <i>Haematopus palliatus</i> | Pilpilén común | Octubre – Febrero |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Larus dominicanus</i> | Gaviota dominicana | Agosto – Marzo |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Chroicocephalus maculipennis</i> | Gaviota Cáhuil | Agosto – Febrero |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica leucoptera</i> | Tagua chica | Septiembre – Abril |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica armillata</i> | Tagua común | Julio – Abril |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Egretta thula</i> | Garza chica | Septiembre – Enero |
| Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podiceps occipitalis</i> | Blanquillo | Septiembre – Febrero |
| Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podiceps major</i> | Huala | Todo el año |
| Suliformes | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Yeco | Julio – Febrero |

(*): Medrano et al. (2018); Guerra et al. (2013).

Fuente: Elaboración propia.



Pato jergón grande (*Anas georgica*)



Pato rana de pico delgado (*Oxyura vittata*)



Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*)



Rayador (*Rynchops niger*), gaviota cáhuil (*Chroicocephalus maculipennis*) y zarapito común (*Numenius phaeopus*)

Figura 4-25. Fotografías de avifauna del HU Laguna y Estero Catapilco.

b) **Mamíferos**

En mamíferos, se registra la presencia del roedor nativo *Myocastor coypus* (coipo) de la Familia Myocastoridae, el cual se encuentra clasificado en Preocupación menor (DS 16/2016 MMA) por el RCE.



Figura 4-26. Fotografías de coipo en HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Javiera Gallardo.

c) Reptiles

En reptiles, en la campaña de terreno realizada, se registró una riqueza total de dos especies nativas (Tabla 4-20), ambas de origen endémico y clasificadas en Preocupación menor por el RCE. Estas corresponden a la especie *Philodryas chamissonis* (culebra de cola larga) y *Liolaemus zapallarensis* (lagarto de Zapallar).

Tabla 4-20. Riqueza de especies de reptiles descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Documento de referencia |
|----------|-------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Squamata | Colubridae | <i>Philodryas chamissonis</i> | Culebra cola larga | LC | DS 16/2016 MMA |
| Squamata | Liolaemidae | <i>Liolaemus zapallarensis</i> | Lagarto de Zapallar | LC | DS 16/2016 MMA |

LC: Preocupación Menor.

Fuente: Elaboración propia.



Culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*)



Lagarto de Zapallar (*Liolaemus zapallarensis*)

Figura 4-27. Fotografías de reptiles del HU Laguna y Estero Catapilco.

d) **Anfibios**

De acuerdo con la información entregada por el guardaparques y personas de la comunidad de La Laguna, en el HU Laguna y Estero Catapilco existe el registro histórico de tres especies de anfibios, dos nativas y una introducida (Tabla 4-21).

Dentro de las especies nativas, se encuentra la especie endémica *Rhinella arunco* (sapo de rulo) y *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), ambas clasificadas por el RCE en estado Vulnerable y Casi Amenazada, respectivamente. Por otra parte, se ha evidenciado la presencia del anfibio introducido *Xenopus laevis* (rana africana).

Tabla 4-21. Riqueza de especies de anfibios descrita para el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Origen | Categoría vigente | Documento de referencia |
|-------|-------------|-------------------------|-----------------------|--------|-------------------|-------------------------|
| Anura | Bufonidae | <i>Rhinella arunco</i> | Sapo de rulo | E | VU | DS 41/2011 MMA |
| Anura | Leiuperidae | <i>Pleurodema thaul</i> | Sapito de cuatro ojos | N | NT | DS 41/2011 MMA |
| Anura | Pipidae | <i>Xenopus laevis</i> | Rana africana | I | - | - |

N: Nativa; E: Endémica; I: Introducida; VU: Vulnerable.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-28. Individuo de *Rhinella arunco* (sapo de rulo) registrado en camino vehicular cercano a HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Valentina Cortés.

4.2.6.3 Limnología

En 2022 Photosíntesis realizó 2 prospecciones para evaluar el componente limnológico, el 27 de enero, en que se evaluaron parámetros de calidad de agua, y el 17 de junio en que se realizó un monitoreo de peces y macroinvertebrados. Los resultados de la línea base se presentan en el "Anexo 5_LB Fauna íctica".

La ubicación espacial de los puntos de muestreo se estableció de acuerdo con lo sugerido por CEA-SAG (2006) en el estudio "Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Programa de seguimiento ambiental mínimo", distribuyeron 4 puntos de muestreo en el HU Laguna y Estero Catapilco (Figura 4-29).

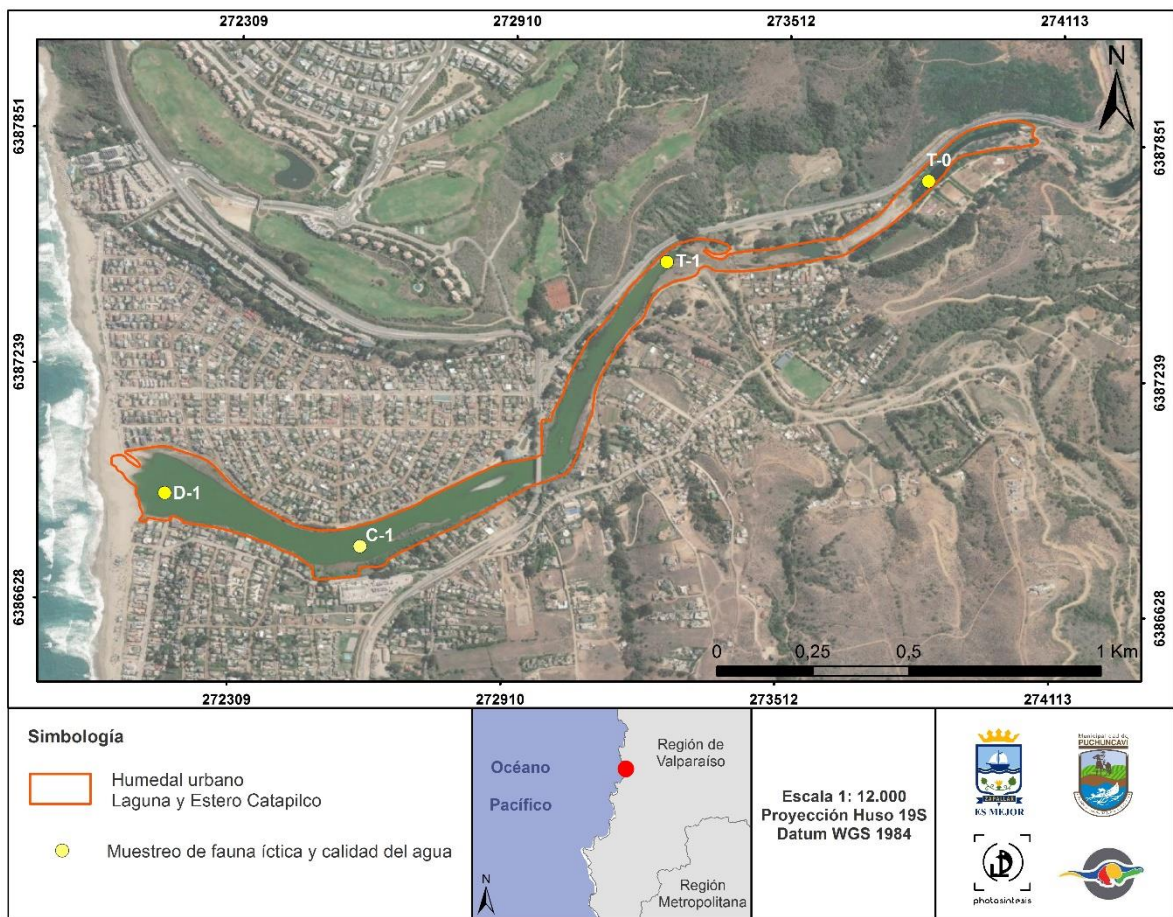


Figura 4-29 Ubicación espacial de los puntos de muestreo HU Laguna y Estero Catapilco.

Si bien el diseño de muestreo se enfoca principalmente en el ensamble de fauna íctica, también, puede ser utilizado para el seguimiento del comportamiento global del humedal, considerando la caracterización de las variables asociadas al proceso de eutrofización (Clorofila a, Nitrógeno orgánico total, Fósforo total y Disco Secchi).

a) Características del hábitat para la fauna íctica y calidad de agua

Con respecto a las características del hábitat para la fauna íctica, en todos los tramos evaluados se identificó un cauce con patrón unicanal y con una cobertura del dosel "abierto", los tramos del tributario evaluados en los puntos de muestreo T-0 y T-1 presentaron un régimen pluvial. Los tramos de la cubeta (C-1) y desagüe (D-1) presentaron un régimen estuarino.

A nivel de mesohábitat, todos los tramos correspondieron a pozas sin velocidad de corriente, con anchos variables, entre 20,75m y 27,25m en los casos del tributario principal y entre 89,05 m y 135,5 m en el caso de la cubeta principal y el desagüe, respectivamente. Se observó una profundidad variable de acuerdo con el tramo evaluado, en donde los puntos de muestreo T-0 y t-1 presentaron 0,6 y 0,7 m respectivamente, mientras que la cubeta presentó una profundidad de 3,5m y el desagüe una profundidad de 1,2 m. En cuanto al tipo de sustrato, en los tramos del tributario dominó el fango con detritus vegetal escaso, en la cubeta principal dominó la mezcla Guijarro-grava-arena y en el desagüe dominó la arena, en ambos casos sin la presencia de detritus vegetal.

Tabla 4-22 Resumen de las características físicas del hábitat para la fauna íctica.

| Variables de hábitat | Puntos de muestreo | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------|
| | T-0 | T-1 | C-1 | D-1 |
| Patrón | unicanal | unicanal | unicanal | unicanal |
| Régimen | Pluvial | Pluvial | Estuarino | Estuarino |
| Mesohábitat | Poza | Poza | Poza | Poza |
| Ancho medio (m) | 27,25 ± 2,20 | 20,75 ± 2,21 | 89,05 ± 1,28 | 135,5 ± 7,4 |
| Velocidad de corriente (m/s) | sin velocidad | sin velocidad | sin velocidad | sin velocidad |
| Profundidad Máxima (cm) | 0,6 | 0,7 | >1 | >1 |
| Profundidad típica (cm) | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| Sustrato dominante | Fango | Fango | Guijarro-grava-arena | Arena |
| Vegetación acuática | Presente | Presente | Ausente | Ausente |
| Detritus Vegetal | Escaso | Escaso | Ausente | Ausente |
| Cobertura dosel | abierto | abierto | abierto | abierto |
| Uso de suelo adyacente | Rural | Rural | Urbano | Urbano |

Al considerar los parámetros *in situ* evaluados en el HU Laguna y Estero Catapilco, el hábitat para los peces se caracterizó por presentar aguas con influencia marina en todos los puntos de muestreo, con salinidades superiores a 1 UPS. El oxígeno disuelto varió entre 6,86 y 9,02 mg/L y la temperatura entre 11,29 y 13,33 °C. El detalle de los parámetros *in situ* se indica en la Tabla 4-23.

Tabla 4-23. Parámetros *in situ*, asociados a las características del hábitat de la fauna íctica (Photosíntesis, 2022)

| Punto de muestreo | % de oxígeno %SO | Conductividad eléctrica CE (mS/cm) | Oxígeno disuelto COD (mg/L) | pH | Salinidad UPS | Temperatura T (°C) |
|-------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----|---------------|--------------------|
| D-1 | 82,55 | 38,6 | 9,02 | 9,0 | 25,1 | 11,29 |
| C-1 | 74,59 | 38,18 | 8,15 | 9,0 | 25,07 | 11,4 |
| T-1 | 76,49 | 33,67 | 7,99 | 8,8 | 21,36 | 13,33 |
| T-0 | 63,36 | 10,92 | 6,86 | 8,8 | 10 | 11,73 |

Se utilizó el índice de Smith para determinar la condición trófica en base a la concentración de clorofila "a", transparencia o disco Secchi, concentración de nitrógeno y fósforo. Los dos primeros parámetros corresponden a los indicadores directos del estado trófico del sistema, por otro lado, los dos restantes son utilizados para confirmar y explicar el estado observado, esto es debido a que están relacionados a los nutrientes inorgánicos principales, nitrógeno y fósforo, que limitan o determinan el crecimiento algal (Smith et al., 1999). En la Tabla 4-24 se indica el rango de valores de los cuatro parámetros antes mencionados relativo al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. De esta manera, la calificación del sistema se realiza en relación con el valor obtenido de los parámetros considerados y el rango de valores en el cual se encuentran.

Los valores obtenidos de estos cuatro parámetros en el HU Laguna y Estero Catapilco, en verano 2022, se indican en la Tabla 4-25. Al respecto, la mayoría de los parámetros se encontraron bajo el límite de detección de la técnica analítica (<LD). No obstante, la profundidad del disco Secchi y el fósforo total **sugieren un estado Hipereutrófico** en todos los tramos evaluados.

Tabla 4-24 Rango de valores de los cuatro parámetros relativos al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. (Smith et al., 1999).

| Condición trófica | Fósforo total ug/L | Nitrógeno total ug/L | Clorofila "a" ug/L | SD m |
|-------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------|
| Oligotrofia | < 10 | < 350 | < 3.5 | >4 |
| Mesotrofia | 10 - 30 | 350 - 650 | 3.5 - 9 | 2-4 |
| Eutrofia | 30 - 100 | 650 - 1.200 | 9 - 25 | 1-2 |
| Hipereutrofia | >100 | > 1.200 | > 25 | <1 |

Tabla 4-25 Valores obtenidos en el HU Laguna y Estero Catapilco, de los cuatro parámetros relativos al estado trófico que representan, en acuerdo con Smith et al. (1999). Campaña verano 2022. Destacado en rojo los valores que sugieren un estado Hipereutrófico. LD, indica bajo el límite de detección de la técnica analítica.

| Puntos de muestreo | Fósforo Total ug/L | Nitrógeno total ug/L | Clorofila-a ug/L | SD m |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------|
| C-1 | <LD500 | <LD500 | <LD200 | 0,5 |
| D-1 | <LD500 | <LD500 | <LD200 | 0,5 |
| T-1 | 2.400 | <LD500 | <LD200 | - |

b) Fauna íctica

Para el levantamiento de información de fauna íctica, se obtuvieron datos el estudio de "Comunidades de peces en desembocaduras de ríos y esteros de la Región de Valparaíso, Chile central" de Zunino et al. (2009) y a los datos de la Universidad de Michigan, Museo de Zoología (UMMZ, 1986) subidos a la plataforma Fishnet (www.fishnet2.net/search.aspx) y la caracterización limnológica realizada en el Humedal ("Anexo 5_LB Fauna íctica.docx" y "Anexo 5.1_Base datos fauna íctica.xlsx").

De acuerdo a los antecedentes, en el área se describen un total de doce especies, de las cuales seis corresponden a especies nativas y seis a especies exóticas invasoras. Destacan las especies *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey chileno) y *Odontesthes brevianalis* (cauque del norte) que corresponden a especies endémicas, que está referido en este caso al origen de los peces de agua dulce de Chile, incluyendo las provincias biogeográficas Chilena, Patagónica y Titicaca (sensu Dyer 2000a). Todas las especies nativas descritas para el área presentan alguna categoría de conservación (Tabla 4-26).

Dentro de las especies exóticas que se describen en el área se han registrado seis peces introducidos, correspondientes a *Cheirodon interruptus* (mojarrita), *Gambusia holbrooki* (pez mosquito oriental), *Cyprinus carpio* (carpa común) y *Cichlasoma facetum* (chanchito), *Gambusia affinis* (Gambusia) y *Cnesterodon decemmaculatus* (10 manchas).

Tabla 4-26. Especies de peces descritas para el HU Laguna y Estero Catapilco (UMMZ, 1986; Zunino et al., 2009; Photosíntesis Consultores, 2022).

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Origen | Categoría vigente | Documento de referencia |
|------------------|---|-----------------------|--------|-------------------|-------------------------|
| Atherinopsidae | <i>Basilichthys microlepidotus</i> | Pejerrey chileno | E | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |
| Atherinopsidae | <i>Odontesthes brevianalis</i> | Cauque del norte | E | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |
| Atherinopsidae | <i>Odontesthes regia</i> | Pejerrey de mar | N | LC | DS 52/2014 MMA |
| Characidae | <i>Cheirodon interruptus</i> | Mojarrita | I | - | - |
| Poeciliidae | <i>Gambusia holbrooki</i> | Pez Mosquito Oriental | I | - | - |
| Poeciliidae | <i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853) | Gambusia | I | - | - |
| Poeciliidae | <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> (Jenyns 1842) | 10 manchas | I | - | - |
| Cyprinidae | <i>Cyprinus carpio</i> | Carpa común | I | - | - |
| Mugilidae | <i>Mugil cephalus</i> | Lisa | N | LC | DS 52/2014 MMA |
| Galaxiidae | <i>Galaxias maculatus</i> | Puye | N | VU | DS 19/2012 MMA |
| Cichlidae | <i>Cichlasoma facetum</i> | Chanchito | I | - | - |
| Trichomycteridae | <i>Trichomycterus aerolatus</i> | Bagrecito | N | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |

N: Nativa; E: Endémica; I: Introducida; LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable.

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de Photosíntesis Consultores (2022), en el área se describen actualmente cuatro especies, entre las cuales una es endémica de Chile, correspondiente a *Odontesthes brevianalis* (cauque del norte), y tres introducidas, correspondientes a

Cnesterodon decemmaculatus (Gambusia manchada), *Gambusia affinis* (Gambusia) y *Australoheros facetus* (Chanchito).

La presencia de estas cuatro especies ícticas en el área de estudio es consistente con lo reportado por diversos autores en relación con su rango de distribución geográfica en el territorio nacional (Campos 1984, Campos et al. 1984, Dyer 2000, Iriarte et al. 2005).

Estos resultados coinciden parcialmente con la información disponible en la literatura. Zunino et al. (2009) realizaron un completo estudio de las comunidades de peces de las desembocaduras de ríos y esteros de la región de Valparaíso, encontrando para la cuenca de del Estero Catapilco una riqueza de nueve especies. Sin embargo, estos registros no mencionan a las especies introducidas *Cnesterodon decemmaculatus* (10 manchas) y *Gambusia affinis* (Gambusia), específicamente en el Estero Catapilco.

c) Macroinvertebrados bentónicos

Considerando todos los puntos de muestreo en el área de estudio, se registró un total de 4 taxa, de los cuales 3 taxa (80%) correspondieron a representantes de la clase Insecta. Dentro de esta clase, los órdenes más representativos fueron los dípteros, tricópteros y coleopteros con 1 taxón cada uno. La mayor riqueza de especies se registró en los puntos de muestreo C-1 y T-1, con un total de 3 taxa, mientras que la menor riqueza se registró en el punto de muestreo D-1, con 1 taxón (Figura 5 3).

Con respecto a la abundancia, el punto de muestreo T-1 presentó el mayor valor de este parámetro con 11.046,5 Ind./m², mientras que el punto de muestreo D-1 presentó el menor valor con 3.139,5 Ind./m². En el punto de muestreo T-1 dominaron los coleópteros de la clase Elmidae con un 52,6% del total de abundancia.

Tabla 4-27 Taxas de macroinvertebrados acuáticos identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa |
|------------|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------------|
| Annelida | Oligochaeta | - | - | Oligochaeta Indet. |
| Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | Elmidae Indet. |
| Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae SubF.: Orthocladiinae | Cricotopus sp. |
| Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | Smicridea sp. |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.4 Conectividad ecológica y áreas de valor ambiental cercanas al HU

La conectividad ecológica del HU Laguna y Estero Catapilco se asocia principalmente a los humedales costeros identificados en el inventario de humedales del MMA (2020), el Santuario de la Naturaleza Salinas de Pullally – Dunas de Longotoma al norte de Papudo que abarca la desembocadura de los ríos Petorca y La Ligua; y otras Áreas Protegidas Privadas (APP) (Figura 4-30).

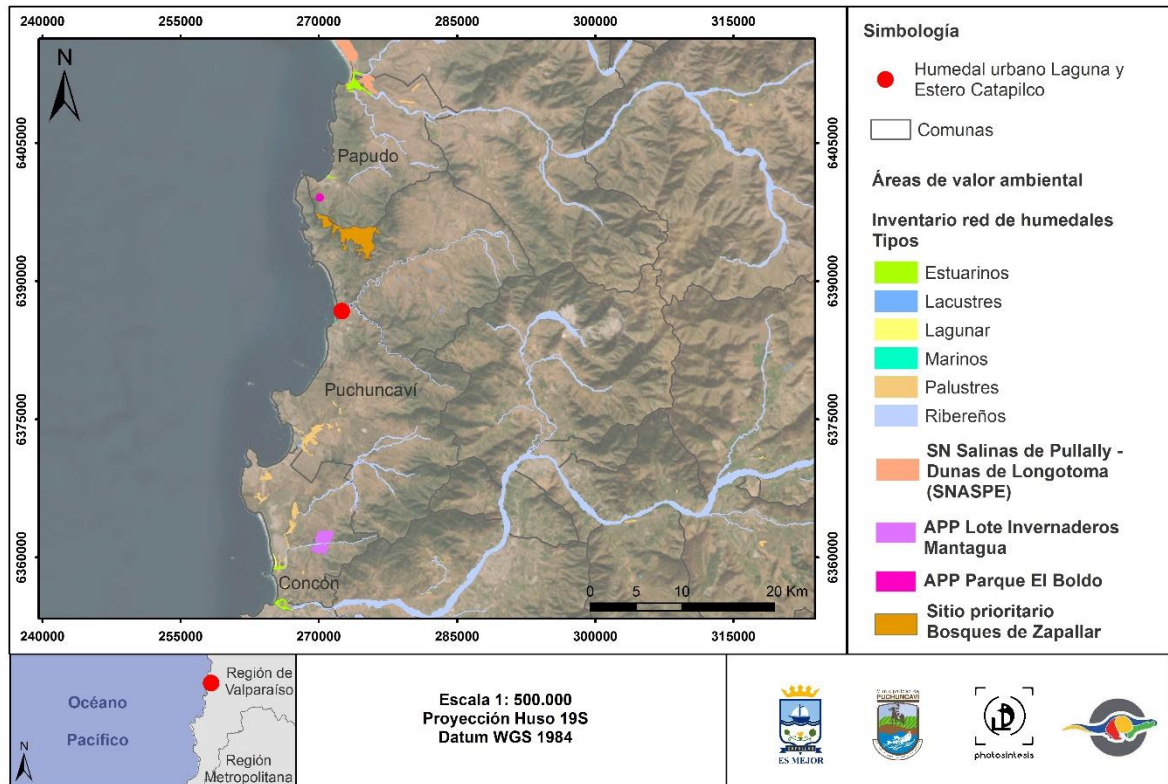


Figura 4-30. Conectividad ecológica del HU Laguna y Estero Catapilco con áreas de valor ambiental.

4.3 Visión del HU Laguna y Estero Catapilco

El Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco es un lugar protegido, que sustenta la biodiversidad y permite el encuentro de la comunidad local, favoreciendo la coexistencia de actividades de educación y conservación, a través de una gestión en colaboración”



Tabla 4-28. Vista aérea de desembocadura del Estero Catapilco (Fuente: Javier Trivelli)

4.4 Seleccionar Objetos de Conservación del HU Laguna y Estero Catapilco

4.4.1 Identificación de OC

Para llevar a cabo el proceso de planificación fue necesario definir puntos de enfoque tanto para el patrimonio natural como cultural. Estos puntos de enfoque se denominan en su conjunto objetos de conservación (OC) (CONAF, 2017).

Los OC consisten en componentes físicos, sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies focales representativas de la biodiversidad que queremos conservar en un área y que pueden ser monitoreadas. También pueden considerarse los bienes y servicios ambientales que ésta provee, tales como la producción forestal, la calidad de los suelos, las fuentes de agua o el valor escénico en el paisaje. Junto a los anterior se suman los valores socioculturales que también pueden tenerse en cuenta en la elaboración del PGI (Granizo et al., 2006). Los OC, en su conjunto, cumplen con representar la diversidad natural y cultural importantes de conservar en el área a largo plazo, asegurando la mantención de los procesos ecológicos que los sostienen (CONAF, 2017).

Los OC se pueden clasificar en:

- Objetos de conservación biológicos (OCB): que corresponden a especies, conjuntos de especies (ej. gremios, ensambles o comunidades) o ecosistemas seleccionados para representar, englobar y conservar la biodiversidad en un área silvestre protegida (modificado de CMP, 2007).
- Objetos de conservación culturales (OCC): patrimonio cultural material e inmaterial presentes en áreas protegidas. Dentro de los OCC se distingue la dimensión material (ej. sitios arqueológicos o historiografía) y la inmaterial (ej. conocimientos tradicionales, rituales, relatos locales, mitos y leyendas, toponimia, etc.) (CONAF, 2017).

La selección de OC para el HU Laguna y Estero Catapilco, se basa en los resultados obtenidos de talleres participativos realizados con los servicios públicos, vecinos y vecinas de ambas comunas, y representantes de organizaciones locales. Con estos insumos, se realizó una reunión del equipo núcleo donde se sintetizaron los resultados y se definieron siete objetos de conservación para el área (Figura 4-31).

Estos OC cumplen con representar a las especies y comunidades importantes de conservar en el área a largo plazo, asegurando la mantención de los procesos ecológicos que los sostienen (CONAF, 2017). Además, como se observa en la Figura 4-32, estos cumplen con distribuirse en todo el polígono que conforma el HU Laguna y Estero Catapilco.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral



Aves de humedal y
playeras



Coipo



Vegetación
palustre y acuática



Humedal y red
hídrica



Paisaje



Oportunidad de recreación,
encuentro y vinculación con la
naturaleza

Figura 4-31. Objetos de conservación seleccionados para el HU Laguna y Estero Catapilco.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral



Figura 4-32. Distribución espacial de OC en el HU Laguna y Estero Catapilco.

4.4.2 Descripción de los OC

A continuación se presenta la descripción de cada OC y el estado actual de los indicadores seleccionados en el análisis de viabilidad, que se explican en detalle en el Anexo 1. Análisis de viabilidad de los OC, al final de este documento. Además, en el anexo digital "Anexo 7_Análisis de viabilidad" se encuentran las planillas en formato Excel de cada OC.

4.4.2.1 Aves de humedal y playeras

Los humedales son importantes para muchas especies de aves que habitan o utilizan temporalmente estos ecosistemas a lo largo de su ciclo anual como sitios de anidación y de alimentación, transformándose en áreas importantes de concentración de aves migratorias (Bildstein et al., 1991; Gauthier et al., 2005). Asimismo, los ambientes de humedales, reúnen en espacios reducidos una alta riqueza de especies, en su mayoría aves especializadas y altamente sensibles a cambios ambientales (Tabilo et al., 1996).

En el área se han descrito 49 especies que cumplen con estos criterios (Tabla 4-29),

- 24 de estas especies acuáticas representadas por los órdenes Anseriformes, Gruiformes, Pelecaniformes y Podicipediformes;
- 14 especies playeras, representadas por las familias Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae y Scolopacidae del orden Charadriiformes;
- 7 especies de Passeriformes, que son especialistas de humedales;
- 3 especies de la Familia Laridae que son migratorias boreales y que ocupan el sitio como lugar de descanso;
- 1 especie de la Familia Phalacrocoracidae, que corresponde el yeco por ser un ave abundante que se reproduce en el área.

Se excluyen de este listado las especies con hábitos marinos de la familia Laridae por ocupar sitios ubicados principalmente fuera del área protegida.

De éstas, destaca el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), ave endémica del sur de Sudamérica que se describe como más escasa que el cisne de cuello negro, presente en el centro y sur de Chile; su principal amenaza es la destrucción de los humedales, especialmente la falta de protección en sitios de reproducción (Silva, 2018).

El pilpilén común (*Haematopus palliatus*) es una especie estrictamente costera, asociada a playas de arena y estuarios fangosos, a menudo en zonas altas de arena seca (Jaramillo, 2003). Generalmente, nidifica en dunas a pocos metros de la playa, en lugares con piedrecillas o conchuelas, donde los huevos se mimetizan con el entorno (Goodall et al., 1951), lo que lo expone a amenazas como el desarrollo inmobiliario que destruye áreas potenciales de nidificación, perros, perturbación humana y vehículos motorizados, que afecta fuertemente el éxito reproductivo de la especie (Barros, 2018). Por lo anterior,

Barros (2018) describe que “es urgente monitorear las poblaciones chilenas de pilpilén común para evaluar su dinámica poblacional en el país y tomar medidas de conservación efectivas”.

En este contexto, el HU Laguna y Estero Catapilco otorga un hábitat importante para una gran diversidad de aves nativas y migratorias. El área de estudio conforma un importante refugio de descanso, alimentación y nidificación para las aves de humedal y playeras, presentando, un potencial especial para el desarrollo de actividades de educación ambiental y avistamiento de aves.

El HU ofrece diversos hábitats para las aves, por lo que provee sitios para desarrollar actividades relacionadas a la alimentación y nidificación según las necesidades de estas especies. Por lo tanto, las especies que habitan en el área ocupan según sus requerimientos y actividad el espejo de agua, sectores de aguas someras y con vegetación anegadiza baja, juncales y totorales, fangales, pastizales, playas arenosas, y bosques y matorrales ribereños (Cortez-Echeverría y Pastén-Marambio, 2017).

En el área se han identificado zonas en que las aves realizan actividades de descanso y nidificación, que son importante de resguardar en la gestión y manejo del área (Figura 4-33). Dentro de las aves de humedal y playeras que han presentado evidencia de nidificación en los últimos cinco años en el HU Laguna y Estero Catapilco, se encuentran: cisne coscoroba, pato real, pato jergón grande, queltehue, pilpilén común, tagua común y blanquillo. También se registraron individuos de huala nidificando en el Humedal, sin embargo, no tuvieron éxito reproductivo.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

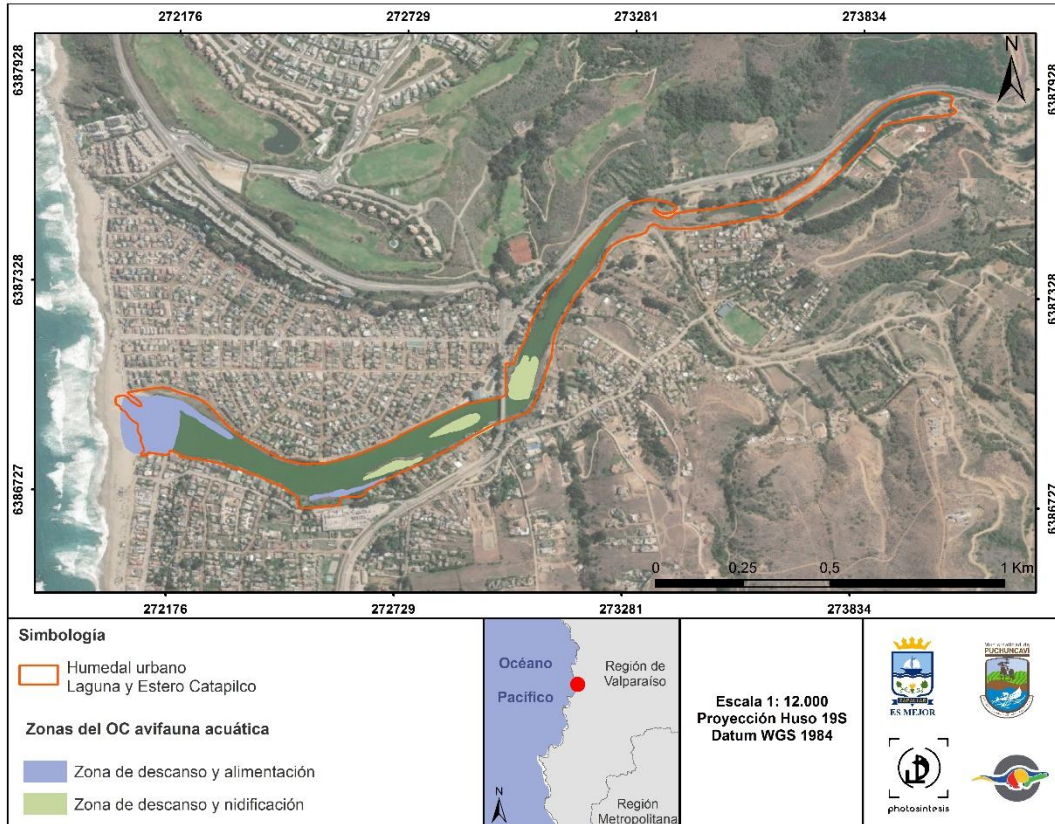


Figura 4-33. Sitios de descanso, alimentación y nidificación de OC Aves de humedal y playeras en HU Laguna y Estero Catapilco.

Tabla 4-29. Ensamble de aves de humedal que componen el OC, categoría de conservación, patrón migratorio y hábitat principal.

| Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Patrón migratorio) | Hábitat principal* |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|---|
| <i>Cygnus melancoryphus</i> | Cisne de cuello negro | LC | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja |
| <i>Anas cyanoptera</i> | Pato colorado | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales |
| <i>Spatula platalea</i> | Pato cuchara | LC | R | Espejo de agua |
| <i>Anas flavirostris</i> | Pato jergón chico | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales |
| <i>Anas georgica</i> | Pato jergón grande | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales |
| <i>Oxyura vittata</i> | Pato rana de pico delgado | - | R | Espejo de agua |
| <i>Oxyura ferruginea</i> | Pato rana de pico ancho | - | MI | Espejo de agua |
| <i>Heteronetta atricapilla</i> | Pato rinconero | LC | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza, fangales, juncuales y totorales |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Patrón migratorio) | Hábitat principal* |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|---|
| <i>Mareca sibilatrix</i> | Pato real | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales |
| <i>Coscoroba coscoroba</i> | Cisne coscoroba | LC | MI | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja |
| <i>Pardirallus sanguinolentus</i> | Pidén | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales, bosques y matorrales ribereños |
| <i>Fulica leucoptera</i> | Tagua chica | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales |
| <i>Fulica armillata</i> | Tagua común | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales |
| <i>Fulica rufifrons</i> | Tagua de frente roja | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales |
| <i>Gallinula melanops</i> | Taguita | - | R | Espejo de agua, aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales |
| <i>Bubulcus ibis</i> | Garza boyera | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, juncales y totorales |
| <i>Egretta thula</i> | Garza chica | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, playas arenosas y dunas |
| <i>Ardea cocoi</i> | Garza cuca | LC | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja |
| <i>Ardea alba</i> | Garza grande | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja |
| <i>Nycticorax nycticorax</i> | Huairavo | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, Bosques y matorrales ribereños |
| <i>Podiceps occipitalis</i> | Blanquillo | - | R | Espejo de agua |
| <i>Podiceps major</i> | Huala | - | R | Espejo de agua |
| <i>Podilymbus podiceps</i> | Picurio | - | R | Espejo de agua |
| <i>Rollandia rolland</i> | Pimpollo | - | R | Espejo de agua |
| <i>Phleocryptes melanops</i> | Trabajador | - | R | Juncales y totorales |
| <i>Tachuris rubrigastra</i> | Siete colores | - | R | Juncales y totorales |
| <i>Cinclodes fuscus</i> | Churrete acanelado | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, playas arenosas y dunas |
| <i>Cinclodes oustaleti</i> | Churrete chico | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza, playas arenosas y dunas |
| <i>Cinclodes patagonicus</i> | Churrete patagónico | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, playas arenosas y dunas |

| Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Patrón migratorio) | Hábitat principal* |
|----------------------------|--------------|-------------------|--------------------|---|
| <i>Agelasticus thilius</i> | Trile | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza, Juncales y totorales |
| <i>Lessonia rufa</i> | Colegial | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, pastizales, juncales y totorales |

R: Residente; MI: Migratoria local; Mb: Migratoria boreal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-30. Ensamble de aves playeras y migratorias que componen OC, categoría de conservación, patrón migratorio y hábitat principal.

| Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Patrón migratorio) | Hábitat principal* |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|--|
| <i>Vanellus chilensis</i> | Queltehue | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Charadrius nivosus</i> | Chorlo nevado | VU | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Charadrius collaris</i> | Chorlo de collar | NT | MI | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Charadrius modestus</i> | Chorlo chileno | LC | MI | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Charadrius falklandicus</i> | Chorlo de doble collar | - | MI | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Haematopus palliatus</i> | Pilpilén común | NT | R | Playas arenosas y dunas |
| <i>Haematopus ater</i> | Pilpilén negro | - | R | Playas arenosas y dunas |
| <i>Leucophaeus pipixcan</i> | Gaviota de Franklin | LC | Mb | Playas arenosas y bancos de arena de desembocaduras |
| <i>Thalasseus elegans</i> | Gaviotín elegante | NT | Mb | Playas arenosas y bancos de arena de desembocaduras |
| <i>Rynchops niger</i> | Rayador | - | Mb | Playas arenosas y bancos de arena de desembocaduras |
| <i>Himantopus melanurus</i> | Perrito | - | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Gallinago paraguaiiae</i> | Becacina | LC | R | Aguas someras y vegetación anegadiza baja y pastizales |
| <i>Tringa flavipes</i> | Pitotoy chico | LC | Mb | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| Nombre científico | Nombre común | Categoría vigente | Patrón migratorio) | Hábitat principal* |
|----------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--|
| <i>Tringa melanoleuca</i> | Pitotoy grande | - | Mb | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Numenius phaeopus</i> | Zarapito común | LC | Mb | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Calidris bairdii</i> | Playero de Baird | - | Mb | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Calidris alba</i> | Playero blanco | - | Mb | Aguas someras y vegetación anegadiza baja, fangales, playas arenosas y dunas |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Yeco | - | R | Playas arenosas y bancos de arena de desembocaduras, Árboles ribereños |

R: Residente; MI: Migratoria local; Mb: Migratoria boreal.

Fuente: Elaboración propia.

a) **Calificación de indicadores y estado actual de Aves de humedal y playeras**

Tabla 4-31. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Aves de humedal y playeras.

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Tamaño | Abundancia especies indicadoras | Nº individuos pato real | <9 | 10-14 | 15-19 | >19 | 0 |
| | | Nº individuos cisne coscoroba | <3 | 3-10 | 11-17 | >17 | 16 |
| | | Nº individuos pato jergón grande | <10 | 10-19 | 20-24 | >24 | 2 |
| | | Nº individuos pilpilén | <5 | 5-9 | 10-14 | >14 | 12 |
| | | Nº individuos zarapito | <50 | 50-99 | 100-150 | >150 | 373 |
| | | Nº individuos tagua común | <75 | 76-99 | 100-130 | >130 | 140 |
| | | Nº individuos huala | 2 | 3 | 4 | >4 | 5 |
| | | Nº individuos trabajador | <1 | 1 | 2 | >2 | 0 |
| | | Nº individuos sietecolores | 0 | 1 | 2 | >2 | 0 |
| Condición | Riqueza | Nº de especies de humedal | <10 | 10-19 | 20-30 | >30 | 14 |
| | | Nº de especies playeras | <5 | 6-11 | 12-17 | >17 | 12 |
| | Registro de nidos de aves indicadoras | Nº de especies nidificantes | ≤ 4 especies anual | 4 a 5 especies anual | 6 a 7 especies anual | 8 especies anual | 3 |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|-----------|---|--|----------------------------|----------|----------|-----------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| | Éxito reproductivo de aves indicadoras | Nº de nidos exitosos/ Nº de nidos totales *100 | ≤ 25% | 26 - 50% | 51 - 75% | 76 - 100% | Por definir al año 2023 |
| | Desarrollo de polluelos de especies indicadoras | Nº de volantones/ Nº de polluelos *100 | ≤ 25% | 26 - 50% | 51 - 75% | 76 - 100% | Por definir al año 2023 |

4.4.2.2 Coipo

El coipo (*Myocastor coypus*), es un mamífero nativo que habita en el HU Laguna y Estero Catapilco. Este roedor nativo es considerado una especie importante por la comunidad local por ser característica del área, pues tiene un aspecto atractivo y carismático que incentiva su protección debido a las amenazas que presenta en el humedal, principalmente la caza ilegal y pérdida de hábitat.

Es el único mamífero acuático presente en la zona central de Chile, siendo el roedor de mayor tamaño del país y la única especie representante de la familia Myocastoridae. Su distribución es exclusiva de Sudamérica, encontrándose en estado silvestre al sur de Brasil, Bolivia, Argentina, Paraguay, Uruguay y Chile, entre 0 y 2.000 msnm. En Chile se extiende desde las cuencas de la cordillera de la Costa de la zona centro-norte (Coquimbo) hasta las islas magallánicas; en las cuencas andinas se encuentra desde el río Itata hacia el sur (Habit et al., 2019; Iriarte, 2008).

Habita en diversos ambientes acuáticos, como lagunas, ríos, lagos, esteros y humedales, con presencia de totora (*Schoenoplectus californicus*), y se alimenta principalmente de gramíneas y arbustos (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Gil, 2009).

Esta especie es de hábitos diurnos y crepusculares. Se reproduce durante todo el año y se caracteriza por construir refugios subterráneos para la protección y crianza, así como plataformas (islotos flotantes) con todo tipo de vegetación, que utiliza para alimentación y descanso (Iriarte, 2008).

Actualmente, no existen investigaciones que evalúen los efectos de presiones antrópicas ni la vulnerabilidad del cambio climático para los mamíferos acuáticos chilenos como el coipo, sometido a fuertes presiones de estresores múltiples (como cambio de uso de suelo, contaminación, competencia con especies exóticas invasoras) y el aumento de la sequía. La reducción de la vegetación ribereña, junto con la urbanización y habitación de tierras para cultivos en áreas de humedales, genera una pérdida de hábitat, disminución de la calidad del agua, y con ello, una reducción de los recursos tróficos disponibles para esta especie (Habit et al., 2019).

El coipo puede ser considerado una “especie bandera” para el HU Laguna y Estero Catapilco, es decir, una especie carismática que sirve como símbolo para atraer el apoyo de distintos actores, para la implementación y desarrollo de programas de conservación que involucren al coipo y a otras especies menos llamativas con las que se encuentra asociado (Isasi, 2011), tales como la vegetación ribereña.

En el Humedal, se han detectado individuos adultos y crías de coipo en los alrededores de la isla y en una de las lagunas ubicada al oriente del Humedal (Figura 4-34).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

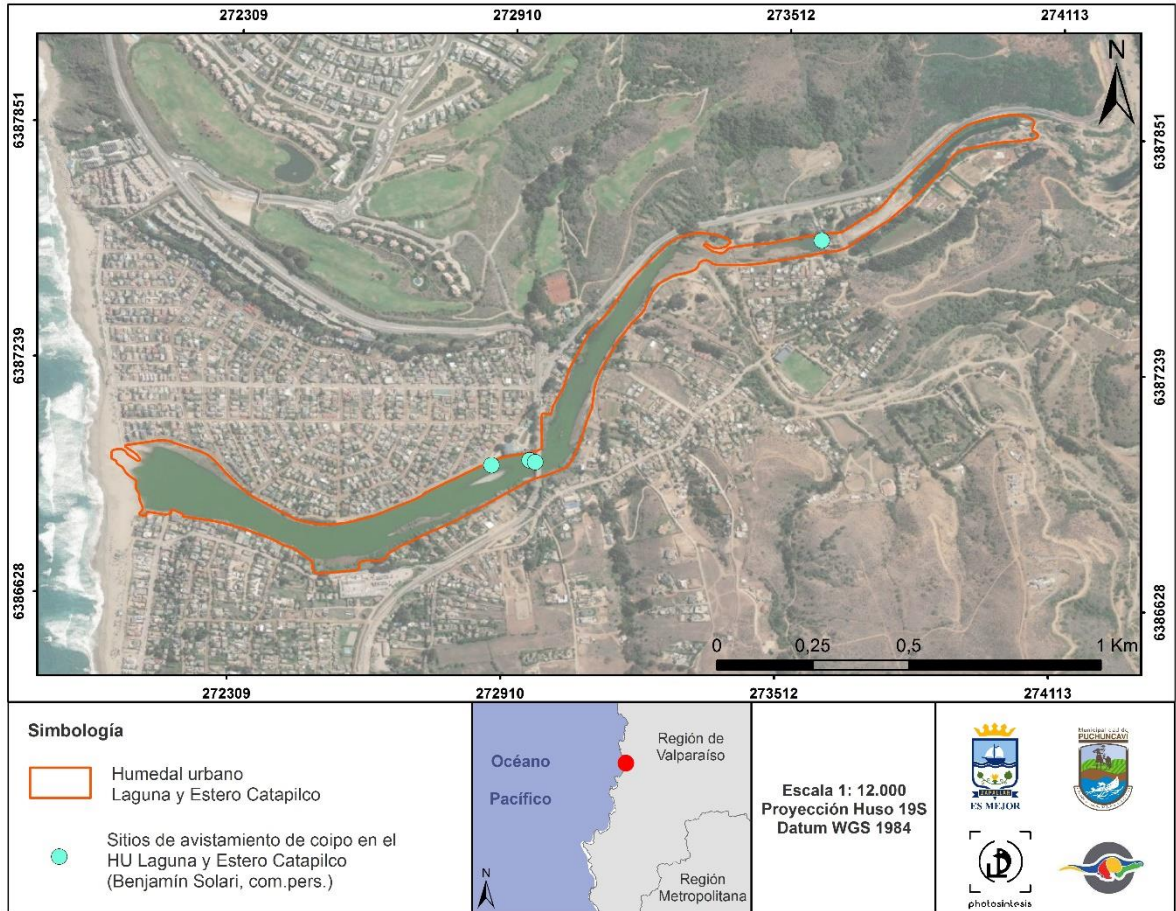


Figura 4-34. Sitios de avistamiento de individuos de coipo en HU Laguna y Estero Catapilco.
Fuente: Javiera Gallardo y Benjamín Solari (Guardaparques).

a) **Calificación de indicadores y estado actual del Coipo**

Tabla 4-32. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Coipo.

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Tamaño | Abundancia de coipo | Nº de individuos | >1 individuos anual | 2-3 individuos anual | 3-5 individuos anual | >5 individuos anual | <3 individuos |
| Condición | Éxito reproductivo de coipo | Nº de crías por año | >2 crías | 3 crías | 4 crías | 5 crías | 1 cría |
| | Desarrollo de crías de coipo | Nº de juveniles/ Nº de crías * 100 | ≤ 25% | 26-50% | 51-75% | 76-100% | Por definir en 2024 |

4.4.2.3 *Vegetación palustre y acuática*

El DS 82 del 2010 de MINAGRI define la vegetación acuática o hidrófila como “vegetación azonal que está vinculada a disponibilidad permanente de agua”, incluyendo plantas de hábitos hidrófitos (plantas acuáticas) y helófitos (plantas palustres o de pantano) (Urrutia et al., 2017; MMA – ONU Medio Ambiente, 2022).

Aproximadamente el 1% de la flora vascular mundial es palustre y acuática, siendo un grupo muy interesante por su simpleza física y su alto grado de especialización. Es una especie inicial de distintas cadenas tróficas y brinda espacios de refugios, alimentación y anidación a muchas especies de fauna. Este grupo de plantas también es conocido como plantas macrófitas, macrófitos o malezas acuáticas (Chambers et al., 2008; Hauenstein, 2006; Ramírez y San Martín, 2008 citados en Urrutia, et al., 2017).

Las hidrófitas o plantas acuáticas se caracterizan por tener todas sus estructuras vegetativas en el agua, ya sea flotando en la superficie o sumergidas totalmente y presentándose enraizadas al sustrato o en forma libre en el agua. Debido a su alta sensibilidad a las condiciones, fundamentalmente de tipo químicas del agua, son consideradas como excelentes indicadores del estado de su hábitat (MMA – ONU Medio Ambiente, 2022). Estas plantas se subdividen en: Flotantes (arraigadas tipo natantes y de vida libre) y Sumergidas (arraigadas y de vida libre).

Las helófitas o plantas palustres (emergentes), se ubican en los bordes de las lagunas, charcas y zonas inundables de escasa profundidad. Sus raíces se encuentran desplegadas en suelos inundados y frecuentemente se presentan un sistema de rizomas, lo que posibilita su expansión subterránea y un rápido aumento poblacional en el sitio donde viven.

La fotosíntesis es similar a las plantas terrestres dado que una gran parte del tallo y sus hojas se encuentran sobre el agua y al aire, quedando sumergido sólo la parte inferior del vástago. Estas plantas, también llamadas emergentes, dado que sus estructuras reproductivas se desarrollan en el aire (Urrutia et al. 2017), no son consideradas plantas acuáticas propiamente tal, debido a su carácter temporal de habitar en suelos húmedos y de permanente inundación.

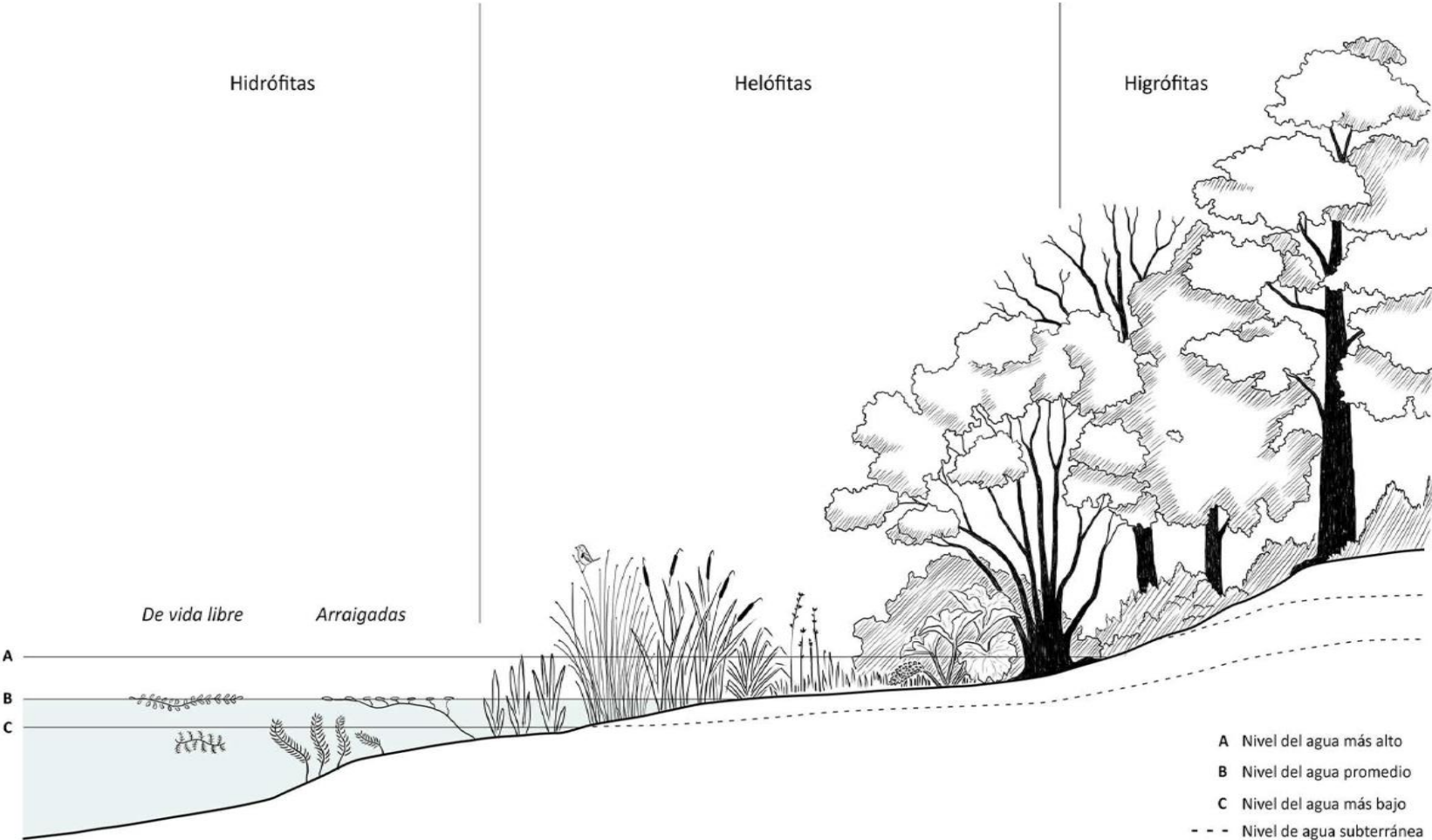


Figura 4-35. Zonación típica de flora hidrófita de un humedal. Fuente: MMA.ONU Medio Ambiente, 2022

Por esta razón, estas plantas corresponden a formas intermedias entre las plantas acuáticas (hidrófitas) y las plantas terrestres (terráfitas; Ramírez y Álvarez, 2012), lo que les permite tener un alto crecimiento, dada la alta disponibilidad de agua y nutrientes que encuentran en su hábitat acuático, como la obtención de oxígeno y dióxido de carbono de su hábitat terrestre (MMA – ONU Medio Ambiente, 2022).

Según los datos registrados en las líneas bases desarrolladas por Fotosíntesis (2022) y Fundación Kennedy (2016) ("Anexo 4.1_Catálogo florístico.xlsx"), del total de especies registradas, 27% (n=30) corresponden a macrófitas acuáticas, de las cuales 25 corresponden a especies helófitas y cinco son especies hidrófitas. De las 30 especies, el 50% corresponde a nativas, las que se detallan en la Tabla 4-33.

Tabla 4-33. Especies macrófitas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco. Fuente: Fotosíntesis (2022) y Fundación Kennedy (2016).

| Especie | Nombre común | Origen | Macrófitas acuáticas |
|------------------------------------|---|----------|----------------------|
| <i>Bacopa monnieri</i> | lágrima de bebé, verdolaga de puerco | Nativa | Helófitas |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | Redondita de agua | Nativa | Hidrófitas |
| <i>Juncus bufonius</i> | Junquillo | Nativa | Helófitas |
| <i>Juncus procerus</i> | Junco | Nativa | Helófitas |
| <i>Myriophyllum quitense</i> | Loroma, aguasana, loroma hembra | Nativa | Hidrófitas |
| <i>Phyla nodiflora</i> | Phyla | Nativa | Helófitas |
| <i>Sarcocornia neei</i> | Sarcocornia, Hierba sosa, Esparrago chilote | Nativa | Helófitas |
| <i>Schoenoplectus pungens</i> | - | Nativa | Helófitas |
| <i>Selliera radicans</i> | Roseta nudosa de los pantanos | Endémica | Helófitas |
| <i>Schoenoplectus californicus</i> | Junco o totora | Nativa | Helófitas |
| <i>Symphotrichum squamatum</i> | rama negra, aster, estrellita | Nativa | Helófitas |
| <i>Tessaria absinthioides</i> | Brea | Nativa | Helófitas |
| <i>Typha aff. angustifolia L.</i> | totora | Nativa | Helófitas |

| Especie | Nombre común | Origen | Macrófitas acuáticas |
|--------------------------|----------------|--------|----------------------|
| <i>Ulva lactuca</i> | Lechuga de mar | Nativa | Hidrófita |
| <i>Verbena litoralis</i> | Verbena | Nativa | Helófita |

Este grupo de especies habitan las zonas ribereñas del HU, área de gran relevancia por las funciones ecológicas que desempeñan, que se pueden asociar a tres categorías: hidrología y dinámica de sedimentos; biogeoquímica y ciclo de nutrientes; y hábitat y mantención de tramas tróficas.

Las funciones relacionadas con la dinámica hidrológica y de los sedimentos incluyen el almacenamiento de las aguas superficiales y los sedimentos, reduciendo los daños por inundaciones. Las zonas ribereñas interceptan, ciclan y acumulan componentes químicos en el flujo subsuperficial en diversos grados, eliminando contaminantes del flujo superficial y el agua subterránea poco profunda.

La importancia de las riberas radica en su elevada riqueza y diversidad florística y faunística, inciden directamente sobre la calidad ambiental del ecosistema acuático que rodea, constituyen la entrada de nutrientes y materiales orgánicos externos y participan en la retención y atenuación de los efectos destructores de las avenidas de agua (Silva y Arancibia, 2015).

Actualmente, las áreas ribereñas están dentro de los ecosistemas más amenazados a nivel global, lo que se evidencia a través de la degradación o pérdida de la cobertura vegetal, generando la degradación de los cuerpos de agua y afectando sustancialmente las funciones, servicios y bienes que estos ecosistemas proporcionan.

Según las comunidades identificadas en el área ribereña del HU Laguna y Estero Catapilco seis son nativas y se asocian a la vegetación palustre y acuática, éstas son: herbazales de *Frankenia salina* con *Cynodon dactylon* y de *Sarcocornia neei*, matorrales de *Baccharis* sp., y de *Tessaria absinthioides*, y la comunidad de especies arbóreas esclerófilas, en el límite oriental del polígono.

Como se observa en la Figura 4-36 estas comunidades se encuentran distribuidas a lo largo de todo el HU Laguna y Estero Catapilco, siendo el herbazal de *Sarcocornia neei*, el de más amplia distribución y el matorral de *Baccharis* sp, junto con las especies arbóreas esclerófilas, que se ubican, principalmente, desde el puente de la ruta F-30 hacia el límite este del área.

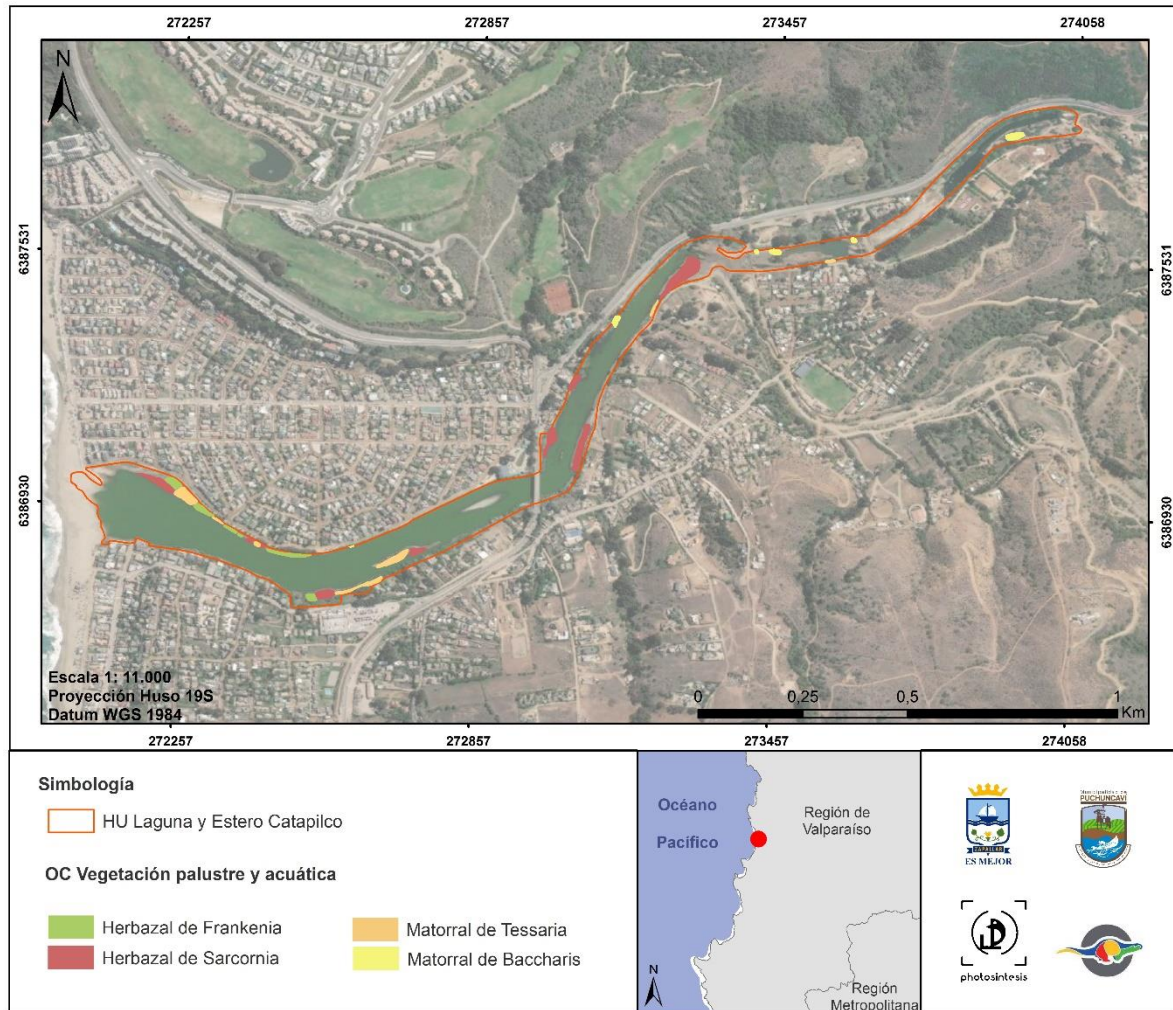


Figura 4-36. Mapa de distribución de comunidades vegetales nativas, que representan OC Vegetación palustre y acuática en el HU Laguna y Estero Catapilco.

Silva y Arancibia (2015) evaluaron la calidad del recurso hídrico en la cuenca del Estero Catapilco, utilizando el Índice de hábitat fluvial (IHF), Índice de calidad de bosque de ribera (QBR) y el Índice de Macrófitas.

- Índice de hábitat fluvial pretende valorar la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan (Smith & Smith, 2000). Incorpora como parámetros: 1) Inclusión de rápidos/pozas, frecuencia de rápidos; 2) composición del sustrato; 3) regímenes de velocidad/profundidad; 4) porcentaje de sombra del cauce; 5) elementos de heterogeneidad; y 6) cobertura de vegetación acuática.
- Índice QBR, es útil para evaluar estado y calidad de vegetación ribereña y se compone por cuatro factores fundamentales de los sistemas ribereños: 1) grado

de cobertura vegetal, 2) estructura de la vegetación, 3) calidad de la cubierta vegetal y 4) grado de naturalidad del canal fluvial.

- Índice de Macrófitas, índice aditivo que evalúa calidad de agua con respecto al contenido de nutrientes. Considera el valor indicador de los taxa, y recoge información semicuantitativa de la cobertura de cada grupo, considerando principalmente a los hidrófitos, pero incluyen a los helófitos en fase juvenil subacuática.

Como se observa en la Tabla 4-34, los índices indican que la calidad del agua del Estero Catapilco varía en las diferentes estaciones evaluadas, siendo los valores más bajos en la parte baja. Esta situación se debe a la alteración del ecosistema ribereño, que involucra la disminución del número de especies y el ingreso de especies introducidas. Esto incide directamente en el valor final de los índices, reflejando una disminución de la calidad de la vegetación principalmente en la parte baja del Estero Catapilco. Los puntos de muestreo asociado a la publicación de Arancibia se representan en la cartografía de la Figura 4-37

Tabla 4-34. Resultado de aplicación del índice QBR en cuenca del Estero Catapilco (Arancibia y Silva, 2015).

| Índice | Parte alta | | Parte media | | Parte baja | |
|------------|------------|-----------|-------------|---------|------------|--------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 |
| IHF | Regular | Regular | Mala | Regular | Regular | Mala |
| QBR | Buena | Mala | Pésima | Mala | Mala | Pésima |
| IM | Muy buena | Aceptable | Aceptable | Buena | Aceptable | Mala |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

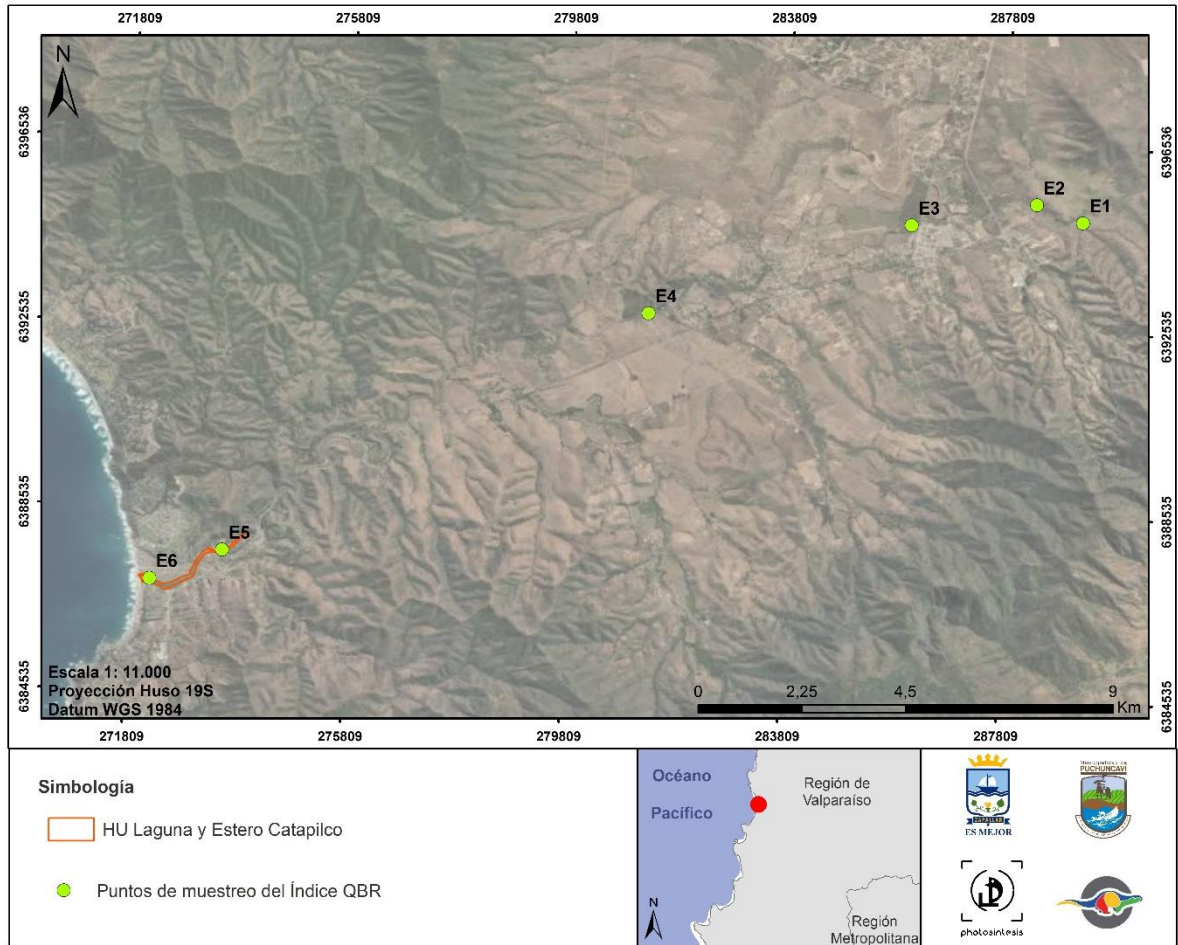


Figura 4-37. Puntos de muestreo de estudio realizado por Silva y Arancibia (2015), en parte alta, media y baja del Estero Catapilco

a) **Calificación de indicadores y estado actual de la Vegetación palustre y acuática**

Tabla 4-35. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Vegetación palustre y acuática.

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|-----------|---|--|----------------------------|------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Tamaño | Superficie vegetación ribereña - Tramo cubeta principal | Área de la vegetación ribereña (ha) | Disminuye 10% | Línea base | Aumenta 10% | Aumenta 30% | Por definir en 2023 |
| | Superficie vegetación ribereña - Tramo tributario principal | Área de la vegetación ribereña (ha) | Disminuye 10% | Línea base | Aumenta 10% | Aumenta 30% | Por definir en 2023 |
| Condición | Cobertura vegetación ribereña - Tramo cubeta principal | % de cobertura | <25% | 26-50% | 51-75% | >75% | Por definir en 2023 |
| | Cobertura vegetación ribereña - Tramo tributario principal | % de cobertura | <25% | 26-50% | 51-75% | >75% | Por definir en 2023 |
| | Composición vegetación palustre y acuática - Tramo cubeta principal | Nº especies acuáticas y palustres nativas/ Nº total especies palustres y acuáticas * 100 | <25% | 26-50% | 51-75% | >75% | 43% (9/21) |
| | Composición vegetación palustre y acuática - Tramo tributario principal | Nº especies acuáticas y palustres nativas/ Nº total especies palustres y acuáticas * 100 | <25% | 26-50% | 51-75% | >75% | 50% (10/20) |

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|-----------|---|--------------------------|----------------------------|---------|--------|-----------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Condición | Estructura vegetación ribereña - Tramo cubeta principal | Cobertura flora palustre | <25% | 25-49%- | 50-74% | >75% | Por definir en 2023 |
| | Estructura vegetación ribereña - Tramo tributario principal | Cobertura flora palustre | <25% | 25-49%- | 50-74% | >75% | Por definir en 2023 |

4.4.2.4 *Humedal y red hídrica*

El HU Laguna y Estero Catapilco, al igual que otros humedales brinda una serie de servicios ecosistémicos beneficiosos para el bienestar social, entre ellos los servicios de producción (de materias primas, recursos genéticos, recursos medicinales, recursos ornamentales), de regulación (hídrica, microclimática, retención y formación edáfica, buffer biológico), de información (estética, recreativa, turística, cultural, espiritual, histórica, científica y educacional) y de hábitat (alimento, refugio, agua y territorio para la reproducción), entre otros (Nahuelhual y Núñez 2011).

El Estero Catapilco es el principal curso de agua en extensión y caudal, naciendo en las cercanías de la localidad de Catapilco y que recibe el aporte acuífero de los Esteros La Canela, San Alfonso, Madre, Retamilla y El Blanquillo. En su sección de la desembocadura al mar se forma La Laguna, aguas que son represadas por la arena de la playa. Sin embargo, durante el invierno se controla la apertura de la barra para el control de inundaciones, abriéndola en casos de crecidas por precipitaciones. (PLADECO, 2019). En condiciones naturales, esta barra puede abrirse debido al aumento del caudal y marejadas.

De acuerdo con la disponibilidad del recurso hídrico, la DGA compatibiliza las exigencias legales con las características físicas de los acuíferos, para lo cual realiza estudios de situación de derechos provisionales y análisis de disponibilidad de aguas subterráneas de los acuíferos.

Considerando el estado actual del acuífero, según la Resolución N°20 respecto a la explotación del acuífero Catapilco, los subsectores Estero Catapilco y La Laguna se encuentran declarados como Zona de prohibición¹⁵, luego de concluir que los sectores acuíferos presentan una demanda de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas superior a la disponibilidad total factible de otorgar (DGA, 2019). Por su parte, el subsector Estero La Canela se mantiene como Área de restricción¹⁶ por la Resolución N°250 (DGA, 2011), como se observa en la (Figura 4-38).

¹⁵ La declaración de zona de prohibición es un mecanismo mediante el cual la DGA protege la sustentabilidad de un acuífero. Esta declaración, a diferencia del área de restricción, se produce cuando la disponibilidad del recurso hídrico se encuentra totalmente comprometida tanto en carácter de definitivo como provisional, por lo que no es posible constituir nuevos derechos de aprovechamiento (Fuente: dga.mop.gob.cl/limitacionrestriccionagua).

¹⁶ La declaración de área de restricción de aguas subterráneas es un instrumento utilizado por la DGA para proteger Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) donde exista grave riesgo de descenso en los niveles de agua con el consiguiente perjuicio a los derechos de terceros establecidos en él, o bien, cuando los informes técnicos emitidos por el Servicio demuestren que está en peligro la sustentabilidad del acuífero (Fuente: dga.mop.gob.cl/limitacionrestriccionagua).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

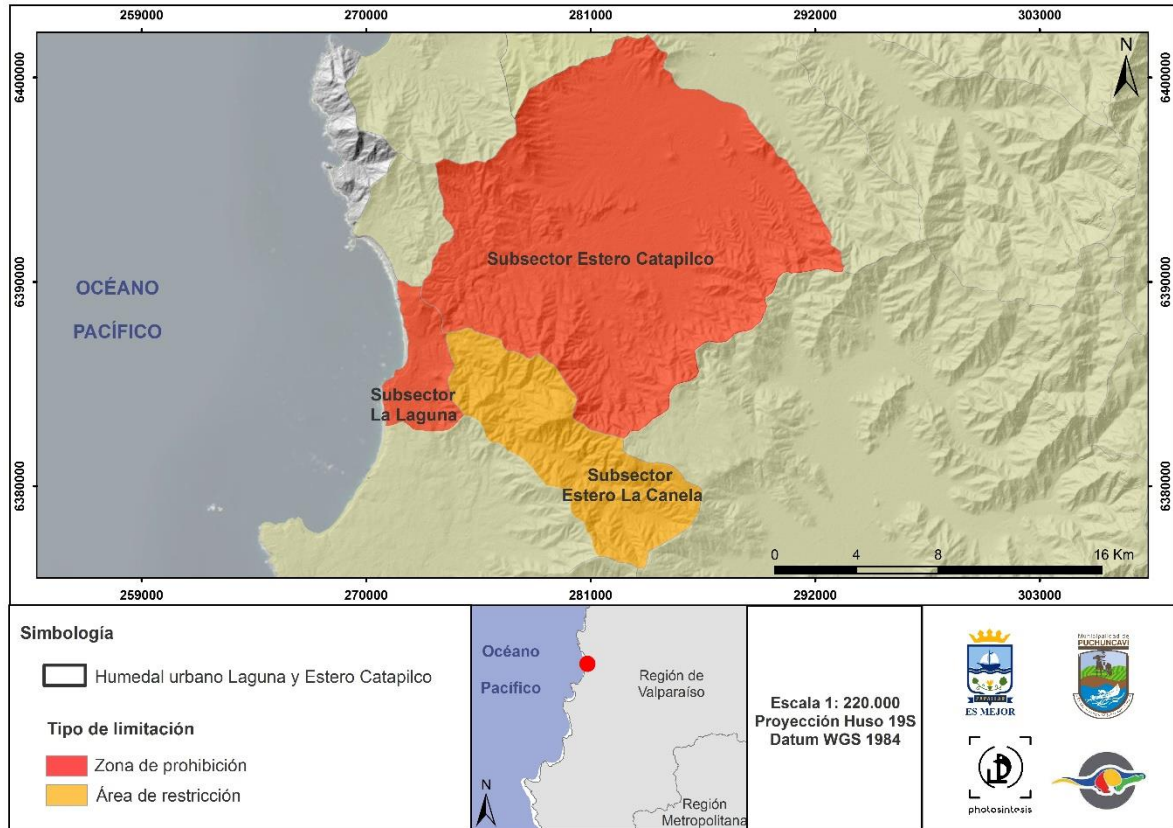


Figura 4-38. Zonas de prohibición y área de restricción del HU Laguna y Estero Catapilco (Res. DGA N°20, 2019).

Por otro lado, este OC también considera la protección de los peces nativos (fauna íctica) y macroinvertebrados bentónicos. En cuanto a la fauna íctica, en la Tabla siguiente se observan las especies de peces nativos que han sido descritas en el área. Sin embargo, en el monitoreo realizado por Photosintesis Consultores (2022) solo se registró la presencia de *Odontesthes brevianalis* (cauque del norte), que se encuentra en categoría Vulnerable.

La especie *O. brevianalis* corresponde a la especie endémica que presenta el mayor rango de distribución, siendo descrita desde La Serena (región de Coquimbo) hasta Chiloé (región de Los Lagos) (Campos et al. 1998, Vargas et al. 2002). El endemismo de esta especie se refiere a que se encuentra únicamente dentro de nuestro territorio nacional. *O. brevianalis* es una especie haloeurialina que habita en los tramos bajos y zonas estuarinas de ríos. De acuerdo con Fischer (1963) sus áreas de desove se encuentran en el área de afluencia límnic, mientras que juveniles y adultos habitan casi exclusivamente en aguas salobres.

Tabla 4-36. Especies de peces nativos registrados en el HU Laguna y Estero Catapilco (UMMZ, 1986; Zunino et al., 2009; Fotosíntesis Consultores, 2022).

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Origen | Categoría vigente | Documento de referencia |
|-------------------------|------------------------------------|------------------|--------|-------------------|--------------------------|
| Atherinopsidae | <i>Basilichthys microlepidotus</i> | Pejerrey chileno | E | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |
| Atherinopsidae | <i>Odontesthes brevianalis</i> | Cauque del norte | E | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |
| Atherinopsidae | <i>Odontesthes regia</i> | Pejerrey de mar | N | LC | DS 52/2014 MMA |
| Mugilidae | <i>Mugil cephalus</i> | Lisa | N | LC | DS 52/2014 MMA |
| Galaxiidae | <i>Galaxias maculatus</i> | Puye | N | VU | DS 19/2012 MMA |
| Trichomycteridae | <i>Trichomycterus aerolatus</i> | Bagrecito | N | VU | DS 51/2008 MINSEGPRES |

En cuanto a los macroinvertebrados bentónicos, en el área se describen sólo cuatro taxa, uno identificado a nivel de Clase que corresponde a Oligochaeta, y tres taxa de la Clase Insecta: Elmidae Indet., Cricotopus sp. y Smicridea sp.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

a) **Calificación de indicadores y estado actual del Humedal y red hídrica**

Tabla 4-37. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Humedal y red hídrica.

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|-----------|--|--|----------------------------|----------------|-----------------|--------------|---|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Tamaño | Profundidad de la columna de agua (m) | Altura de la columna de agua (m) | - | - | - | - | Por definir en 2024 |
| | Profundidad del nivel freático en zonas donde no hay espejo de agua permanente | Nivel freático (cm) | - | - | - | - | Por definir en 2024 |
| | Abundancia de peces nativos | Nº de individuos de peces nativos | <25 | 25-49 | 50-100 | >100 | 27 ejemplares de <i>Odontesthes brevianalis</i> |
| | Abundancia de macroinvertebrados | Promedio de individuos colectados por puntos (ind/m ²) | - | - | - | - | 6.395,3 (ind./m ²) |
| Condición | Riqueza de peces nativos | Número de especies de fauna íctica | ≤3 especies | 4 especies | 5 especies | 6 especies | 1 especie |
| | Riqueza macroinvertebrados acuáticos | Riqueza de taxa de macroinvertebrados | ≤4 especies | 5 a 7 especies | 8 a 10 especies | ≥11 especies | 4 especies |
| | Condición trófica | Transparencia (m) (Disco Secchi) | <1 | 1-2 | 2-3 | >4 | 0,5 (m) |
| | Eutroficación | Clorofila A | >25 | 9-25 | 3,5-9 | <3,5 | <200 (ug/L) |
| | Eutroficación | Fósforo total (ug/L) | >100 | 30-100 | 10-30 | <10 | 2.400 (ug/L) |

4.4.2.5 Paisaje

El paisaje del HU Laguna y Estero Catapilco, se caracteriza por ser un territorio sobresaliente dentro de la matriz urbana en la que se inserta, donde suceden interacciones entre los componentes abióticos, bióticos y culturales que le otorgan una belleza escénica que caracteriza al HU Laguna y Estero Catapilco.

Las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje del Humedal, y sus componentes, se centran en: las relaciones espaciales entre los elementos del paisaje o ecosistemas; los flujos de energía, nutrientes, minerales y especies entre los elementos; y la dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo (Romero, 2018).

Los ecosistemas de agua dulce son íntegramente influenciados por la matriz terrestre en la que se encuentran inmersos (Habit et al., 2019). En el HU Laguna y Estero Catapilco, los componentes del paisaje del área han sufrido transformaciones a través del tiempo por la intervención humana y eventos naturales, otorgando una imagen dinámica al paisaje temporal y espacialmente (Figura 4-39).



3)



4)



Figura 4-39. Fotografías históricas de localidad de La Laguna, año 1957 (1), 1974 (2), 1993 (3) y 2001 (4). Fuente: Rafael Finch.

El paisaje del HU Laguna y Estero Catapilco, se caracteriza por ser un territorio sobresaliente dentro de la matriz urbana en la que se inserta en el sector entre Laguna de Zapallar y Maitencillo, donde suceden interacciones entre los componentes abióticos, bióticos y culturales que le otorgan una belleza escénica que caracteriza el área. En este sector el entorno se encuentra dominado por una mezcla de usos residenciales, comerciales, turísticos, industriales, y sistemas de transporte y servicios. Entre las edificaciones se pueden encontrar espacios verdes y plazas, que brindan oportunidades para la diversión y el turismo cultural/urbano (Figura 4-40).

En el sector del Estero Catapilco, asociado a las localidades de Población Estadio y Laguna de Puchuncaví, el área se encuentra rodeada por laderas y quebradas con bosque y matorral nativo, que aportan al funcionamiento y conectividad del Estero Catapilco. El desarrollo urbano ha sido, principalmente, en la ribera sur del Estero Catapilco, existiendo un desarrollo inmobiliario reciente en las laderas, por lo que el bajo nivel de intervención otorgan un mayor grado de naturalidad al paisaje en este tramo del HU (Figura 4-41).

La cercanía con la matriz urbana ha afectado significativamente la integridad del Humedal en cuanto a sus procesos ecológicos y cobertura vegetal, además de presentar diversos caminos y/o senderos de acceso peatonal y vehicular no regulados que alteran el cauce del Estero Catapilco.



Figura 4-40. Vista aérea del HU Laguna y Estero Catapilco hacia el oeste, observándose localidades de La Laguna de Zapallar y Maitencillo. Fuente: Suroeste films



Figura 4-41. Vista aérea del HU Laguna y Estero Catapilco hacia el este, observándose Población Estadio y parte de La Laguna de Puchuncaví. Fuente: Suroeste films

a) **Calificación de indicadores y estado actual del Paisaje**

Tabla 4-38. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Paisaje

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|------------------|----------------|---|----------------------------|---------|-------|-----------|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Condición física | Paisaje visual | Atributos de dimensión visual y emotiva | - | - | - | - | Por definir en 2024 |
| | Paisaje sonoro | Atributos del paisaje sonoro | - | - | - | - | Por definir en 2025 |

4.4.2.6 Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza

En los talleres participativos se identificó que para la comunidad de las localidades de La Laguna y Maitencillo, este lugar es de gran relevancia en su vida cotidiana, siendo un lugar de encuentro y de paseo para las familias que habitan tanto durante todo el año, como para los visitantes estivales.

Esta contribución que realiza el HU Laguna y Estero Catapilco al bienestar de los usuarios del área, se ha identificado como un servicio ecosistémico que denominamos “Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza”. La definición de servicios ecosistémicos (SSEE) que promueve el MMA corresponde a la utilizada por TEEB (2014) y otros autores, quienes conciben los SSEE. como la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”.

La oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza es un servicio ecosistémico de tipo cultural que se define como las contribuciones no materiales obtenidos de los ecosistemas naturales que afectan el estado físico y mental de las personas (Haines-Young y Potschin, 2018). Estos contribuyen al mantenimiento de la vida humana al proponer oportunidades de salud, crecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación, identidad cultural y experiencias estéticas (Camacho y Luna, 2012; Milcu et al., 2013).

El HU Laguna y Estero Catapilco posibilita que se desarrollen actividades de recreación y turismo a través del avistamiento de aves, paisajismo, caminatas, contribuyendo al conocimiento y al compromiso personal, comunitario o institucional para proteger la biodiversidad.

A su vez, esto coincide con su declaración como “Sitio para desarrollar Educación Ambiental y Concienciación, en la Eco región de Aguas Continentales” de acuerdo con la Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad biológica de la Región de Valparaíso, la cual estableció cinco sitios prioritarios en la comuna de Zapallar, de los cuales cuatro se encuentran al interior de la cuenca del Estero Catapilco (MMA, 2021).

Este objeto se relaciona íntimamente con la conservación de la salud de este ecosistema y los valores ambientales en él presentes, y a la vez contribuye a las acciones de conservación sobre el área, debido a que el encuentro y vinculación con la naturaleza plantean oportunidades de sensibilización de las personas sobre el cuidado de la naturaleza y las acciones que reportan amenazas para los OC identificados.

La vinculación de las personas con la naturaleza se puede asociar al menos a dos de las cinco dimensiones de bienestar humano identificadas por la Evaluación de los

Ecosistemas del Milenio, específicamente a las dimensiones de salud (dimensión que hace alusión a habitar un medio ambiente sano) y seguridad (dimensión que refiere en parte al acceso seguro a la naturaleza y los recursos naturales, así como al resguardo ante eventuales desastres ambientales o socio-ambientales). Esto no quita la posibilidad de hacer extensivos los alcances de estas características a otras dimensiones del bienestar humano, como son las condiciones materiales necesarias para una buena calidad de vida, o las buenas relaciones sociales, en tanto la vinculación con la naturaleza y su cuidado propician la cohesión social y el mutuo respeto entre grupos humanos (CMP, 2013).

La importancia de la naturaleza sobre el bienestar humano ha sido reconocida también a nivel nacional, en particular en la Encuesta de Bienestar Social (EBS) desarrollada por la Subsecretaría de Evaluación Social (SES) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia desde el año 2019 y aplicada por primera vez el primer semestre del 2021. Dicho instrumento surge de la necesidad de contar con un instrumento que permitiese, en conjunto con la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), contar con un diagnóstico completo y acabado del bienestar de la población del país. Para la evaluación del bienestar social se definieron 11 dimensiones: Trabajo; Ingresos; Educación; Balance vida y trabajo; Salud física y mental; Relaciones sociales; Compromiso cívico y gobernanza; Calidad del medio ambiente; Vivienda; Seguridad personal; y Bienestar subjetivo (Subsecretaría de Evaluación Social, 2021).

a) **Calificación de indicadores y estado actual de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza**

Tabla 4-39. Matriz de análisis de calificación de indicadores y estado actual del OC Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza.

| Categoría | Atributo o clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|----------------------|--------------------|--|------------------------------------|---|---|-------------------------------|--|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| Funcionalidad | Entorno de gestión | Accesibilidad para la visitación | 1 tramo con acceso universal | 2 tramos con acceso universal | 3 tramos con acceso universal | 4 tramos con acceso universal | No existe acceso universal |
| | | Señalética | 1 señalética multisensorial | 2 señalética multisensorial | 3 señalética multisensorial | 4 señalética multisensorial | No existe señalética multisensorial |
| | | Infraestructura para contemplación/observación | 1 infraestructura | 2 infraestructuras | 3 infraestructuras | 4 infraestructuras | No existe infraestructura para contemplación/observación |
| | | Rutas y senderos | 1 tramo con rutas y senderos | 2 tramos con rutas y senderos | 3 tramos con rutas y senderos | 4 tramos con rutas y senderos | 1 tramo con ruta y sendero (Laguna de Zapallar) |
| | | Presencia de guardaparques | Guardaparque solo en época estival | Guardaparque en época estival, vacaciones de invierno | Guardaparque en época estival, vacaciones de invierno y | Guardaparque todo el año | Guardaparque en época estival, vacaciones de invierno y |

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

| Categoría | Atributo clave | Indicador | Calificación del indicador | | | | Estado actual del indicador |
|----------------------|--------------------|---|----------------------------|---|--------------------------------|--|-----------------------------|
| | | | Pobre | Regular | Bueno | Muy bueno | |
| | Entorno de gestión | | | | fin de semana | | fin de semana |
| | | Presencia digital en plataformas | Redes sociales | Plataforma digital como vía de comunicación | Plataforma digital interactiva | Plataformas y apps que permiten recorrer el área de manera virtual | No existe presencia digital |
| Funcionalidad | Entorno social | Nº de encuentros locales/año | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 10 |
| | | Nº de actividades de interpretación ambiental con comunidad local / año | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | Por definir en 2023 |
| | | Nº de actividades turísticas con visitantes estivales/ temporada estival | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | Por definir en 2023 |
| | | Nº de visitantes en temporada alta | - | - | - | - | Por definir en 2023 |
| | | Nº de visitas de equipo de implementación a instancias sociales locales / año | 1 | 2 | 3 | 4 | Por definir en 2023 |

4.5 Determinar y analizar las amenazas y factores contribuyentes del HU Laguna y Estero Catapilco

4.5.1 Identificación de amenazas directas

Las amenazas directas se definen como actividades o procesos presentes o futuros que afectar a los Objetos de Conservación (CONAF 2017). Estas se determinaron a partir de la realización de talleres virtuales con actores relevantes como profesionales de los municipios y de servicios públicos y también talleres participativos presenciales con la comunidad local, y luego validado en las reuniones de equipo núcleo.

A partir del proceso participativo desarrollado y del análisis posterior se identificaron 12 amenazas directas a los OC del HU Laguna y Estero Catapilco, las cuales se muestran en la Figura 4-42. Además, en la Figura 4-43 se observa la distribución espacial de las amenazas asociadas al área.



Figura 4-42. Amenazas directas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco Plan de Gestión Integral

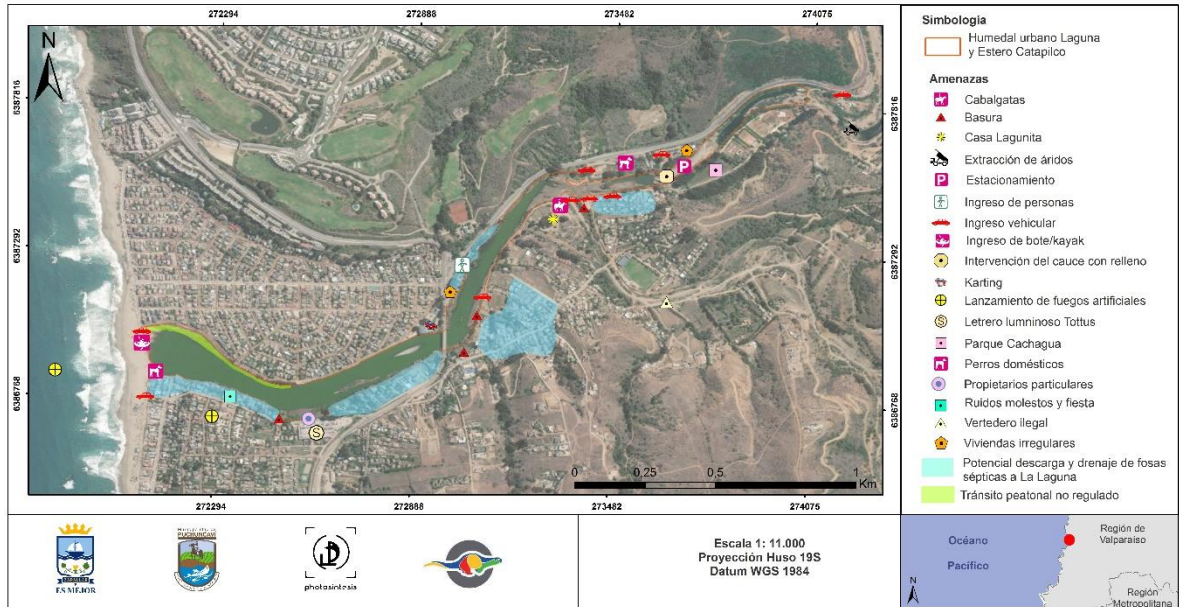


Figura 4-43. Distribución espacial de amenazas identificadas en el HU Estero y Laguna Catapilco.

4.5.2 Descripción de amenazas directas

4.5.2.1 *Relleno y modificación del cauce*

La falta de planificación territorial y la ausencia de accesos desde la ruta E-46 hacia Población Estadio, Laguna de Puchuncaví, Parque Cachagua y otros condominios del sector, ha provocado que el tránsito vehicular regular se realice por el cauce del Estero Catapilco y Estero La Canela. Para solucionar el acceso, se ha realizado un relleno para el paso vehicular, lo que modifica el cauce de ambos esteros.

En 2019 la Fundación Kennedy realizó una denuncia ante la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), mediante Resolución exenta N° 1475, debido a que la empresa turística Parque Cachagua SpA, construyó un terraplén sobre el lecho del Estero Catapilco con relleno, piedras, escombros y ripio, para facilitar el ingreso de vehículos, sin embargo, este cruce no tenía condiciones seguras para su tránsito. Además, no contaba con estructura u obras de canalización debajo que permitieran el paso del agua o su continuidad hacia la desembocadura. La ubicación es en el kilómetro 18 de la ruta E-46, a aproximadamente 800 metros de la intersección con la ruta F-30 (SMA, 2021).

La denuncia de la Fundación Kennedy describe que Parque Cachagua presentó un proyecto denominado "Atraveso vehicular en estero Catapilco", el cual fue aprobado por la DGA Res. Ex. DGA N°1617 del 29 de octubre de 2019. El proyecto proponía la materialización de un vado por el lecho del estero, lo que implicaría la limpieza del lecho del estero donde se materializaría el cruce, perfilando el fondo del cauce de modo de recuperar su sección original, la cual no existía al momento de la denuncia, debido a que el terraplén existente en el lugar impedía el flujo del agua. Una vez recuperada la cota, se ejecutaría un badén de escurrimiento permanente de 1,5, de altura, 6m de ancho superior y 9m de ancho inferior, bajo el cual se instalarán 29 tuberías de 1m de diámetro que permitirán el escurrimiento libre de las aguas bajo la calzada. Este proyecto no ha sido ejecutado a la fecha.

Este tipo de rellenos altera el curso del agua debido a la fragmentación del hábitat fluvial del Humedal, lo que podría aislar especies vinculadas al ambiente ribereño y al corredor biológico. El tránsito vehicular también provoca perturbación del lecho de los esteros. Además, aumenta los riesgos, impactos y vulnerabilidad de los habitantes aledaños, al disminuir los servicios ecosistémicos relacionados al control de inundaciones y al drenaje natural de los suelos antes eventos extremos e inundaciones (SMA, 2019).

Por otro lado, asociado al desarrollo inmobiliario que se realiza en la ribera del Estero Catapilco, los propietarios han dispuesto escombros y relleno el lecho, lo que ha cambiado el límite y disminuido el ancho original del cauce, lo que genera impactos en la depositación de sedimentos y aumento de riesgo de desastres naturales.

Actualmente, las municipalidades cuentan con escasa capacidad e instrumentos para la protección del HU, escasa comunicación y coordinación con servicios e instituciones con atribuciones en el área y sin protocolos de denuncias. Esto genera una respuesta lenta por parte de las instituciones con atribuciones de fiscalización, por lo que no se registran multas ni sanciones por el relleno y modificación del cauce.

En la Figura 4-44, se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

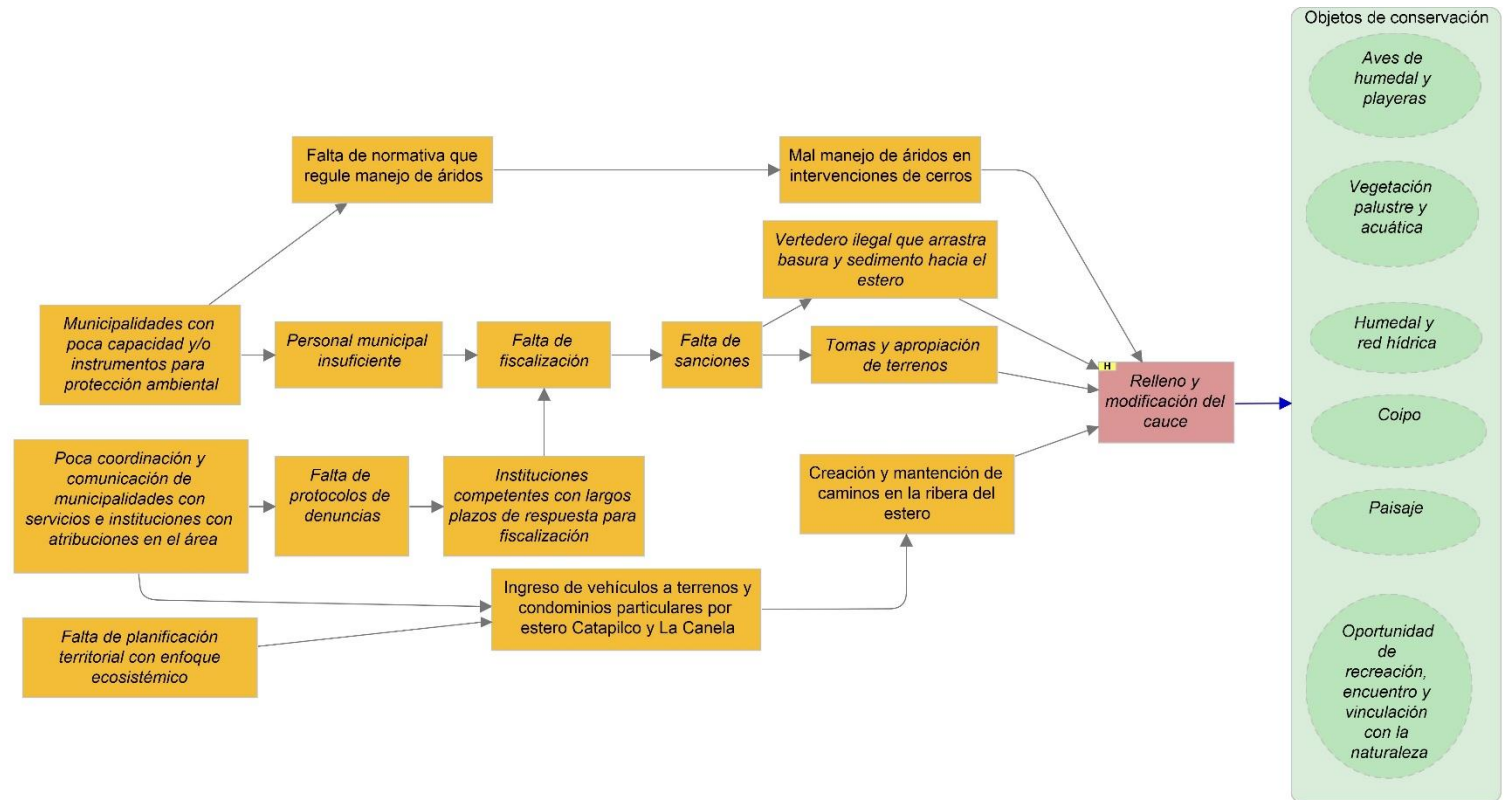


Figura 4-44. Modelo conceptual de la amenaza "Relleno y modificación del cauce".

4.5.2.2 *Microbasurales y residuos sólidos*

En el proceso participativo, y campañas de terreno realizadas en el área se identificaron sectores donde se forman microbasurales y un vertedero ilegal en el Estero La Canela. En la ribera del HU existen residuos sólidos dispersos en toda el área. Esto se relaciona con una falta de educación ambiental y por ser zonas poco controladas, generando focos de acumulación de residuos, aumento en la ocurrencia de roedores y mayor riesgo de incendios.

La comunidad local de la comuna de Puchuncaví y Zapallar reconoce que existen problemas en la gestión de residuos, debido a la presencia de basura en sectores especialmente rurales, que no tienen cobertura de servicios de recolección, acumulándose residuos en la calle, quebradas, en sitios eriazos y lecho del río. Tanto en el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Puchuncaví, como en el PLADECO de Zapallar, se reconoce la necesidad de la culturización de gestión de los desechos y contar con los conocimientos necesarios para aportar en la planificación y operación municipal (PRAS, 2017; PLADECO, 2019).



Figura 4-45. Foco de acumulación de basura identificado en el Estero Catapilco.

Entre los principales impactos ambientales debido a la inadecuada disposición de los residuos se pueden señalar: afectación de la calidad del agua y alteración de las características hidráulicas, tanto superficiales como subterráneas; alteración de la cantidad de biomasa, del tipo de vegetación y fauna; alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos (contaminación por presencia de aceites, grasas,

metales pesados y ácidos, entre otros residuos, y activación del proceso erosivo por cambios de topografía); emisiones atmosféricas de dioxinas y furanos, sulfuros de hidrógeno, entre otros; emisión de gases de efecto invernadero, como metano y dióxido de carbono, fruto de los procesos de degradación anaeróbica, enfermedades provocadas por vectores sanitarios, etc. (PRAS, 2017).

Otros problemas que se asocian a la acumulación de residuos sólidos y formación de microbasurales en el área son la afectación del paisaje y la atracción de perros y gatos, que acentúan el riesgo de depredación a las aves y coipos que habitan en el Humedal.

Los factores contribuyentes de esta amenaza es que las municipalidades cuentan con escasa capacidad y/o instrumentos de protección para el HU, personal insuficiente para fiscalización, ausencia de sanciones, escasa coordinación entre municipales y comunicación con instituciones con atribuciones fiscalizadoras. Además, la falta de educación ambiental de la comunidad local y visitantes estivales, contribuyen a la generación de focos de basura alrededor del Humedal.

Actualmente, los lugares de acopio de material voluminoso y leñoso, y la infraestructura para la gestión para disposición de residuos, son insuficientes en ambas comunas. Por otro lado, existen altos precios para la disposición de residuos en lugares habilitados, lo que aumenta las condiciones para que esta amenaza siga ocurriendo.

En la Figura 4-46, se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

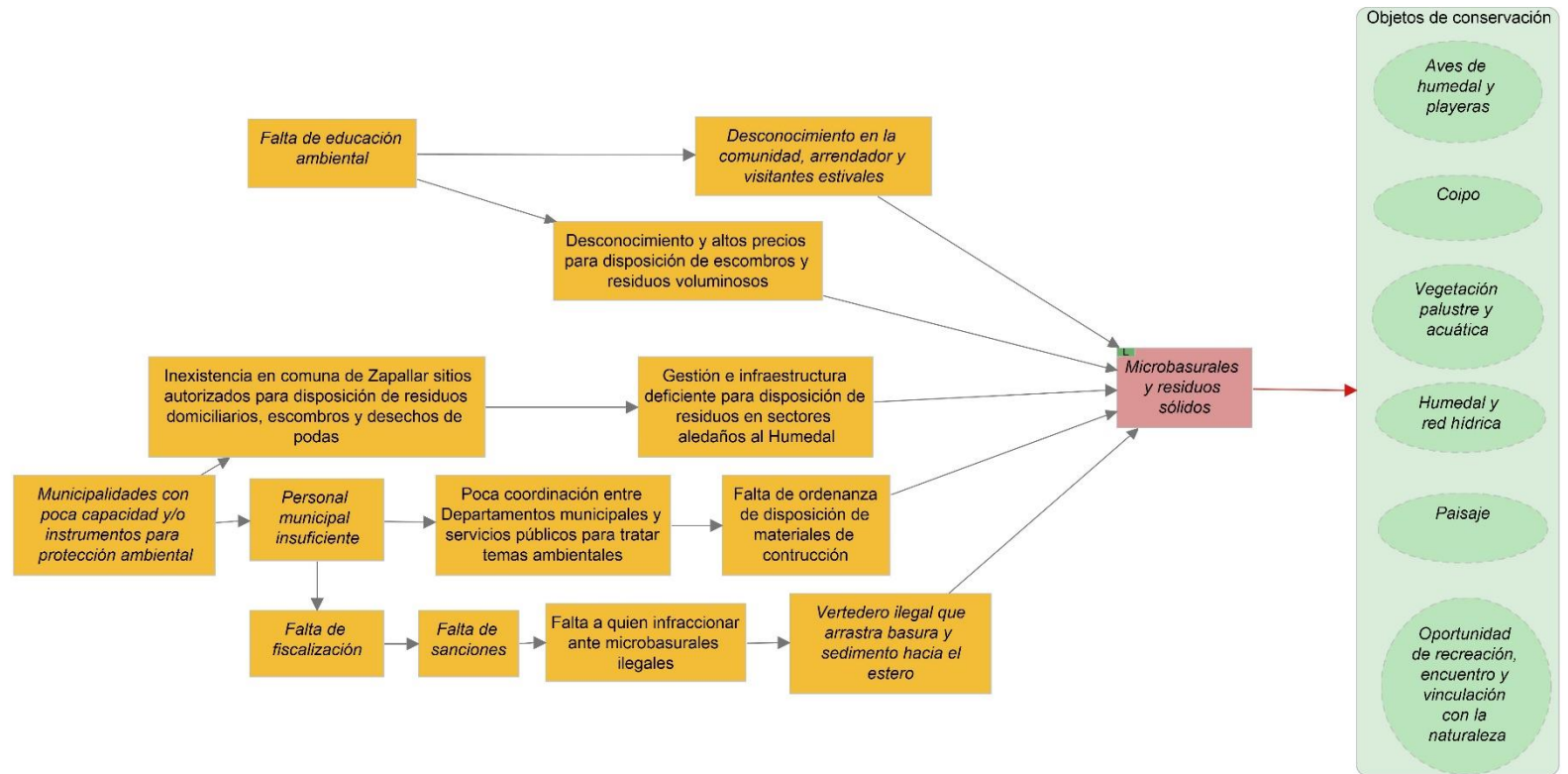


Figura 4-46. Modelo conceptual de la amenaza "Microbasurales y residuos sólidos".

4.5.2.3 Contaminación del aire

Los factores que contribuyen a esta amenaza, disminuyendo la calidad del aire son: material particulado por tránsito de vehículos en caminos de tierra, movimiento de material de construcción de empresas, y el uso de artefactos de calefacción contaminante en invierno. Por otra parte, existe una falta de conocimiento sobre los efectos que generan los contaminantes del Complejo Industrial sobre los OC del HU, por bioacumulación y bioconcentración de metales pesados en los tejidos vegetales, y por obturación de estomas y reducción de fotosíntesis debido al material particulado en el aire (Prendéz y Calderón, 2013).

La instalación de la fundición y refinería Las Ventanas de ENAMI vuelven a Quintero y Ventana como localidades industriales en el PRI de Valparaíso en 1964 (Correa et al., 2014; Benavides, 2016), generando un deterioro ambiental. Durante los últimos años, los habitantes de Puchuncaví han vivido eventos contaminantes como derrames de hidrocarburos, descargas de carbón en la playa e intoxicaciones masivas de estudiantes de la escuela La Greda la cual fue relocalizada (Arenas-Martija, sf).

Sin embargo, de acuerdo al PLADECO (2019) de Zapallar, la comuna no cuenta con estaciones de monitoreo, como tampoco con tomas de muestras o alguna acción conducente a estudiar el estado actual del aire y sus alrededores inmediatos.

En el 2019 entró en vigencia el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférico (PPDA) en Puchuncaví, cuyo objetivo es cumplir las normas de calidad del aire en la zona, en un plazo máximo de cinco años desde su publicación. Con esto nace la Red Concón-Quintero-Puchuncaví que consiste en una plataforma web que permite conocer el estado de la calidad del aire de la zona en tiempo real. Sus datos son obtenidos a partir de 13 estaciones de monitoreo de calidad del aire, las cuales desde septiembre de 2018 pasaron a la supervisión del MMA.

Para actualizar la red de monitoreo, en febrero del 2021 se promulgó la Resolución Exenta N°80 que establece el rediseño y modernización de la red de monitoreo de calidad del aire de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

Como ejemplo, en la Figura 4-47, se muestran los niveles de concentración del material particulado ($MP_{2,5}$), dióxido de azufre (SO_2) y ozono (O_3) en tiempo real, disponibles en la plataforma¹⁷.

¹⁷ Revisado en día 8 de febrero 2022 en la plataforma <https://airecqp.mma.gob.cl/>

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

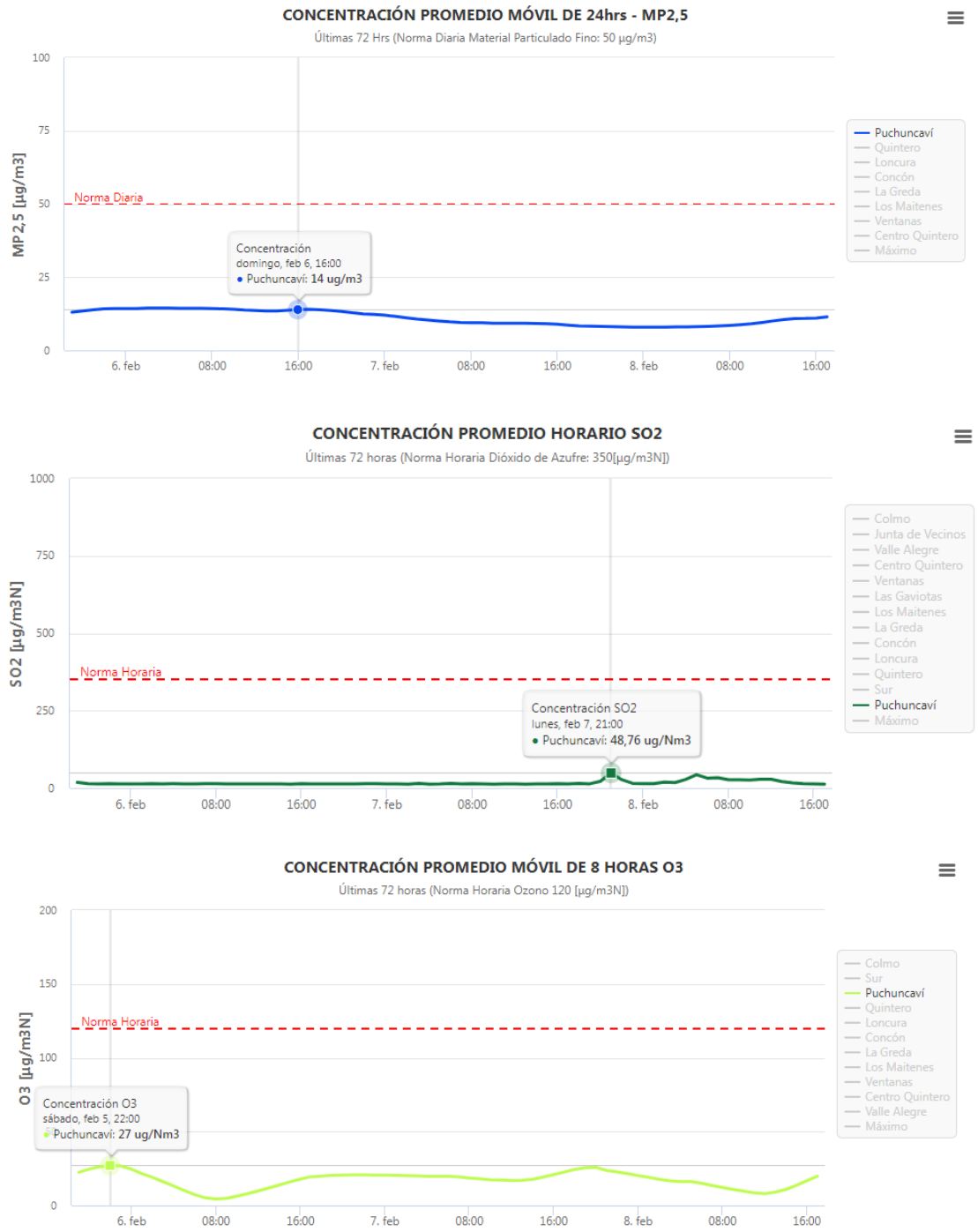


Figura 4-47. Registro en tiempo real de las concentraciones del material particulado (MP_{2,5}), dióxido de azufre (SO₂) y ozono (O₃)

En la Figura 4-48 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

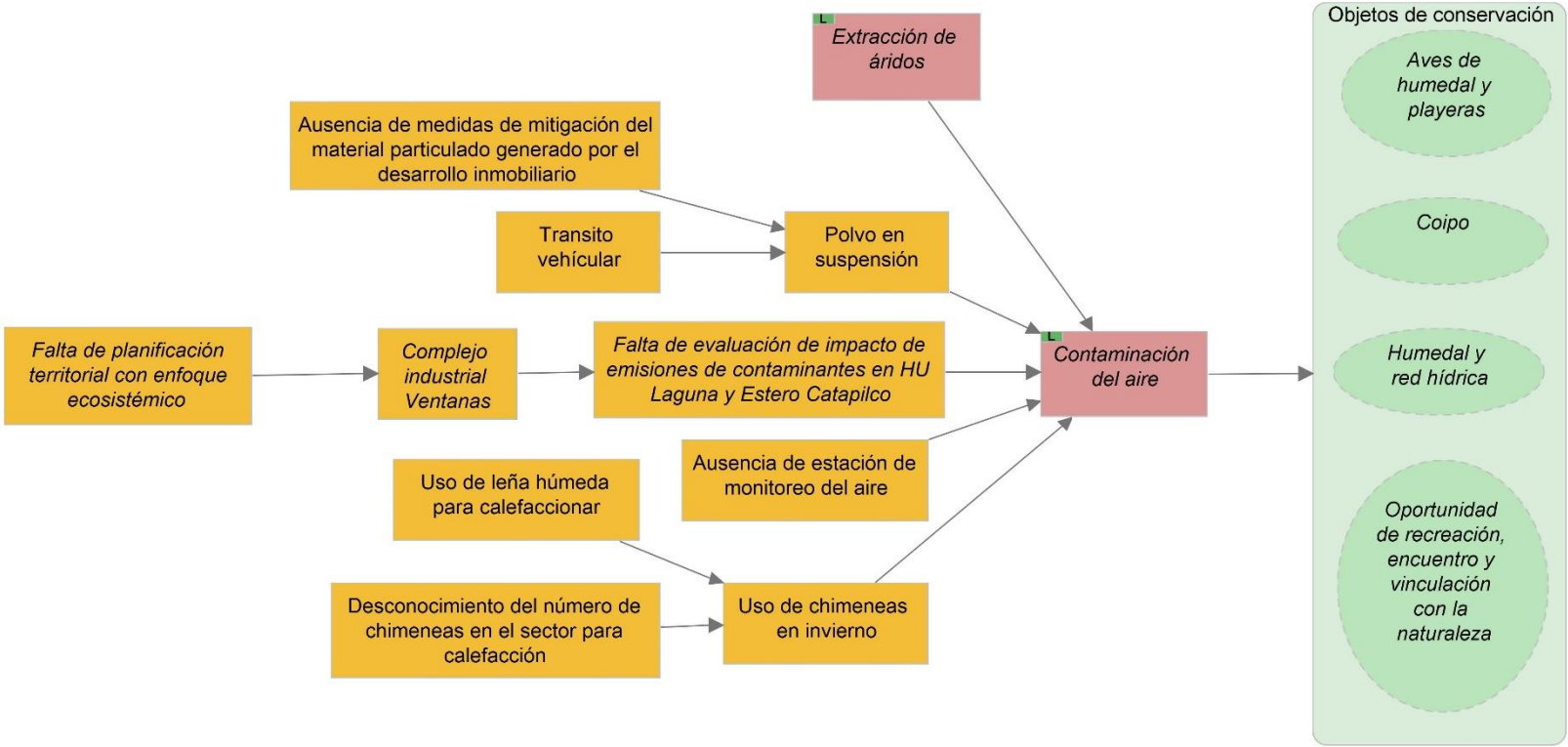


Figura 4-48. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación del aire".

4.5.2.4 *Contaminación de agua y suelo*

La contaminación de agua y suelo en el HU Laguna y Estero Catapilco, se refiere a la contaminación química, microbiológica y de metales pesados que afecta a los objetos de conservación y el bienestar humano de las comunidades que interactúan con éste.

El origen de la contaminación de agua y suelo en el HU Laguna y Estero Catapilco, proviene de diversas fuentes (Figura 4-49):

- Descarga de aguas residuales domésticas, que drenan o se infiltran hacia el acuífero del Humedal desde el alcantarillado o fosas sépticas.
- Viviendas irregulares presentes en la ribera norte del humedal.
- Focos de basura identificados en el estero La Canela que aportan a la contaminación del suelo y agua mediante su acumulación y desprendimiento de lixiviado (subproducto en forma de líquido con altas concentraciones de ácidos orgánicos y materia disuelta en forma de sólidos), lo que contribuye a la contaminación del cauce y agua subterránea (Corena, 2008).
- Sectores donde se acumulan fecas de caballos que se alimentan y son arrendados para paseo en el sector de Estero Catapilco.
- Eventos esporádicos de desborde de aguas servidas a partir de una Planta Elevadora de Aguas Servidas (PEAS) de la empresa ESVAL.
- Metales pesados y material particulado proveniente de emisiones del Complejo Industrial Ventanas.

La contaminación química, corresponde principalmente a contaminantes emergentes (pesticidas, productos farmacéuticos, disruptores endocrinos, productos para el cuidado personal y otros), lixiviados, detergentes asociados a la limpieza de camiones en el Tottus, y aceites y productos derivados del petróleo. Estos contaminantes están presentes en muchos ambientes marinos, especialmente en áreas costeras y estuarinas, lo que representa un riesgo potencial para la vida silvestre y la salud humana, y para las actividades como la pesca, acuicultura y actividades recreativas.

A modo general, entre los efectos más importantes de la contaminación química del agua destacan la acción tóxica y cancerígena, la incidencia sobre la producción de alimento, la limitación del uso del agua con fines recreativos, consumo de microplásticos por parte de organismos acuáticos, entre otros (Barceló & López, 2008; Gil et al., 2012; Álvarez et al., 2016; Baz, 2019).

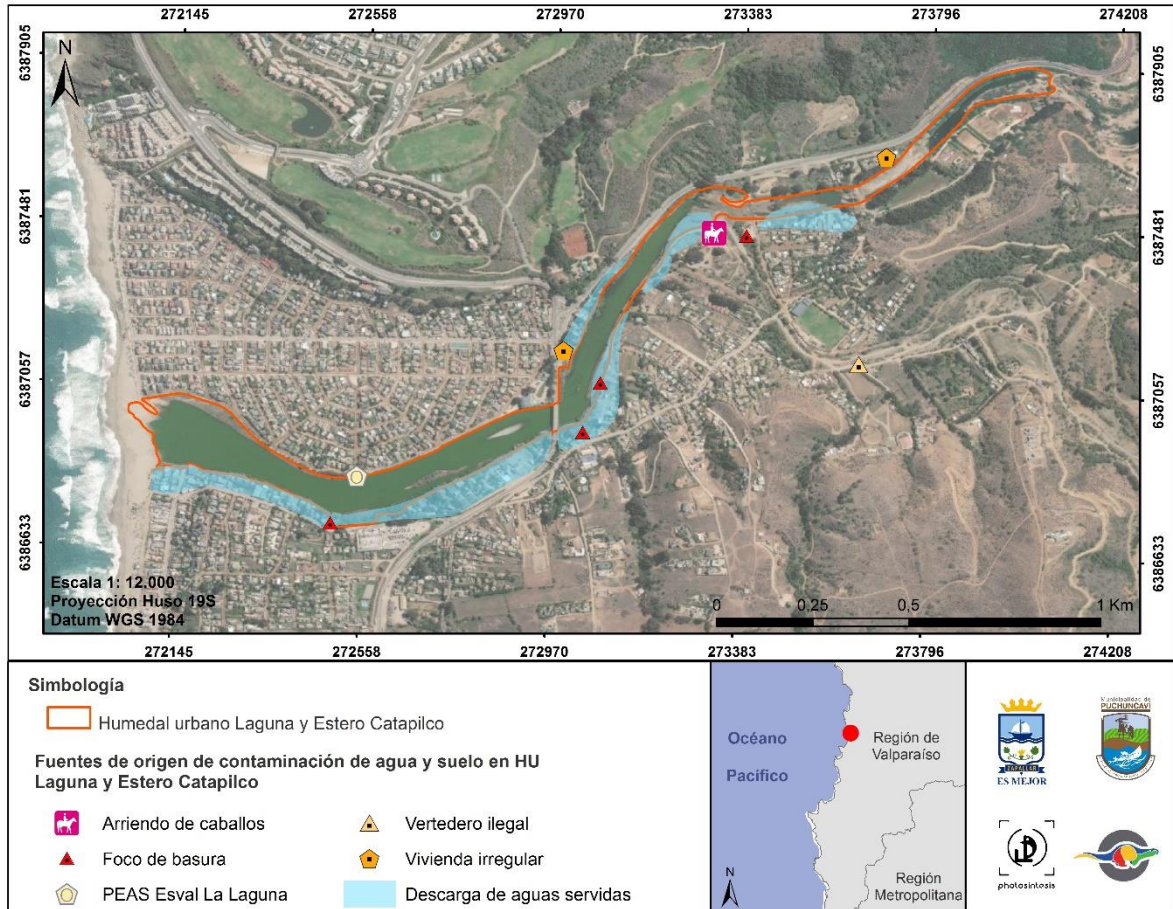


Figura 4-49. Fuentes de origen de contaminación de agua y suelo en HU Laguna y Estero Catapilco.

Por su parte, la contaminación microbiológica se refiere a la introducción de microorganismos patógenos, tales como bacterias, protozoos o virus, que afectan la calidad del agua y al medio ambiente acuático (Páll et al., 2013; Jung et al., 2014). En este aspecto, los patógenos humanos y animales de origen entérico se consideran importantes contaminantes del medio ambiente, con transmisión a través del suelo, agricultura, agua y sedimentos (Bonetta et al., 2011).

Por otro lado, la condición trófica que se evidenció en el monitoreo realizado por Photosintesis Consultores (2022) sugiere un estado hipereutrófico, evidenciado por las altas concentraciones de fósforo (2.400 ug/L) y la baja transparencia del disco Secchi (0,5 m), lo que se asocia a un aumento en la proliferación de cianobacterias (Tabla 4-25).

Con respecto a metales pesados, los procesos productivos de empresas destinadas a la generación de energía, fundición y refinación de minerales del Complejo industrial Ventanas, generan emisión de gases y material particulado a la atmósfera, los que contienen metales pesados que eventualmente se depositan en los suelos.

En cuanto a resultados de investigaciones sobre contaminación de agua en el área, la concentración de metales en el Estero Catapilco, indica que son menores a las concentraciones máximas permitidas para elementos químicos en agua para riego según la norma Chilena Oficial NCh1333 (Tabla 4-40). Las estaciones E5 y E6, que se encuentran dentro del polígono protegido como HU (Silvia y Arancibia, 2015).

Tabla 4-40. Concentraciones de metales ($\mu\text{g L}^{-1}$) en las estaciones de muestreo de Silva y Arancibia (2015) en el estero Catapilco.

| Estación | As | Al | Cd | Cr | Cu | Fe | Mn | Ni | Pb | Zn |
|--------------|-------------------|-------|-----------------|-------------------|----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|--------|
| E1 | 0,74 ± 0,06 | <LC | 3,5 ± 0,3 | 3,86 ± 0,02 | 3,83 ± 0,02 | 2,5 ± 0,2 | 2,36 ± 0,06 | 4,0 ± 0,5 | 13,0 ± 0,1 | 7 ± 1 |
| E2 | 0,29 ± 0,04 | <LC | 3,9 ± 0,1 | 3,7 ± 0,4 | 3,6 ± 0,2 | 2,2 ± 0,1 | 11 ± 1 | 4,1 ± 0,01 | 12 ± 1 | 11 ± 1 |
| E4 | 0,50 ± 0,01 | 4 ± 1 | 3,7 ± 0,1 | 4,1 ±0,2 | 6 ± 1 | 571 ± 2 | 256 ± 1 | 5,0 ± 0,6 | 12,4 ± 0,2 | 39 ± 2 |
| E5 | 0,27 ± 0,01 | <LC | 3,9 ± 0,1 | 3,6 ± 0,2 | 4,2 ± 0,1 | 10 ± 2 | 76,5 ± 0,4 | 3,0 ± 0,7 | 12 ± 1 | 26 ± 1 |
| E6 | 2,6 ± 0,5 | <LC | 4,6 ± 0,1 | 3,9 ± 0,2 | 5,6 ± 0,6 | 8 ± 1 | 8,4 ± 0,1 | <LC | 13,4 ± 0,6 | 20 ± 1 |
| NCh 1333* | 100 | 5.000 | 10 | 100 | 200 | 5.000 | 200 | 200 | 5.000 | 2.000 |

*: Concentraciones máximas en agua de riego según NCh 1333 ($\mu\text{g L}^{-1}$).

Fuente: Elaboración propia.

A su vez, los datos obtenidos por los autores en cuanto a los nutrientes sugieren influencia de las actividades antrópicas en el curso del Estero Catapilco, lo cual es inferido por la importante variación entre las estaciones de muestreo (Tabla 4-41).

Tabla 4-41. Parámetros químicos en las estaciones de muestreo de Silva y Arancibia (2015) en el estero Catapilco.

| Estación | Dureza (mg CaCO ₃ /L) | Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L) | Nitratos (mg NO ₃ -/L) | Sulfatos (mg/L SO ₄ -2) | DQO (mg/L O ₂) |
|----------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| E1 | 231 ± 4 | 182,2 ± 0,8 (0,4) | 0,39 ± 0 (0) | 25,4 ± 0,1 (0,4) | 10,8 ± 0,3 (3) |
| E2 | 248 ± 1 | 167,3 ± 0,8 (0,5) | 0,373 ± 0,003 (0,7) | 42 ± 4 (9) | 6,0 ± 0,8 (12) |
| E4 | 482 ± 5 | 52,4 ± 0,4 (0,8) | 0,918 ± 0 (0) | 498 ± 36 (7) | 93 ± 7 (7) |
| E5 | 599 ± 1 | 94 ± 0 (0) | 0,311 ± 0,003 (0,9) | 325 ± 6 (2) | 8,9 ± 0,1 (2) |
| E6 | 3.154 ± 27 | 131,5 ± 0,4 (0,3) | 0,64 ± 0,002 (3) | 1.248 ± 13 (1) | 62 ± 2 (4) |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al “Muestreo de suelos para las comunas de Quintero y Puchuncaví, Región de Valparaíso” llevado a cabo por el MMA y PGS SPA (2015), donde se evaluaron 13 elementos en los suelos de distintas zonas de estudio, se infiere que en general las concentraciones actuales son mayores en el área de estudio a las concentraciones naturales de cadmio (Cd), antimonio (Sb), plomo (Pb), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), vanadio (V), manganeso (Mn), hierro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), zinc (Zn), arsénico (As) y selenio (Se). En el estudio, se indica que los elementos Cu y As se encuentran o presentan concentraciones anormalmente altas asociadas a actividad antrópica.

Así mismo, el “Informe técnico sobre exposición a metales pesados en suelos y polvo residencial en los establecimientos educacionales pertenecientes a la Comuna de Puchuncaví” en la Escuela La Laguna, se determinó la presencia de altos valores de Cd, Cu, Pb, Cr, Ni, As y Zn en suelo y polvo (a excepción de Cd en suelo), siendo el segundo establecimiento con mayor presencia en su suelo de Pb, Ar y Sulfato de Cobre ((Ord. N° 1.448/2011).).

En el ranking de calidad de polvo, el que indica los valores promedios por metales presentes en las muestras de polvo de cada establecimiento, la Escuela se sitúa en el puesto número siete (Tabla 4-42) (Ord. N° 1.448/2011).

En la Figura 4-50, se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

Tabla 4-42. Ranking según valores promedios de metales presentes en muestras de polvo por establecimiento.

| Establecimiento educacional | Puntaje | Ranking |
|---|---------|---------|
| Escuela La Greda | 5,617 | 1 |
| Escuela Básica Campiche | 2,540 | 2 |
| Colegio Maitencillo | 2,361 | 3 |
| Escuela de Pucalán | 1,893 | 4 |
| Escuela La Quebrada | 1,851 | 5 |
| Jardín Infantil Los Conejitos | 1,803 | 6 |
| Escuela La Laguna | 1,688 | 7 |
| Complejo Educacional Colegio Sargento Aldea | 1,569 | 8 |
| Escuela Básica Horcón | 1,429 | 9 |
| Escuela Los Maquis | 1,366 | 10 |
| Colegio General Velásquez | 1,323 | 11 |
| Escuela Especial Amanecer | 0,761 | 12 |
| Escuela Básica El Rincón | 0,709 | 13 |
| Escuela Básica La Chocota | 0,510 | 14 |
| Colegio San Hernaldo | 0,500 | 15 |

Fuente: Ord. N° 1.448/2011.

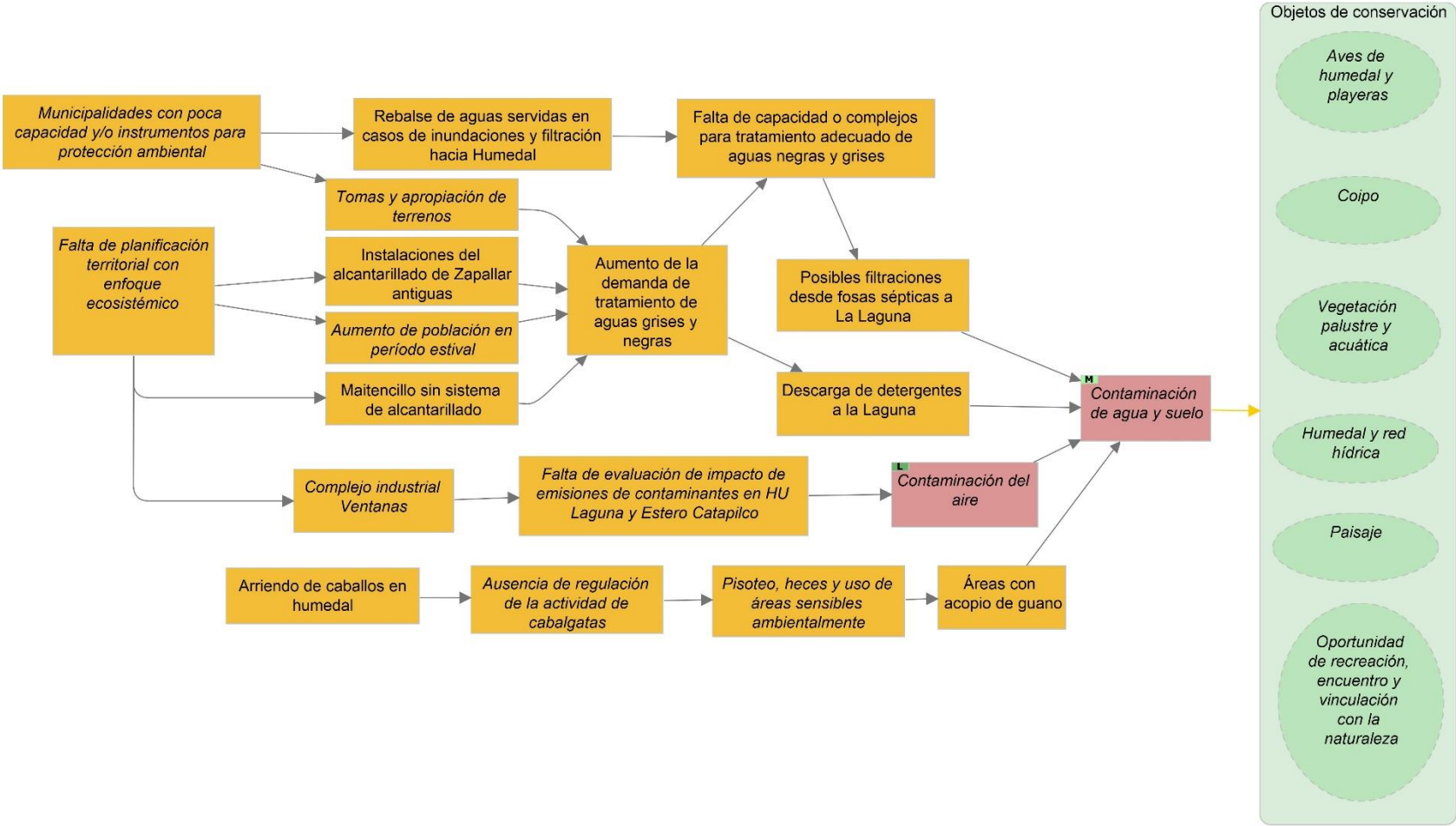


Figura 4-50. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación de agua y suelo".

4.5.2.5 Contaminación acústica y lumínica

El HU Laguna y Estero Catapilco, al estar inserto dentro de una matriz antropogénica, se ve afectado por las amenazas directas de contaminación acústica y lumínica, derivadas de actividades como; eventos; baile entretenido en sector de la multicancha; ruidos molestos y fiestas principalmente provenientes de sitios de arriendo de cabañas, el Parque Laguna (ex Parque Cachagua) y Casa Lagunita; y el lanzamiento de fuegos artificiales (legales e ilegales), que ocurren principalmente en época estival; el uso de drones; y el uso de publicidad con letreros luminosos proveniente del supermercado Tottus, ubicado en la ribera sur del Humedal.

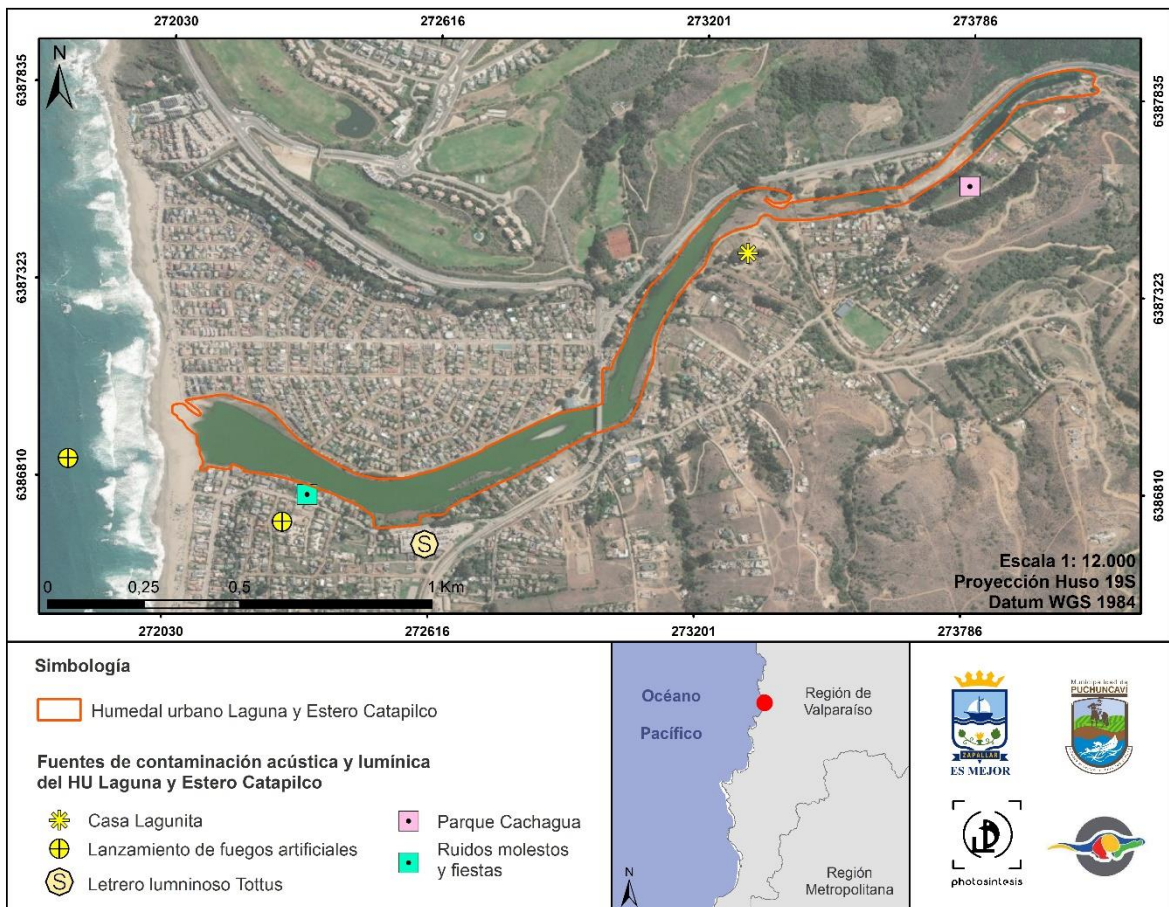


Figura 4-51. Actividades asociadas a la contaminación acústica y lumínica en el HU Laguna y Estero Catapilco.

La contaminación acústica corresponde a una perturbación antropogénica intensa y expandida que puede tener impactos perjudiciales muy altos en poblaciones naturales, comunidades y ecosistemas en todo el mundo (Berger et al., 2019).

Una forma importante a través de la cual el ruido puede afectar a la fauna silvestre es enmascarando las señales acústicas de las que dependen los animales y, por tanto, dificultando la comunicación intra e interespecífica entre individuos. En respuesta, muchos animales cambian su comportamiento vocal en un intento de superar los efectos de este enmascaramiento de señales en entornos ruidosos, pudiendo afectar su reproducción (especialmente de aves y anfibios), navegación (en especies nocturnas y acuáticas) y/o su alimentación (como en búhos y felinos) (Berger et al., 2019; Malik, 2021).

Por consecuencia, se describe que la contaminación acústica podría reducir el tamaño de las poblaciones y la diversidad genética, ya que los llamados resuenan a través de un rango más pequeño en ambientes ruidosos; dañar la audición o generar ecos menos útiles para orientarse en animales que ecolocalizan; y generar dificultad en depredadores para escuchar a sus presas (Malik, 2021).

Actualmente, las comunas de Zapallar y Puchuncaví poseen ordenanzas municipales que regulan los ruidos molestos producidos en la vía pública, calles, plazas, paseos públicos, peatonal, locales destinados a la habitación, comercio, industria o a diversiones, entre otros (Tabla 4-43).

). Cabe señalar que dentro de estos se incluye el uso de fuegos artificiales, petardos, cohetes y todo elemento similar que produzca ruidos molestos en la vía pública (Decreto N°18, 1996; Decreto N°1652, 2017).

Sin embargo, en ambas ordenanzas se prohíben los ruidos que perturben o puedan perturbar la tranquilidad y reposo de la población o causar cualquier daño material o en la salud de las personas (Decreto N°18, 1996; Decreto N°1652, 2017), sin considerar un enfoque ecosistémico que contribuya a la protección y prevención de la contaminación acústica que podría afectar a los animales silvestres.

Por su parte, la contaminación lumínica corresponde a una alteración de la oscuridad natural de la noche, provocada por luz desaprovechada, innecesaria o inadecuada, generada por el alumbrado de exteriores, la cual genera impactos en la salud y vida de los seres vivos (MMA, 2021). En este sentido, Longcore & Rich (2004) denominan como "contaminación lumínica ecológica" a la contaminación que altera los regímenes de luz natural en los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Dentro de sus efectos manifiestos se encuentra, entre otros, la dispersión hacia el cielo (*skyglow*) que disminuye la oscuridad de los cielos y puede emitir un espectro que afecta a otros seres vivos (por ejemplo, la luz blanco azulada es la que más altera la conducta de las especies de vida nocturna). La contaminación lumínica también puede alterar paisajes o lugares distantes, que incluso no cuenten con sistemas de iluminación.

Tabla 4-43. Niveles máximos permisibles de presión sonora (NPS) continuos equivalente en decibeles (A) Lento de las comunas de Zapallar y Puchuncaví.

| Tipo de zona | NPS dB (A) Lento | |
|--------------------------------|------------------|------------|
| | 7 a 21 hrs | 21 a 7 hrs |
| Residencial exclusiva | 55 | 45 |
| Residencial con comercio | 60 | 60 |
| Mixta con Industria inofensiva | 65 | 55 |
| Mixta con Industria | 70 | 60 |

Fuente: Elaboración propia en base a Decreto N°18 (1996) y N°1652 (2017) de las comunas de Zapallar y Puchuncaví, respectivamente.

Dentro de sus principales impactos para la biodiversidad se encuentra la alteración de conductas en animales (sueño, migración, desorientación en la búsqueda de alimentos, reproducción), aumento en la mortalidad de especies nocturnas por debilitamiento de la vista y exposición a depredadores. Así, por ejemplo, existe el deslumbramiento y desorientación en aves, donde se describe que las especies que impactan con mayor frecuencia en postes e instalaciones de alumbrado pertenecen a las familias Oceanitidae (golondrinas de mar) y Scolopacidae (playeros, becacas, pitotoy, pollitos de mar). También se ha descrito la alteración de hábitos nocturnos de insectos, donde cabe señalar que más del 90% de los invertebrados son de comportamiento nocturno (Longcore & Rich, 2004; Malinarich, 2010; MMA, 2021).

Recientemente, el MMA anunció la aprobación de una nueva norma lumínica que incorpora a nivel nacional, entre otras cosas, el cuidado de la biodiversidad y la salud humana como objetos de protección, proponiéndose la reducción de la emisión de luz azul desde un 15% a un 7% en todo el territorio. Esta norma se encuentra en proceso de revisión por Contraloría para ser publicada y entrar en vigencia (MMA, 2022).

En la Figura 4-52, se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

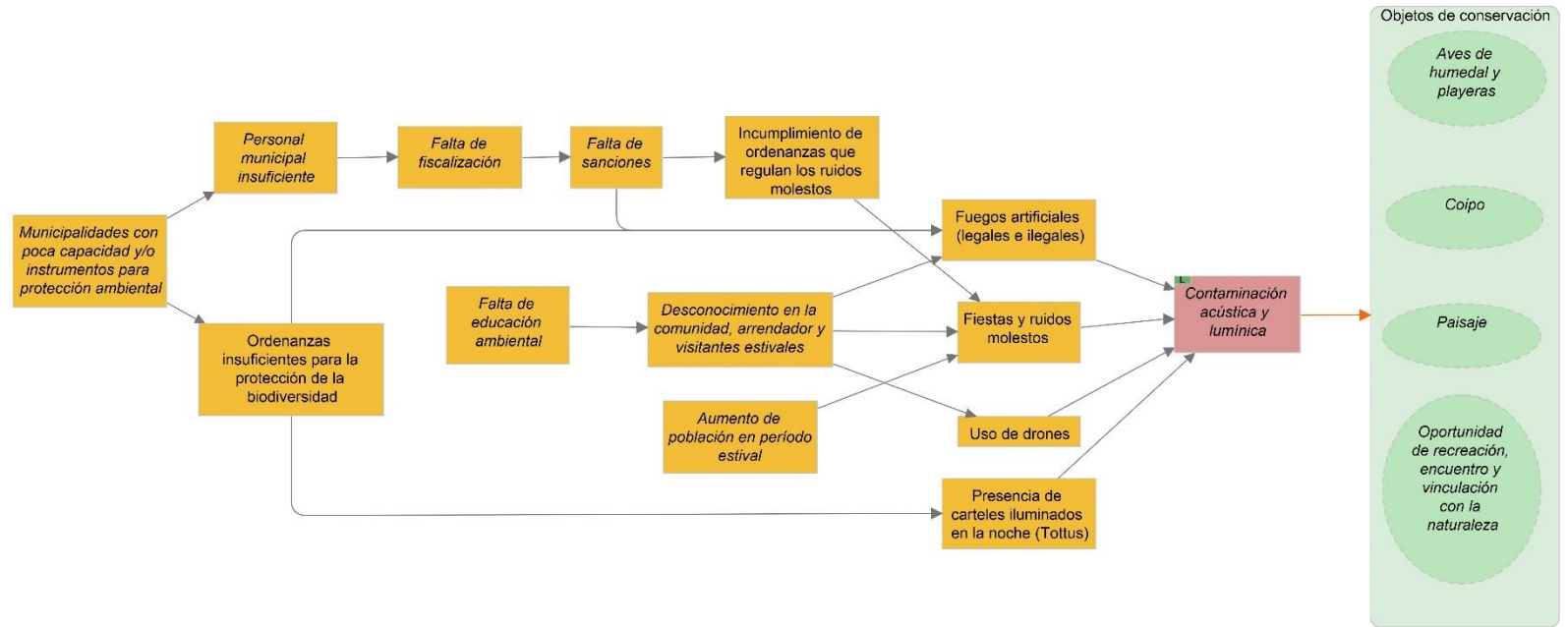


Figura 4-52. Modelo conceptual de la amenaza "Contaminación acústica y lumínica".

4.5.2.6 *Extracción de áridos*

La Ordenanza municipal de explotación y extracción de áridos de la comuna de Zapallar (DA N° 1723/2022), el procedimiento para tramitar una explotación y extracción de áridos de manera manual o artesanal el interesado debe presentar una solicitud a través de la Oficina de Partes, dirigido al Sr. Alcalde con una carta de solicitud de extracción describiendo el procedimiento manual o artesanal, acompañada de una copia del carnet de identidad en caso de persona natural o escritura de la sociedad en caso de persona jurídica, un informe de extracción, planimetría y escritura de la propiedad si el dominio del terreno es privado. Una vez ingresada la solicitud, Tesorería es encargada de gestionar el permiso, pidiendo un informe a la Dirección de Obras Municipales (DOM), Dirección de Ambiente, Aseo y Ornato (DIMAO), Dirección de tránsito si procede, Secretaría de Planificación (SECPLA) y Dirección Jurídica. Tesorería debe elaborar un informe consolidado de cada informe de las unidades al Alcalde quien resolverá la procedencia de llevarlo al consejo municipal donde se aprobará o rechazará.

Para el caso de explotación y extracción de áridos industrial o mecanizada, además del procedimiento descrito anteriormente, la DOM remitirá el proyecto a la DOH y DGA para la aprobación, rechazo u observaciones. Junto a estas respuestas la DOM elaborará su informe que remitirá a Tesorería.

En caso de ser necesario ingresar al Sistema de Evaluación ambiental (SEIA), el titular deberá realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), y la DIMAO deberá informarlo a Tesorería.

Si se obtiene la aprobación de la DOH y eventualmente de la DGA, y en caso de que haya requerido el ingreso al SEIA y haya sido aprobado por el SEA, la Tesorería Municipal junto con los demás informes de las unidades municipales, deberá informar al alcalde para su visto bueno y para luego pasar al consejo, para que autorice o deniegue el permiso. Luego de esto se generará el decreto de aprobación indicando el tiempo autorizado, lugar y volumen a extraer.

Se ha detectado la ocurrencia de extracción de áridos desde el lecho del cauce a metros del límite oriental del HU. Este suelo administrado por la Municipalidad de Zapallar y corresponde a un bien nacional con áridos de origen fluvial, definidos en el Código Civil y Código de Aguas (BCN, 2016).

De acuerdo con la ordenanza general de protección y conservación del medio ambiente de la comuna de Zapallar N°1.688/2005, esta norma en su artículo 42, norma la extracción de áridos de productos estériles de cualquier tipo y de materiales de construcción, y explicita que deberá contar con las aprobaciones municipales y ambientales que fueren necesarias de conformidad a la ley.

Por otro lado, el marco normativo y de gestión de áridos les otorga atribuciones a las municipalidades para cobrar patentes y derechos, provocando un interés monetario, que se contrapone con el objetivo de conservación del Humedal.

La extracción de áridos en el Estero Catapilco y La Canela se vuelve una amenaza, ya que los áridos absorben el agua impidiendo que los caudales de los esteros bajen con rapidez, por lo que disminuyen el riesgo de inundaciones. Además, el movimiento de áridos en el cauce puede aumentar el descenso de sedimentos ante aumentos de caudal pudiendo aumentar las consecuencias ante inundaciones (Municipalidad de Puchuncaví, 2015).

La escasa capacidad y/o instrumentos para la protección del medio ambiente que cuentan las municipalidades en la actualidad, contribuye a la ocurrencia de esta amenaza. Estas solo cuentan con las ordenanzas de medio ambiente, pero con personal insuficiente, lo que provoca una deficiente fiscalización. Existe una falta de coordinación entre ambas administraciones para actuar en conjunto frente a denuncias de acciones que estén ocurriendo a través de protocolos establecidos.

Otro factor que contribuye es la falta planificación territorial con enfoque ecosistémico que se asocia a la alta demanda de áridos por la industria inmobiliaria, producto del crecimiento urbano en la parte alta y baja de la cuenca.

En la Figura 4-53 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

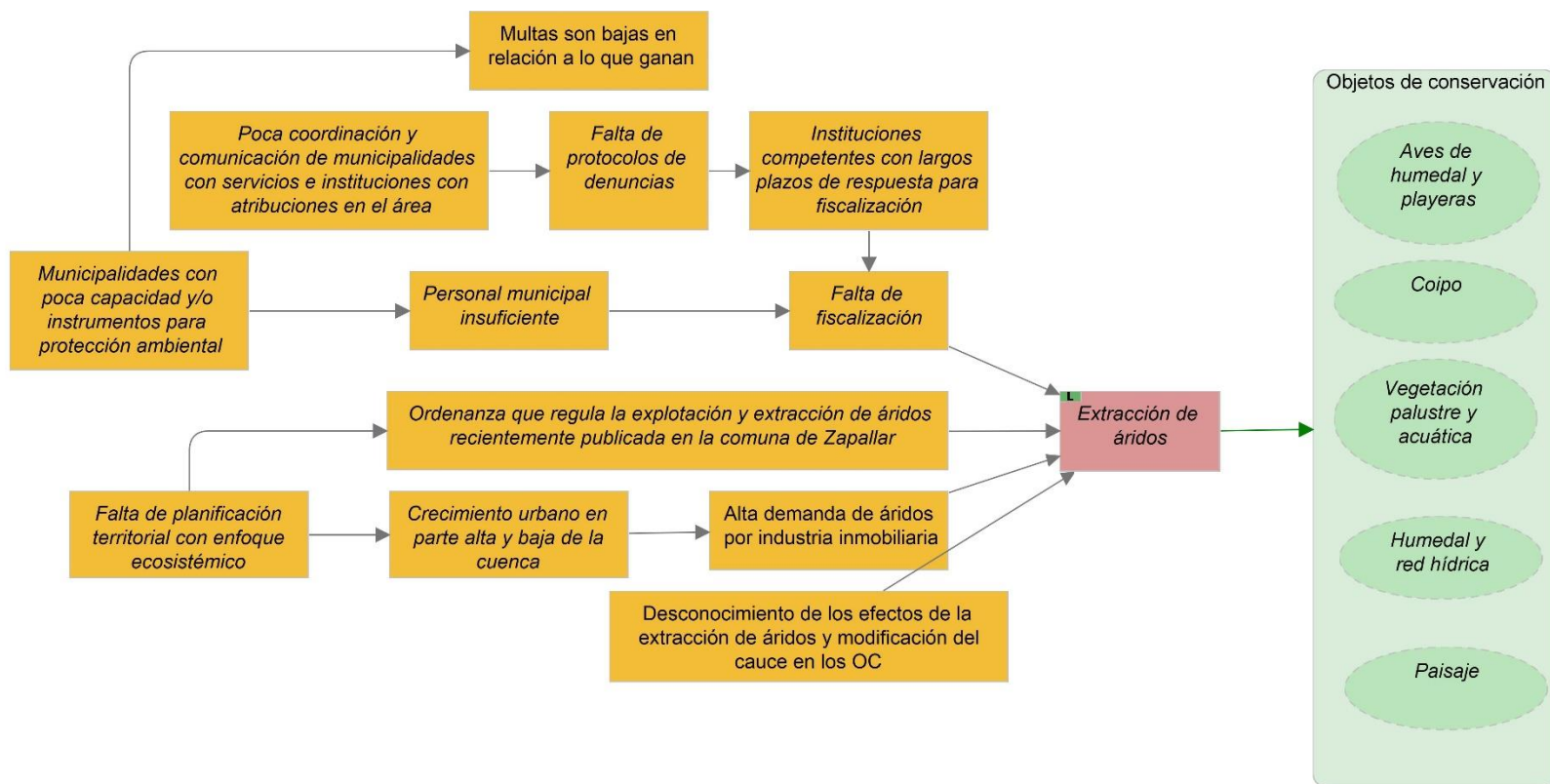


Figura 4-53. Modelo conceptual de la amenaza "Extracción de áridos".

4.5.2.7 *Presencia de animales domésticos*

El HU Laguna y Estero Catapilco, se encuentra inmerso en una matriz urbana, por lo que es un área de interfase entre lo urbano y la naturaleza, escenario que favorece la interacción entre animales domésticos y silvestres. En el área se ha registrado la presencia de perros, gatos y caballos, lo que aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas y los impactos negativos sobre la conservación de biodiversidad

La presencia de perros y gatos dentro del área constituye como una amenaza para la conservación de la fauna nativa, ya que pueden transmitir enfermedades zoonóticas y depredación a animales silvestres generando lesiones e incluso la muerte (Faust et al., 2017; Kowalewski et al., 2019). Esto se debe principalmente a la falta de educación ambiental y tenencia irresponsable de mascotas, registrando perros con dueño que se encuentran libres y perros que han sido abandonados. Por otro lado, la capacidad de fiscalización es baja por parte de la Municipalidad, por lo que en la mayoría de los casos no existen sanciones a los dueños de mascotas que ingresan al área.

Por otro lado, los caballos también representan un problema para el humedal, ya que en el sector del Estero Catapilco y Estero La Canela, arriendan caballos para paseos. La presión de la herbivoría y pisoteo del caballo sobre esos ecosistemas es un severo impedimento para la regeneración del estrato herbáceo y arbustivo, que es esencial para la constitución y mantención del hábitat de aves, insectos, y demás taxas animales y vegetales nativos del lugar (Gacitúa, 2014).

Además, las heces de caballo es utilizado como fertilizante, ya que proporciona beneficios ecológicos al depositar nutrientes en el suelo, sin embargo, el exceso de estiércol puede ser perjudicial debido a las altas concentraciones de nutrientes como nitrógeno y el fósforo que pueden ocasionar infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas, asimismo, el exceso de fósforo estimula el proceso de eutrofización (aumenta las plantas acuáticas, disminuye el oxígeno disuelto y varía el pH) afectando la calidad del agua (Pinos-Rodríguez et al., 2012).

La presencia animales domésticos es, por lo tanto, una amenaza para el área, afectando a las aves de humedal y playeras, al coipo y fauna acuática, y a la vegetación palustre y acuática, por lo que debe ser tratada con acciones de manejo efectivas (Young et al., 2012).

En la Figura 4-55 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que están contribuyendo a que esta este presente.



Figura 4-54. Fotografías de animales domésticos en el HU Laguna y Estero Catapilco.

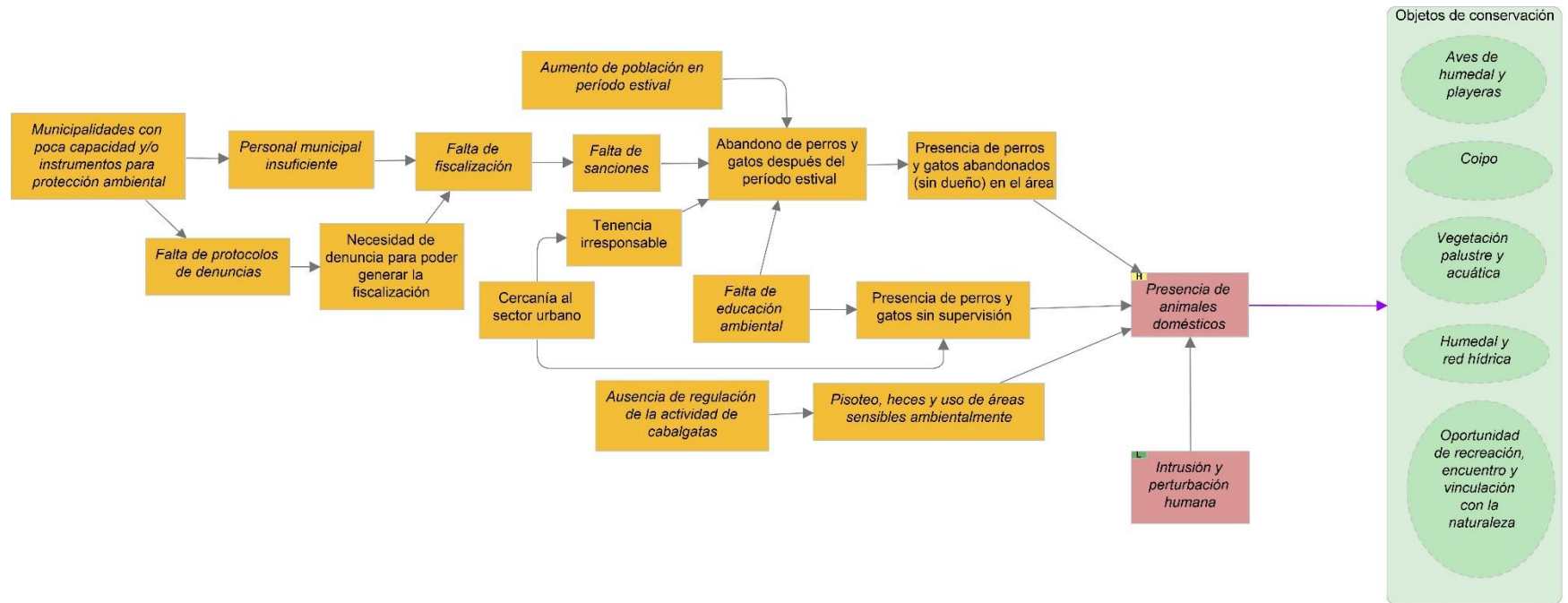


Figura 4-55. Modelo conceptual de la amenaza "Presencia de animales domésticos".

4.5.2.8 *Intrusión y perturbación humana*

La intrusión y perturbación humana en el HU Laguna y Estero Catapilco se refiere a una serie de actividades de origen antrópico que afectan a los ecosistemas y las especies que habitan en el Humedal.

Esta amenaza, derivada principalmente de actividades recreacionales, que generan una perturbación directa sobre la conducta de especies animales, debido al acercamiento indebido de personas, a la realización de actividades humanas que afectan la conducta de especies animales o degradan componentes del ecosistema, o a la presencia o sobrecarga de personas en zonas sensibles (CONAF, 2017; UICN Red List, 2022).

En la Tabla 4-44, se clasifican las actividades de intrusión y perturbación humana presentes en el Humedal según tipo, de acuerdo a la "clasificación de amenazas directas a la diversidad biológica y cultural del SNASPE" realizada por el CONAF, (2017).

Tabla 4-44. Actividades de intrusión y perturbación humana por tipo de amenaza, del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Amenaza directa | Actividad relacionada |
|--|---|
| Acercamiento indebido a especies de fauna | Navegación en bote o kayak Alimentación de aves silvestres |
| Actividades humanas incompatibles | Caza y pesca ilegal Baño en espejo de agua Camping Música y baile entretenido Vuelo de drones |
| Presencia o sobrecarga de personas en zonas sensibles | Tránsito peatonal no regulado Tránsito de vehículos motorizados en zonas no habilitadas Cabalgatas |

En cuanto a los lugares en donde ocurren estas actividades en el Humedal (Figura 4-56), en el sector de la desembocadura se identifica el ingreso de personas para navegar en bote o kayak y el tránsito de vehículos motorizados y personas. En el paseo peatonal, se

evidencia la alimentación de aves silvestres y el tránsito peatonal no regulado de visitantes por el área ribereña. En el cuerpo de agua se realiza pesca recreativa, en algunos casos de manera ilegal, y, de acuerdo a la información levantada en los talleres, en el Humedal se han registrado eventos de caza furtiva de animales silvestres como el coipo, actividad que se encuentra prohibida por el Decreto N°565 que establece área prohibida de caza al Humedal Laguna y Estero Catapilco (MINAGRI, 2008).

Hacia el oriente del puente La Laguna que atraviesa el Humedal, se presenta tránsito de vehículos motorizados, camping, baño de personas en los pozones y cabalgatas.

En la Figura 4-59 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

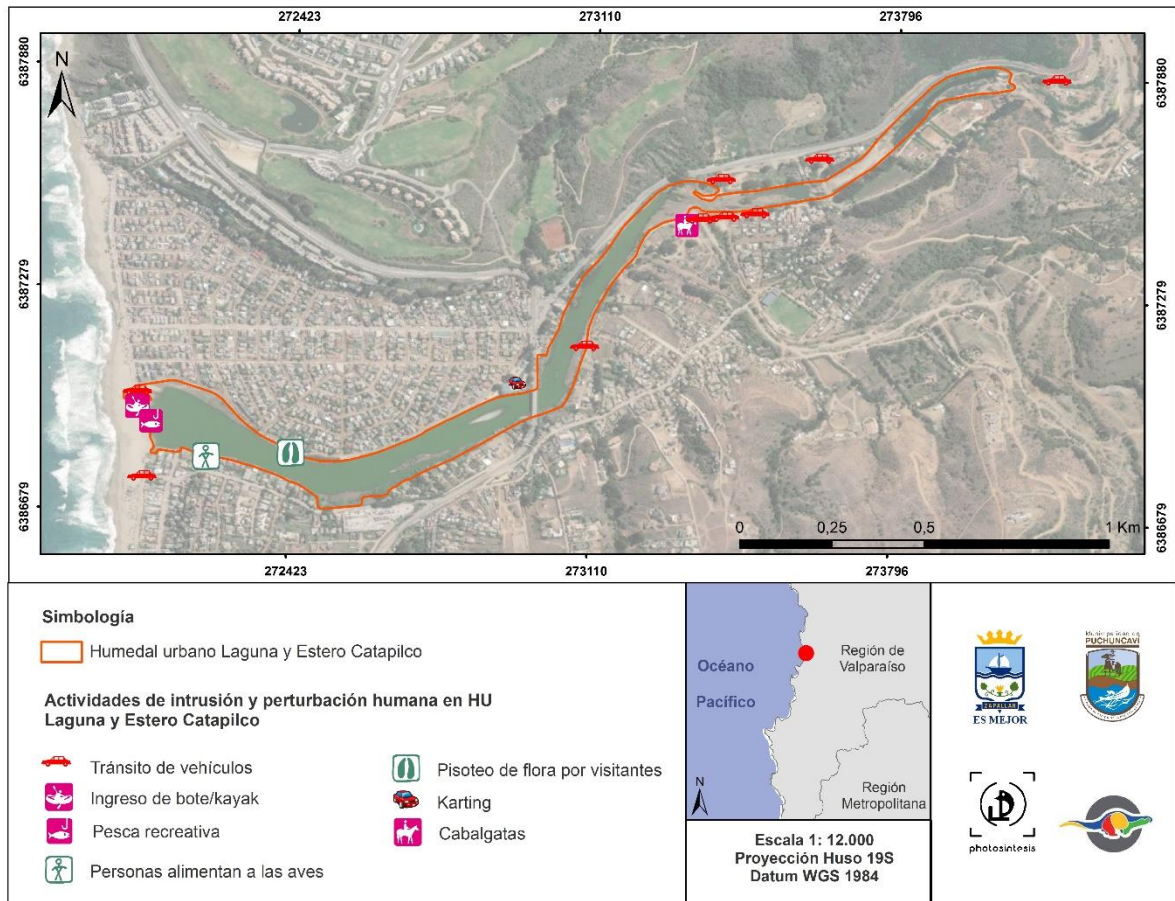


Figura 4-56. Sitios donde ocurren actividades vinculadas a la amenaza de intrusión y perturbación humana en el HU Laguna y Estero Catapilco.



Figura 4-57. Fotografía de sector de arriendo de caballos en el Estero Catapilco.



Figura 4-58. Campistas a orillas de pozo y bañistas en cuerpo de agua, vista desde acceso Parque Laguna hacia oeste.

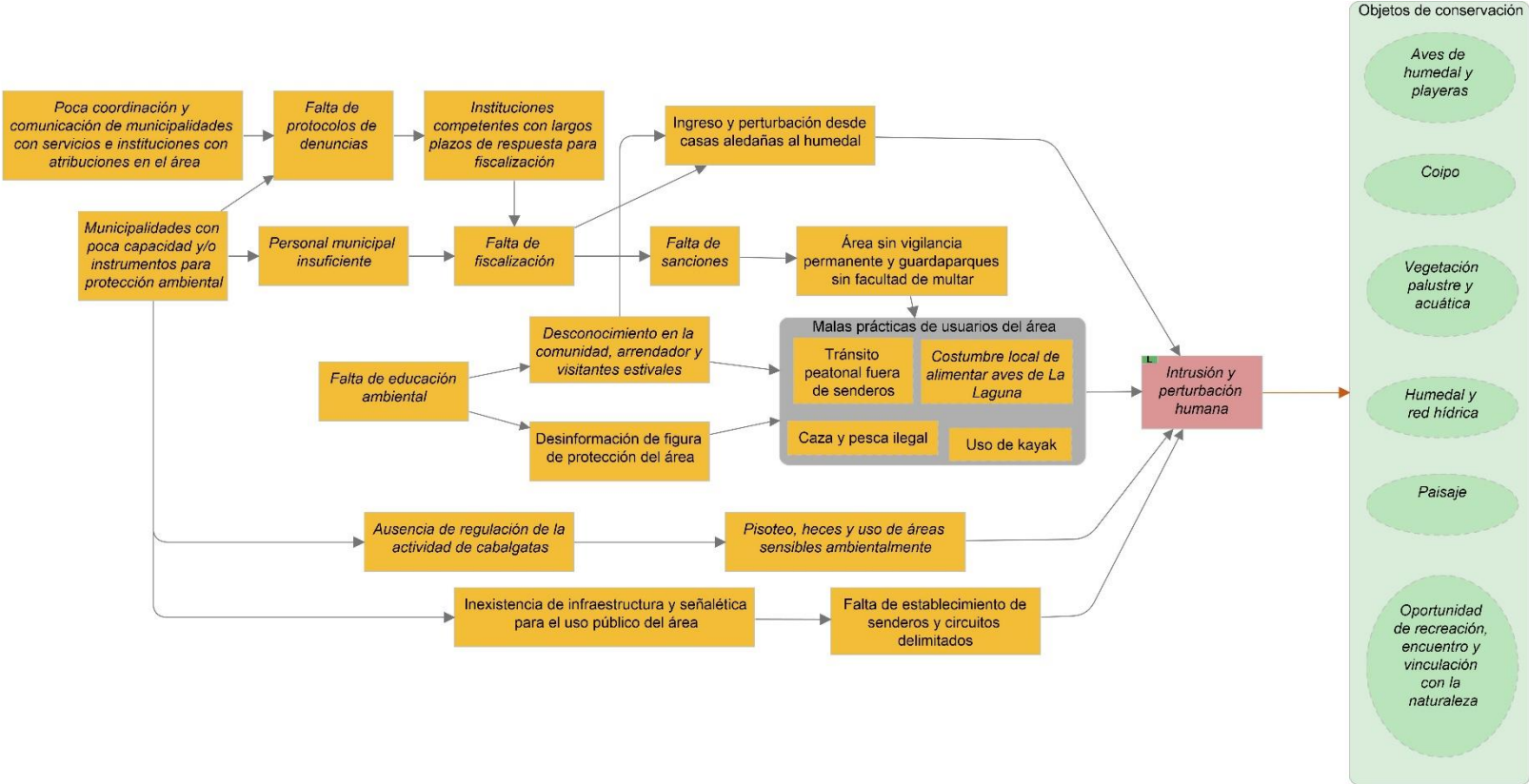


Figura 4-59. Modelo conceptual de la amenaza "Intrusión y perturbación humana".

4.5.2.9 Presencia de especies exóticas invasoras

Las especies exóticas invasoras (EEI) es una de las principales causas de la pérdida de diversidad biológica en el mundo (PNUD, 2017). En Chile es considerada como una amenaza presente en el 94% de las Áreas Silvestres Protegidas y considerada la tercera amenaza más urgente de abordar (CONAF 2017b).

a) Flora exótica invasora

En Chile, alrededor del 30% de la flora acuática y palustre es de origen exótico (Hauenstein, 2006), por lo tanto, la amenaza de invasión de estas especies a los cuerpos de agua del territorio nacional es una realidad (Mendoza y Koleff 2014).

Según Rodríguez y Fica (2020), los impactos de las EEI son diversos y dependerán de las especies presentes en el área, observándose efectos de tipo:

- Económicos: pérdida de agua por evapotranspiración, obstrucción de embalses, tranques o canales de regadío, entorpecimiento de la pesca y de actividades recreativas.
- Ecológicos: el relleno sedimentario de materiales transportado por el agua (colmatación) ha provocado una disminución del oxígeno disuelto, provocando un escenario anóxico que asolan el hábitat de muchas especies de fauna, frenan el desarrollo de otras plantas acuáticas especialmente de origen nativo, se destaca también que estas plantas presentan gran potencial de secar cuerpos de agua poco profundos o superficiales.
- Sanitario: no son pocas las enfermedades provocadas por los mosquitos que han hecho su hábitat en las comunidades de plantas acuáticas invasoras, entre las que se cuenta el dengue, la filariosis, la helmintiasis, el paludismo y la fiebre amarilla.

Debido a lo anteriormente señalado y a que la mitad de las plantas vasculares acuáticas de Chile, en su mayoría provienen de Europa y que presentan una distribución cosmopolita por la fácil dispersión de sus diásporos, se les considera como malezas o invasoras. Dado su acelerado crecimiento la hacen perjudiciales para el hombre y para el ecosistema (Rodríguez y Fica, 2020).

Dentro del HU Laguna y Estero Catapilco se identificaron 70 especies exóticas, que corresponden al 64% de la flora descrita en el área. De éstas, trece se consideran exóticas invasoras, las que se describen a continuación:

- Aromo (*Acacia dealbata*): Según Fuentes (2014), produce muchas semillas formando un banco permanente, el que germina rápidamente después de incendios u otro tipo de perturbaciones. Tiene efectos tóxicos (alelopáticos) que

pueden afectar negativamente el desempeño de especies nativas que habitan bajo su dosel e interrumpe los flujos de agua y aumenta la erosión en las orillas de cursos de agua.

- Caña (*Arundo donax*): Una de las plantas invasoras de humedales más agresivas y difíciles de erradicar, provocando el desplazamiento de las especies nativas y modificando la estructura y composición de especies en las zonas riparias. Esto incrementa las posibilidades de incendios en esas zonas, disminuyendo la diversidad de las especies nativas de flora y fauna (Contreras-Arquieta, 2012).
- Chépica (*Cynodon dactylon*): Es una colonizadora notable, compite con especies nativas y agrícolas por espacio, humedad, nutrientes y el oxígeno que las plantas nativas necesitan para establecerse. Se considera un invasor sumamente exitoso en zonas ribereñas perturbadas (Chambers y Hawkins, 2004).
- Dedal de oro (*Eschscholzia californica*): Se reproduce a través de semillas, las que son expulsadas desde el fruto. Produce muchas semillas, formando densas poblaciones, que desplazan a la vegetación nativa (Fuentes et al., 2014).
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus*): Se asocia a pérdida de biodiversidad, tanto vegetal como animal (Rejmánek et al., 2005) y aumenta del riesgo de instalación de otras especies invasoras de los estratos arbustivo y herbáceo (Jin et al., 2015). Capacidad para colonizar espacios abiertos, especialmente en escenarios post-incendio forestal, desplazando a las colonizadoras autóctonas (Águas et al., 2014).
- Galega (*Galega officinalis*): Se reproduce a través de semillas, las que son dispersadas por agua y maquinaria agrícola. Es una especie tóxica para los animales, especialmente en primavera. Es capaz de formar densas poblaciones, desplazando especies nativas, sobre todo en áreas pantanosas (Zuloaga et al., 1996).
- Mioporo (*Myoporum laetum*): Arbusto o árbol pequeño, nativo de Nueva Zelanda. Su distribución va desde el norte hasta el centro-sur del país. Es una especie muy resistente, soporta muy bien la proximidad del mar y el viento, además, tolera los suelos arenosos y salinos (Baldini et al., 2013).
- Pasto (*Agrostis stolonifera*): hierba perenne exótica, originaria de Europa, identificada como una especie invasora muy seria ya que impide el crecimiento de especies nativas y, además, es altamente inflamable (Cuevas, 2019).
- Pino (*Pinus radiata*): Es capaz de cubrir extensas áreas, la acumulación de acículas en el suelo elimina la vegetación nativa, e impide su establecimiento. Es altamente inflamable, además de que el fuego favorece la regeneración y la dispersión de las semillas. (Fuentes et al., 2014).
- Romaza (*Rumex crispus*): Según Fuentes (2014), produce gran cantidad de semillas y las perturbaciones favorecen su germinación. Una vez establecida es persistente y crece formando densas poblaciones que desplazan a las especies nativas.

- Llantén mayor (*Plantago major*): Según Fuentes (2014), produce aproximadamente 20.000 semillas por planta y ha sido descrita como maleza agrícola y ambiental, ya que compite con otras especies por luz, agua y nutrientes, donde se establece y reemplaza a la vegetación nativa que existe en el área.
- Viborera (*Echium vulgare*): Puede formar densos parches que compiten fuertemente con las plantas nativas e impiden la regeneración de la vegetación del estrato superior, además de invadir tierras de pastoreo y cultivos (Fuentes et al., 2014)
- Zarzamora (*Rubus ulmifolius*): Según Fuentes (2014), fue introducida al país como cerco vivo, es una verdadera plaga que se distribuye en casi todo el país y que avanza a pasos agigantados “ahogando” a las especies vegetales nativas. Las cubre de tal manera que les impide realizar la fotosíntesis y termina por secarlas y eliminarlas (CONAF, 2014). Tiene la capacidad de invadir vastas áreas en muy poco tiempo, formando muros impenetrables dificultando su erradicación (Fuentes et al., 2011).

b) Fauna exótica invasora

La fauna introducida también actúa como amenaza para la biodiversidad, siendo uno de los principales riesgos para la conservación de la diversidad biológica (Romeu, 1995). En cuanto a los potenciales roedores exóticos, no se han realizado muestreo de micromamíferos, por lo que se desconoce la presencia de estas especies en el área. A continuación, se presentan especies de fauna exótica invasora que han sido registrada en el HU Laguna y Estero Catapilco:

- Pato Mallard (*Anas platyrhynchos*): Hasta ahora, no ha sido considerado como especie invasora, pese a que ha sido registrado desde 2003 (Brito, 2004). Sin embargo, una de las potenciales amenazas de esta especie es su capacidad de hibridación con especies nativas de patos (Thomson et al., 2015).
- Ganso común (*Anser anser*): Según el SAG (2016) es una especie invasora competitiva por el alimento y por espacios de nidificación, conocidos también por su agresividad.
- Codorniz (*Callipepla californica*): Una de las especies exóticas que más impacto ha causado en los ecosistemas silvestres chilenos (Baldini y Pancel, 2000). Según Jaksic (1998), es muy probable que esta compita con las aves nativas por la similitud en la alimentación. A causa de esto, también se dice que puede afectar la dispersión de semillas, alterando la estructura de las poblaciones y la dinámica de las comunidades vegetales (Bustamante, 1996).
- Paloma (*Columba livia*): Puede llegar a ser nociva para algunos ecosistemas. Según Rico (2014) las palomas pueden competir con la avifauna nativa por

alimento y refugio, llegando incluso a desplazar poblaciones nativas de su hábitat natural.

- Chanchito (*Cichlasoma facetum*): Pez de acuario muy voraz y desplazante de especies nativas (Piedra et al., 2012).
- Gambusia o Pez mosquito (*Gambusia holbrooki*): especie que muestra efectos nefastos sobre la ictiofauna local, tendiendo a desplazar y reemplazar a especies nativas como *Galaxias maculatus* y *Brachygalaxias bullocki* en ríos de la zona centro sur de Chile (Habit et al., 2010)
- Gambusia manchada (*Cnesterodon decemmaculatus*): Especie competidora y/o depredadora. Su presencia ha sido definida como una amenaza para la diversidad biológica (CONAMA-PNUD 2005).
- Mojarra de agua dulce (*Cheirodon interruptus*): Según Fulvio (2015) la presencia de esta especie provoca la existencia de interacciones negativas presentes y /o futuras en los hábitats que comparte la especie.
- Conejo y/o liebre (*Oryctolagus cuniculus* y *Lepus europaeus*): El daño que producen, tanto el conejo como la liebre, se traduce principalmente en el consumo de plantas recién establecidas (Muñoz, 1988), lo que impide la regeneración.
- Rana africana (*Xenopus laevis*): especie invasora, la cual depreda y desplaza anfibios y peces nativos, puede transmitir enfermedades como el hongo quítrido, además contamina reservorios de agua dulce, generando cambios en el ecosistema afectando su equilibrio (Lobos, et al., 2013). Cabe destacar, que esta especie tiene un amplio rango de tolerancia a la temperatura y salinidad por lo que facilita su dispersión (Contreras, 2020).



Figura 4-60. Patos Mallard registrados en el HU Laguna y Estero Catapilco en caracterización de fauna realizada por Fotosíntesis Consultores (2022).



Figura 4-61. Gansos registrados en caracterización de fauna realizada por Fotosíntesis Consultores (2022).

En la Figura 4-62 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

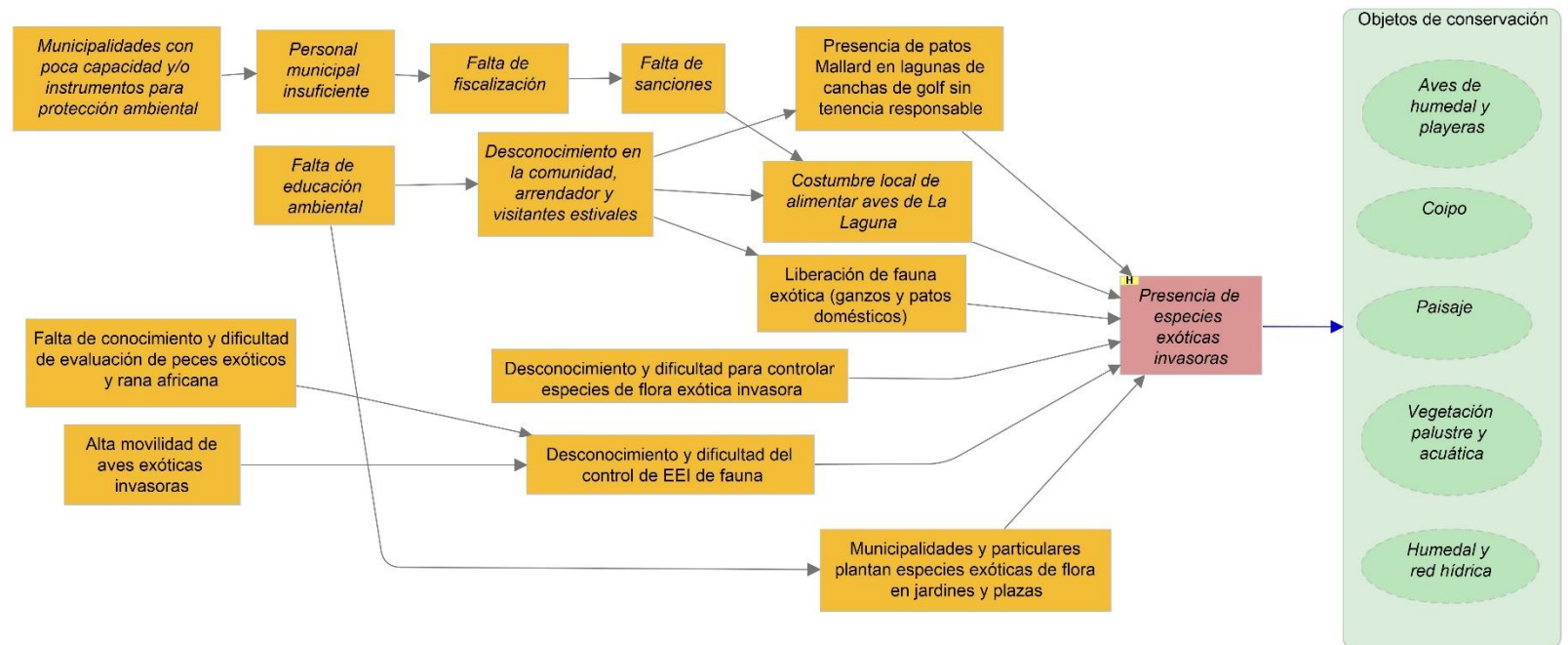


Figura 4-62. Modelo conceptual de la amenaza "Presencia de especies exóticas invasoras".

4.5.2.10 *Extracción de agua no sustentable*

La extracción de agua es una amenaza que afecta directamente al Humedal Urbano, ya que existe una sobreexplotación de las aguas subterráneas y superficiales, incide en el nivel del acuífero y en el caudal del Estero Catapilco, por lo tanto, en la disponibilidad de agua para la biodiversidad y comunidades aledañas.

La DGA constituye derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en un determinado sector del acuífero, considerando la disponibilidad del recurso hídrico, la demanda y el volumen sustentable, como se observa en la Tabla 4-45. El volumen sustentable se define como aquel volumen que permite un equilibrio a largo plazo del sistema, otorgando respaldo físico a los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos, no generando afectación a derechos de terceros (tanto superficiales como subterráneos), y sin producir impactos no deseados a la fuente y al medio ambiente.

Según el listado de los derechos concedidos de la DGA¹⁸ en el área de influencia, se han otorgado 438 derechos de aprovechamiento de agua, todos estos de carácter definitivo. De éstos, 391 extraen agua subterránea (89,3%) y 47 corresponden a extracciones de agua superficial del estero Catapilco y quebradas asociadas.

Como se observa en la Tabla 4-45, la demanda total¹⁹ de aguas subterráneas comprometida en los subsectores Estero Catapilco y La Laguna supera la disponibilidad total²⁰, y en el caso del subsector Estero La Canela supera el volumen sustentable, según los estudios publicados por DGA en 2011 y 2019.

¹⁸ Derechos de aprovechamiento de agua registrados en DGA. Fecha de corte de información: 24/02/2022

https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

¹⁹ Demanda total: demanda de aguas subterráneas que considera los derechos constituidos y reconocidos en un SHAC, siendo la suma de los caudales aprovechables junto con los derechos susceptibles a ser constituidos de acuerdo a artículo 54 del DS MOP N°203 (2013)

²⁰ Disponibilidad total: recurso disponible para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanente y definitivos, y al volumen total anual considerado para derechos de carácter provisional.

Tabla 4-45. Disponibilidad y demanda total de aguas subterráneas en subsectores del acuífero Catapilco.

| Subsector acuífero | Volumen sustentable (m ³ /año) | Demanda total (m ³ /año) * | Disponibilidad total (m ³ /año) |
|-------------------------|---|---------------------------------------|--|
| Estero Catapilco | 4.415.040 | 23.739.906* | 15.894.144 |
| La Laguna | 283.824 | 4.556.174* | 1.021.766 |
| Estero La Canela | 1.103.760 | 1.737.003 | 3.973.536 |

* demanda de agua subterránea determinada al 31 de diciembre de 2018 para subsectores Estero Catapilco y La Laguna (DGA, 2019) y al 30 de junio de 2010 para el subsector Estero La Canela (DGA, 2011).

De acuerdo con lo anterior, en el caso de los subsectores Estero Catapilco y La Laguna, se encuentra comprometida toda la disponibilidad determinada por la DGA para la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, en carácter de permanente y definitivos, como también el volumen total anual considerado para derechos de aprovechamiento de carácter provisional. Por lo tanto, se encuentran declarados como zona de prohibición para nuevas explotaciones (DGA, 2019).

En el caso del subsector del Estero La Canela, los datos evidencian la existencia de un grave riesgo de disminución del acuífero con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en ellos, quedando como área de restricción. Con esto, la DGA puede otorgar derechos de aprovechamiento en carácter de provisionales (DGA, 2011).

Sin embargo, como se observa en el gráfico de la Figura 4-63, el número de derechos concedidos ha ido en aumento a pesar de las restricciones dispuestas por la DGA desde 2005 en los subsectores del acuífero Catapilco.

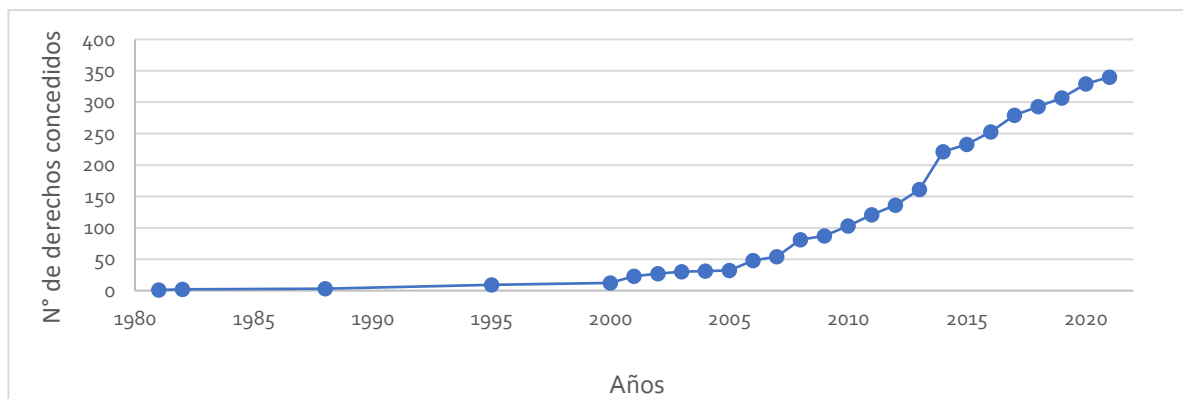


Figura 4-63. Número de derechos de aprovechamiento de agua concedidos acumulados por año.

Además, como se observa en el mapa de la Figura 4-64, desde que los subsectores Estero Catapilco y La Laguna fueron declarados como zonas de prohibición, se ha continuado la entrega de derechos de aguas subterráneas en ambos subsectores del acuífero.

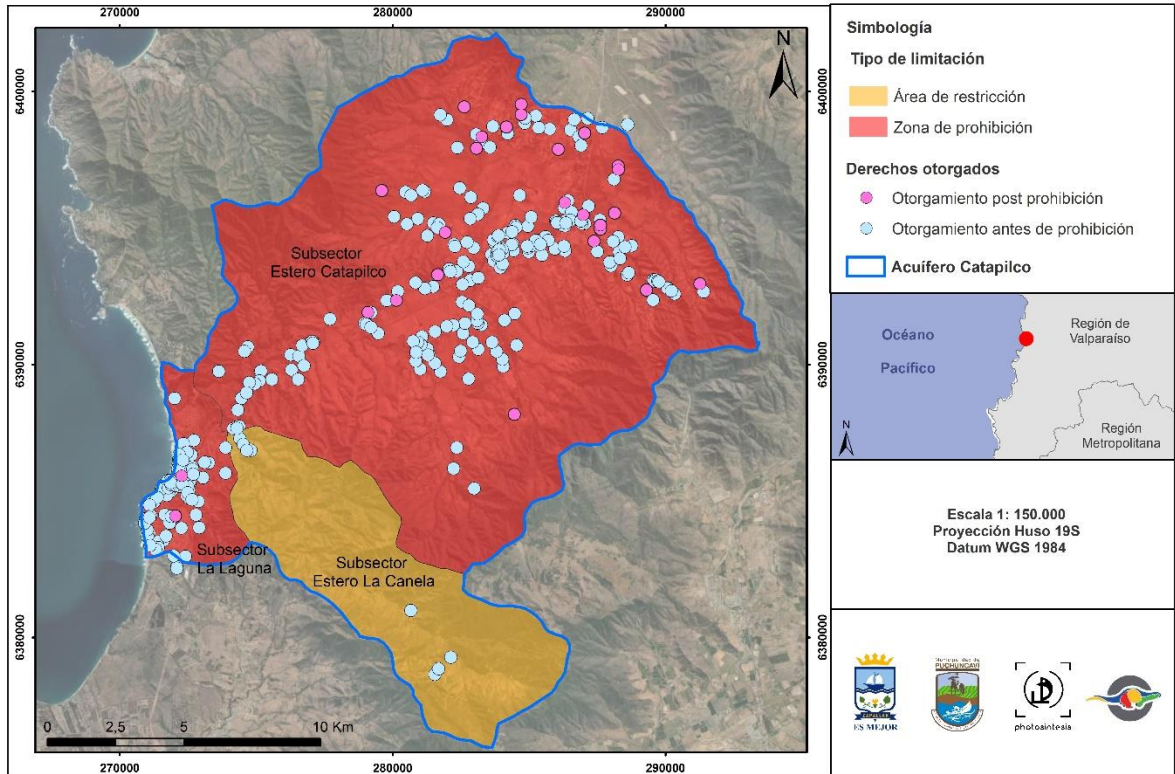


Figura 4-64. Mapa de derechos de aprovechamiento de agua concedidos post declaración como zona de prohibición en los subsectores Estero Catapilco y Subsector La Laguna.

En el acuífero se identifican 208 titulares de derechos de agua subterránea de los cuales el 6% (n=13) extrae la mitad del caudal total, como se observa en la Tabla 4-46, en que se ordenan de mayor a menor los 20 titulares que extraen más agua del Estero Catapilco y subsectores asociados. Estas corresponden principalmente a empresas del ámbito agrícola e inmobiliario que se distribuyen a lo largo de la subcuenca del Estero Catapilco, siendo la empresa que más agua extrae la Agrícola e inmobiliaria Los Altos de Zapallar.

Tabla 4-46. Nombre de titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que extraen mayores caudales anuales promedio en el área de influencia del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Nombre titular | Nº de Derechos Concedidos | Caudal Anual Promedio (m³/año) | Porcentaje de caudal extraído acumulado |
|--|---------------------------|--------------------------------|---|
| Agrícola e inmobiliaria Los Altos de Zapallar Limitada | 15 | 3.727.555,2 | 15% |
| Agrícola Las Loicas Limitada. | 10 | 1.844.856 | 22% |
| María Francisca Sutil Servoin y otros | 6 | 1.482.192 | 28% |
| Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso S.A. | 1 | 1.119.528 | 32% |
| Agrícola Viña Zapallar S.A. | 9 | 1.065.916,8 | 36% |
| Servicios Sanitarios Marbella S.A. | 11 | 804.168 | 39% |
| Inmobiliaria Las Agatas S.A. y Otros | 4 | 690.638,4 | 42% |
| Luis María Patron Costas | 9 | 528.228 | 44% |
| Fisco, Dirección de Obras Hidráulicas | 5 | 504.576 | 46% |
| Inmobiliaria Santa Bertina S.A. | 4 | 473.040 | 48% |
| Inmobiliaria El Golf De Zapallar S. A | 1 | 419.428,8 | 49% |
| Mendive & Mendive Limitada | 1 | 394.200 | 51% |
| Frutícola Madre Del Agua Limitada | 3 | 378.432 | 52% |
| Berry Rickard Petersson Y Otros | 3 | 362.664 | 54% |
| Inmobiliaria Club De Golf De Costa Cachagua S.A. | 2 | 353.203,2 | 55% |
| Penta Vida Compañía De Seguro De Vida S.A. | 4 | 315.360 | 56% |
| Agrícola y Ganadera Del Campo Limitada | 1 | 299.592 | 58% |
| Inversiones Catapilco Limitada. | 3 | 284.770,08 | 59% |
| Agrícola Cegede Limitada | 6 | 273.101,76 | 60% |

En la Figura 4-65 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

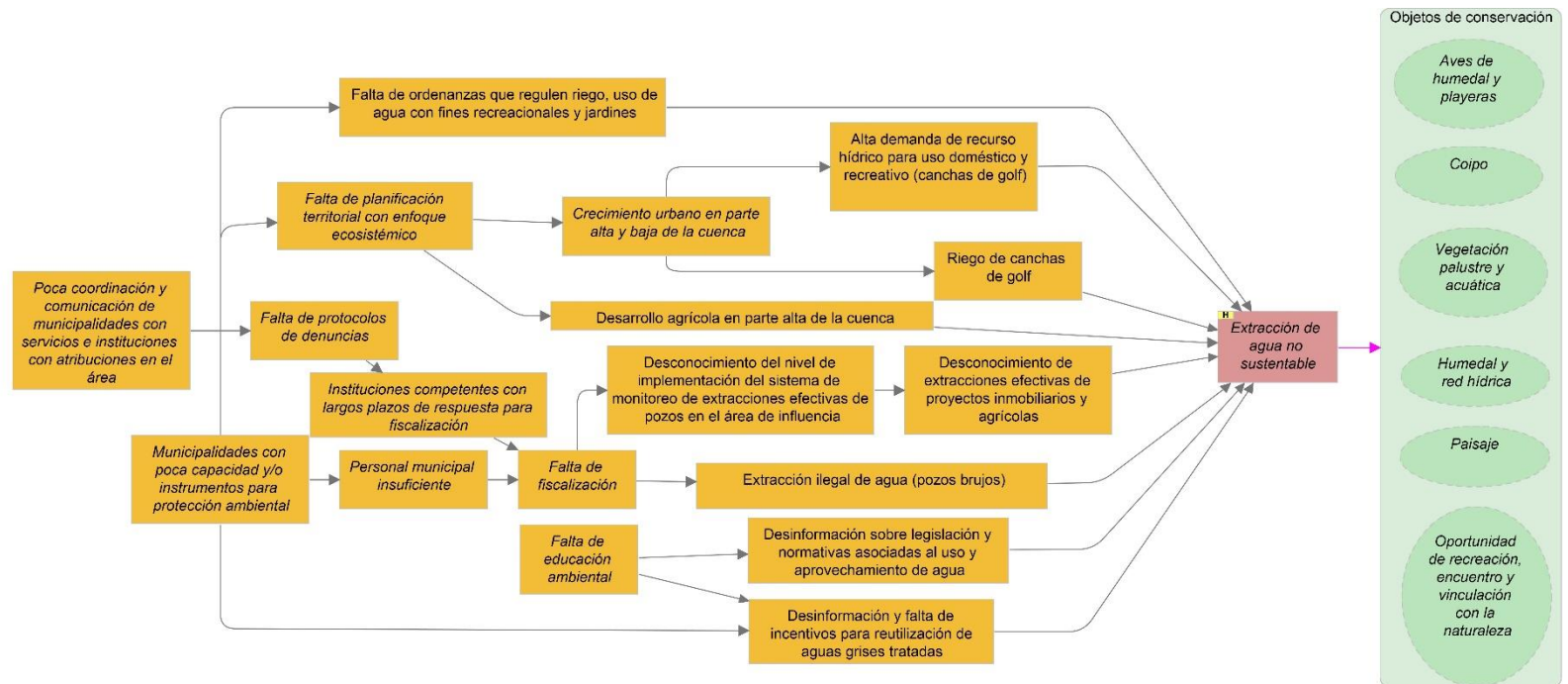


Figura 4-65. Modelo conceptual de la amenaza "Extracción de agua no sustentable".

4.5.2.11 *Cambio climático y disminución de precipitaciones*

Dentro de las amenazas directas identificadas en el HU Laguna y Estero Catapilco, se priorizó el cambio climático y la disminución de precipitaciones por sus implicancias en los ecosistemas del Humedal. Al respecto, se identifican diversos factores que contribuyen a la existencia de esta amenaza, tales como otras amenazas presentes en el Humedal, el desconocimiento de los efectos del cambio climático para el área y sus objetos de conservación, el poco o nulo aprovechamiento de aguas lluvias y de la vaguada costera para la cosecha de agua, y la deforestación de microcuencas y quebradas.

El cambio climático es considerado como la tercera amenaza global a la biodiversidad después del cambio de uso de suelo, y la explotación directa de las especies. Este fenómeno puede alterar los procesos fisiológicos; el comportamiento; las interacciones entre especies; la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; y la distribución de las especies en el paisaje. Estas alteraciones pueden llegar a afectar diversas funciones, como la captura del carbono y la cantidad almacenada en el suelo, los ciclos de nutrientes, la productividad, la polinización y la resistencia a los patógenos, entre otras.

En términos de paisaje, si la temperatura global sigue aumentando y las precipitaciones disminuyendo, el modelamiento predictivo bajo diferentes escenarios de emisiones de CO₂ muestra que el paisaje de Chile será muy diferente al actual, con grandes cambios en la distribución de los ecosistemas y las especies nativas y exóticas (Arroyo et al., 2019).

En cuanto a la disminución de las precipitaciones, Chile central ha experimentado una secuencia ininterrumpida de años secos desde el 2010, con un déficit de lluvia promedio de entre 20-40%, exacerbando el déficit hídrico a través de la evaporación desde lagos, embalses y cultivos. Este evento climático, denominado "megasequía", es el evento más largo registrado y se prevé que su impacto seguirá contribuyendo durante el siglo XXI a una progresiva aridificación de la zona centro-sur de Chile, teniendo efectos perjudiciales sobre la disponibilidad de agua, vegetación e incendios forestales, los que se han traducido en impactos sociales y económicos (CR2, 2015; Garreaud et al., 2019).

Durante la megasequía, el déficit de precipitaciones ha generado un impacto sobre la cantidad de agua que de ríos, lagos, embalses, nieve y aguas subterráneas de Chile central. A su vez, producto del bajo caudal de los ríos, los nutrientes como el nitrato y el fosfato drenan en menor cantidad al mar, afectando directamente la productividad biológica de la zona costera. También se ha evidenciado una disminución del crecimiento de la vegetación en sectores costeros y valles interiores desde la región de Coquimbo a

O'Higgins y la superficie forestal quemada en la zona centro-sur ha aumentado un 70% (CR², 2015).

Se estima que alrededor de un cuarto del déficit de precipitación durante la megasequía actual es atribuible al cambio climático antrópico (Arroyo et al., 2019). Sumado a esto, el cambio climático es un grave estresor para los ecosistemas de agua dulce que dependen directamente de los regímenes de precipitación y temperatura (Habit et al., 2019).

En los humedales, existe una elevada vulnerabilidad de los distintos grupos taxonómicos al cambio climático, el cual podría aumentar la frecuencia de floraciones algales tóxicas y la intermitencia de los cuerpos de agua, lo que liberaría más dióxido de carbono a la atmósfera. Se considera que, a nivel global, el 14% de las soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación al cambio climático deben basarse en la protección de humedales, ya que los ecosistemas de agua dulce albergan una biodiversidad desproporcionadamente alta en relación a su proporción en la superficie de la tierra, son secuestradores de carbono más eficientes que los ecosistemas terrestres y marinos en términos proporcionales a su tamaño, entre otros (Habit et al., 2019).

En particular, los ecosistemas de agua dulce de la zona mediterránea del centro y sur del país son altamente vulnerables al cambio climático, ya que sus regímenes de caudal reflejan directamente el patrón de las precipitaciones (Bonada & Resh, 2013). Con la reducción de caudales, la biota acuática de las regiones mediterráneas tiende a desplazarse a zonas de mayor latitud o mayor elevación, las comunidades tienden a cambiar sus composiciones y a homogeneizarse, y persisten especies cuyas historias de vida les permiten adaptarse a las nuevas condiciones (Filipe et al., 2013).

En la Figura 4-66 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

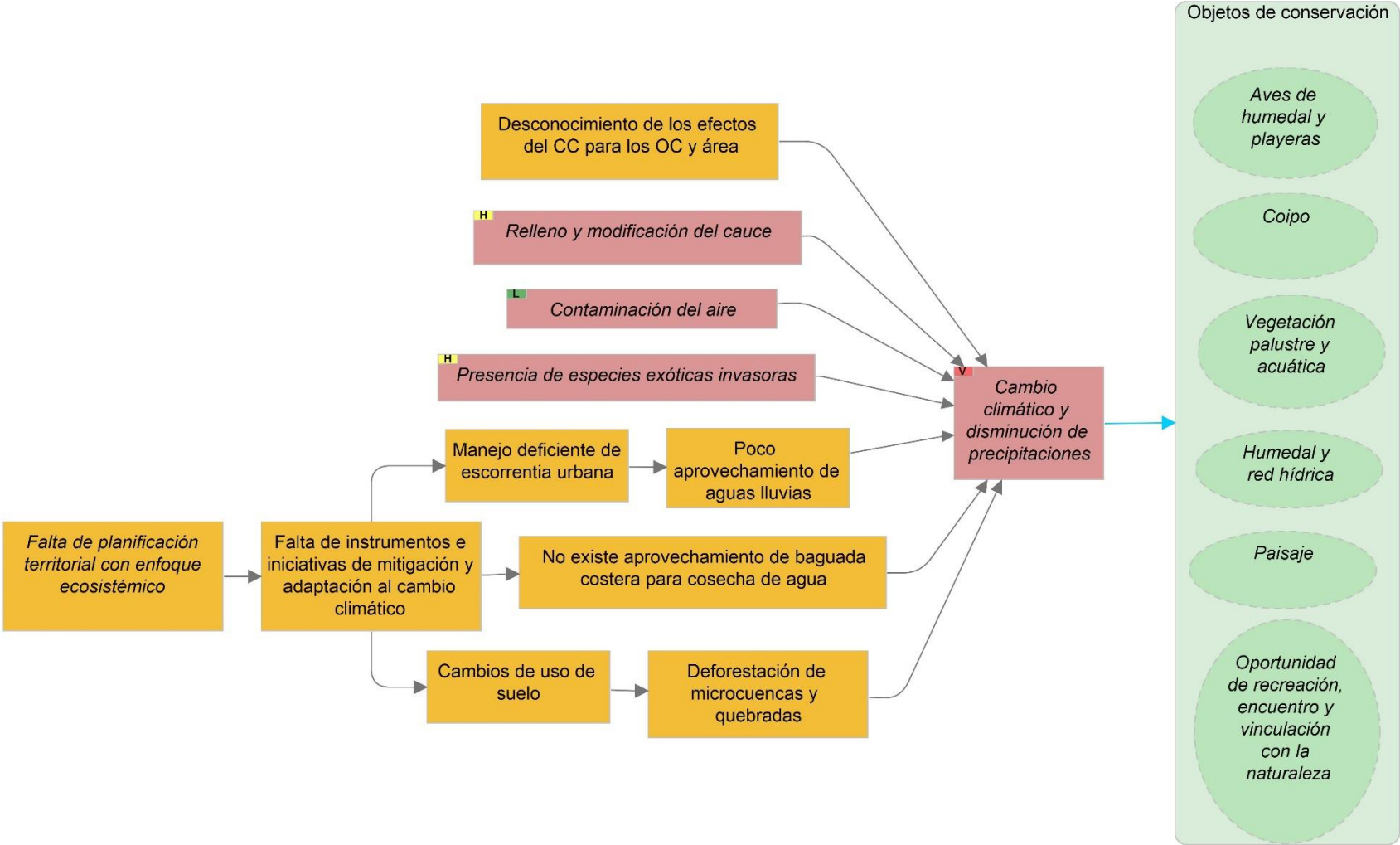


Figura 4-66. Modelo conceptual de la amenaza "Cambio climático y disminución de precipitaciones".

4.5.2.12 Desastres naturales e inundaciones

Dentro de la información levantada en los talleres realizados, se identificó como una amenaza directa importante del área, la existencia de desastres naturales (como terremotos y tsunamis) e inundaciones de la localidad de La Laguna lo que afecta a los OC Humedal y red hídrica y OC Paisaje.

Históricamente, en el HU Laguna y Estero Catapilco se han registrado eventos de crecidas del estero los años 1985, 2002, 2015 y 2017 (Figura 4-68). De acuerdo con la información colectada en los talleres participativos y el levantamiento de información realizado por Duarte (2019), en el área se menciona que este fenómeno estaría siendo propiciado por el bajo nivel de la localidad de La Laguna de Zapallar, el arrastre de sedimento (limo, arcilla, arena y grava) depositado en el fondo de la Laguna y la eliminación de escombros hacia el caudal.

En respuesta, las inundaciones han sido controladas por la Municipalidad de Zapallar mediante el manejo de la barra de arena en la desembocadura del Humedal, el cual no cuenta con un criterio ecológico para su manejo. En relación con lo anterior, actualmente no existe un acuerdo entre el municipio y la comunidad para implementar medidas de mitigación frente a las inundaciones.

Duarte (2019) señala que el desborde del Estero Catapilco del año 2017 "fue el que generó más consecuencias negativas para la comunidad aledaña, como resultado de precipitaciones altas, arrastre de sedimentos, escombros y marejadas anormales, el cual permitieron que las olas alcanzaran el humedal haciendo en vano su apertura".



Figura 4-67. Sectores inundados tras el desborde de estero Catapilco en años 2015 y 2016.
Fuente: Rafael Finch



Figura 4-68. Imágenes de inundación por crecida de Estero Catapilco: destrucción del puente y pilares, año 1985 (1); destrucción de orilla norte (Av. La Laguna) del Humedal, año 2002 (2); inundación junio de 2017 (3, 4 y 5); y manejo de barra con maquinaria pesada en desembocadura (6). Fuente: Rafel Finch (1 y 2); Sitio del Suceso, 2017 (3, 4 y 5); Soy Valparaíso, 2020 (6).

En general, las inundaciones son consideradas una perturbación importante que afecta a los ecosistemas acuáticos y los servicios ecosistémicos que proveen. Las inundaciones extremas pueden causar pérdidas de vidas y la destrucción significativa de propiedades e infraestructuras. Además, tiene otros efectos en las personas a través de los servicios ecosistémicos acuáticos de agua dulce, que a menudo pasan desapercibidos al ser menos evidentes y, en algunos casos, difíciles de evaluar (Talbot et al., 2018).

Entre sus efectos negativos, las inundaciones pueden causar sedimentación y erosión, llevar contaminantes (como pesticidas de la agricultura, químicos industriales, escombros y aguas residuales) afectando la calidad del agua que llega al mar, propagar enfermedades transmitidas por el agua y tener un efecto negativo en la vida silvestre, provocando ahogamientos, proliferación de enfermedades y destrucción de hábitats (National Geographic Society, 2021). Zhang et al. (2021), señala que las inundaciones extremas afectan gravemente la biodiversidad de animales terrestres (aves, mamíferos, reptiles, anfibios e insectos), dependiendo el grado del impacto de factores como las características del animal, las condiciones naturales y características de la inundación.

Sin embargo, se describen una serie de efectos positivos de las inundaciones, especialmente las de tipo estacional, como las que ocurren en el HU Laguna y Estero Catapilco, tales como la renovación de ecosistemas, proporcionando agua que provee de nutrientes (como nitrógeno fósforo y material orgánico a la tierra circundante) que quedan en el suelo al retroceder el agua, proveyendo un fertilizante natural que mejora la calidad del suelo y tienen un efecto positivo en el crecimiento de plantas, aumentando la productividad del ecosistema. A su vez, las inundaciones pueden recargar ecosistemas, reponiendo las fuentes de aguas subterráneas de la cual dependen los ecosistemas durante los periodos secos, pueden desencadenar eventos de reproducción y migraciones en algunas especies (Poff, 2002; Talbot et al., 2018; National Geographic Society, 2021).

También, se describe que las inundaciones estacionales pueden aumentar las poblaciones de peces nativos mediante la "superación" de especies invasoras que no están adaptadas a los ciclos del caudal, la proporción de sitios de crianza de peces pequeños en los sedimentos depositados en los lechos de los ríos y el sustento de redes alimentarias acuáticas al aumentar la productividad (National Geographic Society, 2021).

En este sentido, se describe que la influencia de las inundaciones en los servicios ecosistémicos depende del tamaño de la inundación y del tipo de servicio (Tabla 4-47 y Figura 4-6g). En una revisión de literatura realizada por Talbot et al. (2018) sobre servicios ecosistémicos acuáticos afectados por inundaciones, se obtuvo como resultado que, es más probable que inundaciones extremas (intervalo de recurrencia de 100 años) se asocien a la disminución de los servicios ecosistémicos, mientras que las inundaciones pequeñas (intervalo de recurrencia de 10 años) proporcionan o mejoran muchos servicios. Este último tipo de inundaciones tendrían efectos neutrales o positivos en los servicios

ecosistémicos, como por ejemplo provocar aumento en la producción primaria, regulación del agua, recreación y turismo.

Tabla 4-47. Resumen de los impactos de inundaciones pequeñas y extremas en las ganancias y pérdidas de los servicios ecosistémicos.

| Servicio ecosistémico | Ganancia o pérdida (+/-/o) | |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Inundación pequeña ²¹ | Inundación extrema ²² |
| Producción primaria | + | + |
| Formación del suelo | - | - |
| Regulación del agua | + | + |
| Calidad del agua | - | - |
| Regulación de enfermedades humanas | - | - |
| Regulación del clima | 0 | - |
| Agua potable | 0 | - |
| Suministro de alimento | - | - |
| Valor estético | NA | - |
| Recreación y turismo | + | - |

"+": Ganancias; "-": Pérdidas; "0": Efectos neutrales.

Fuente: Elaboración propia en base a Talbot et al. (2018).

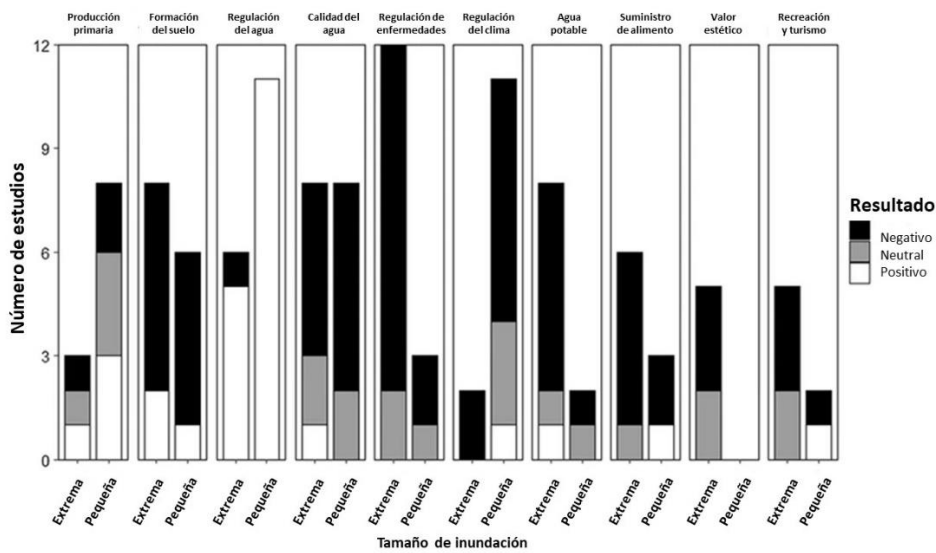


Figura 4-69. Número de estudios consultados en revisión sistemática de literatura con resultados negativos, neutrales y positivos sobre diez servicios ecosistémicos acuáticos, posterior a inundaciones pequeñas y extremas (abajo). Fuente: Talbot et al., 2018.

²¹ Inundación pequeña: intervalo de recurrencia de 10 años

²² Inundación extrema: intervalo de recurrencia de 100 años

Por tanto, debido a los múltiples efectos provocados por las inundaciones extremas y estacionales a las cuales se encuentra expuesto el HU Laguna y Estero Catapilco, es necesario analizar particularmente cada caso y determinar medidas que permitan afrontar esta amenaza con un enfoque socio ecológico.

Adicionalmente, el HU presenta la existencia potencial de inundaciones extremas a causa de maremotos. Recientemente, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), publicó una Carta de inundación por tsunami de Zapallar, Cachagua, La Laguna y Maitencillo, evidenciando una "alta vulnerabilidad" de inundación para la localidad de La Laguna ante eventuales maremotos (Figura 4-70).

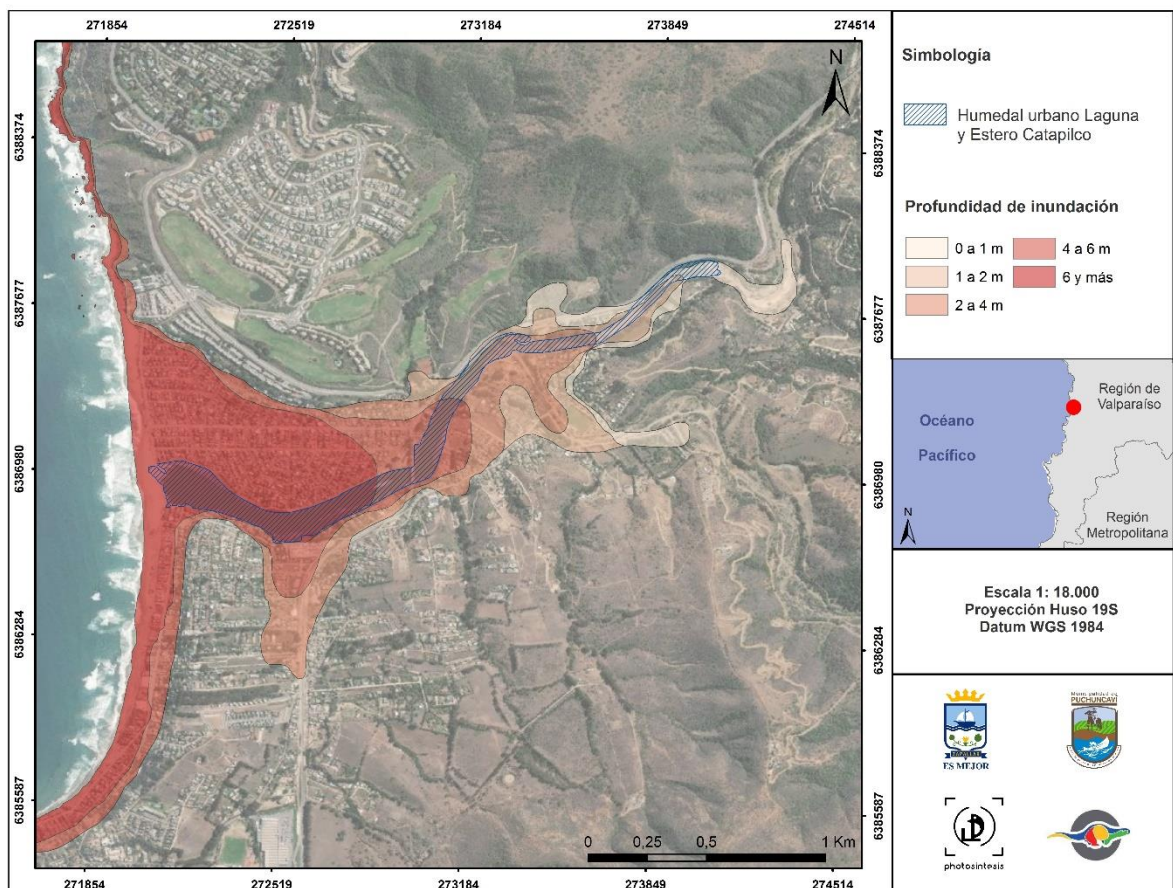


Figura 4-70. Carta de inundación del SHOA para localidad de La Laguna (IDE Chile, 2015).
Elaborado por: Photosintesis Consultores.

En la Figura 4-71 se muestra de manera conceptual la situación actual de la amenaza y los factores que contribuyen a la presencia y permanencia de esta amenaza en el área.

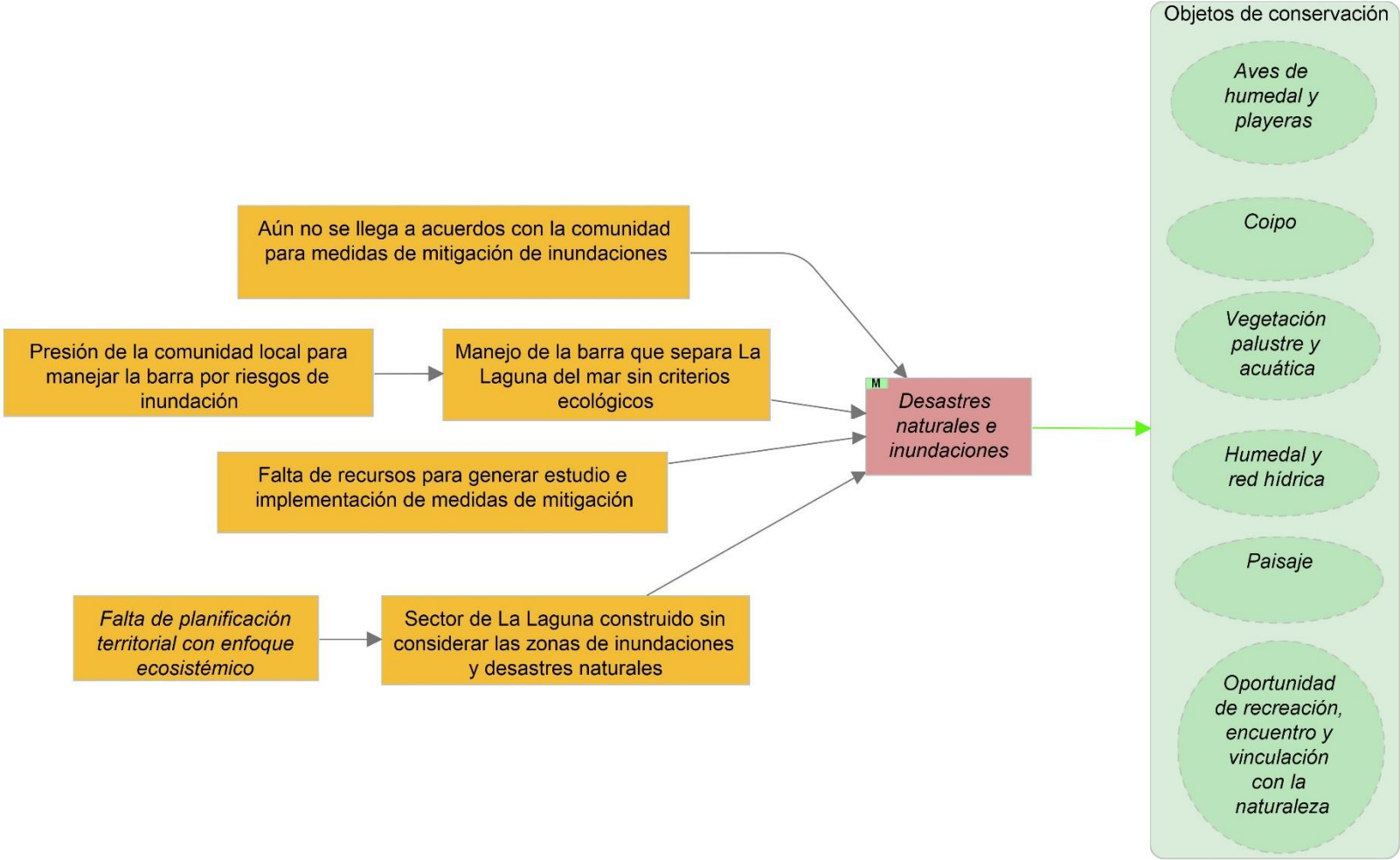


Figura 4-71. Modelo conceptual de la amenaza "Desastres naturales e inundaciones".

4.5.3 Análisis de calificación de amenazas

Se realizó el análisis de calificación de amenazas utilizando la metodología propuesta por los estándares abiertos para la práctica de la conservación en la cual se evalúan las amenazas según diferentes criterios preestablecidos. En este caso se utilizaron los criterios presentados en la Tabla 4-48. Para esto se realizó en primera instancia una propuesta por el equipo consultor que fue revisada y ajustada con el equipo de planificación obteniéndose la calificación de amenazas según se muestra en la Tabla 4-49.

Tabla 4-48. Criterios utilizados para la calificación de amenazas. (Fuente: adaptado de CMP 2013).

| CRITERIO | BAJO | MEDIO | ALTO | MUY ALTO |
|--|--------------------------------------|--|---|--|
| ALCANCE (área/población) Proporción del OC que se vería afectada por amenaza dentro de 10 años bajo las condiciones actuales | 1-10% | 11-30% | 31-70% | 71-100% |
| SEVERIDAD (dentro del alcance) Grado de reducción/destrucción del OC en 10 años o 3 generaciones dentro del alcance o % del OC afectado por la amenaza. | 1-10% Localizado/ temporal | 11-30% Reducción media | 31-70% Reducción seria | 71-100% Extinción |
| IRREVERSIBILIDAD Grado en que los efectos de una amenaza pueden ser revertidos y el OC restaurado, si la amenaza deja de existir. | 0-5 años Fácilmente revertidos | 6-20 años Pueden ser revertidos | 21-100 años Poco probable restaurar, pero técnicamente factible | Más de 100 años Muy poco probable restaurar |

Tabla 4-49. Calificación de amenazas para los OC

| Amenazas \ Objetos de conservación | Coipo | Humedal y red hídrica | Aves de humedal y playeras | Vegetación palustre y acuática | Paisaje | Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza | Calificación de amenazas |
|---|----------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------|--|--------------------------|
| Cambio climático y disminución de precipitaciones | Muy alto | Muy alto | Muy alto | Muy alto | Alto | Bajo | Muy alto |
| Relleno y modificación del cauce | Alto | Alto | Alto | Medio | Alto | Bajo | Alto |
| Extracción de agua no sustentable | Medio | Alto | Medio | Alto | Medio | Bajo | Alto |
| Presencia de animales domésticos | Alto | Medio | Alto | Bajo | N/A | Bajo | Alto |
| Presencia de especies exóticas invasoras | Alto | Medio | Medio | Alto | Alto | N/A | Alto |
| Desastres naturales e inundaciones | Medio | Medio | Bajo | Medio | Medio | Bajo | Medio |
| Contaminación de agua y suelo | Medio | Alto | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Medio |
| Extracción de áridos | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | N/A | Bajo |
| Intrusión y perturbación humana | Bajo | Bajo | Bajo | Medio | Bajo | Bajo | Bajo |
| Contaminación del aire | Bajo | Bajo | Bajo | N/A | N/A | Bajo | Bajo |
| Contaminación acústica y lumínica | Bajo | N/A | Bajo | N/A | Bajo | Bajo | Bajo |
| Microbasurales y residuos sólidos | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| Calificación del objeto | Muy alto | Muy alto | Alto | Alto | Alto | Bajo | Global: Muy |

| Amenazas \ Objetos de conservación | Coipo | Humedal y red hídrica | Aves de humedal y playeras | Vegetación palustre y acuática | Paisaje | Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza | Calificación de amenazas |
|--|----------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------|--|--------------------------|
| Cambio climático y disminución de precipitaciones | Muy alto | Muy alto | Muy alto | Muy alto | Alto | Bajo | Muy alto |
| Relleno y modificación del cauce | Alto | Alto | Alto | Medio | Alto | Bajo | Alto |
| Extracción de agua no sustentable | Medio | Alto | Medio | Alto | Medio | Bajo | Alto |
| Presencia de animales domésticos | Alto | Medio | Alto | Bajo | N/A | Bajo | Alto |
| Presencia de especies exóticas invasoras | Alto | Medio | Medio | Alto | Alto | N/A | Alto |
| Desastres naturales e inundaciones | Medio | Medio | Bajo | Medio | Medio | Bajo | Medio |
| Contaminación de agua y suelo | Medio | Alto | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Medio |
| | | | | | | | alto |
| N/A: no existe afectación significativa del OC por la amenaza. | | | | | | | |

4.6 Análisis situacional del HU Laguna y Estero Catapilco

El análisis de situación permite entender el contexto del área y facilita un entendimiento común sobre las relaciones entre OC, sus amenazas directas y sus factores contribuyentes (CONAF 2017a).

El análisis de situación de HU Laguna y Estero Catapilco, elaborado en el software MIRADI, fue realizado a partir de la información levantada desde la revisión bibliográfica y talleres participativos. El modelo conceptual (Figura 4-72), incorpora los OC como eje central del diagrama (cuadro verde, óvalos verdes), acompañados a su izquierda por amenazas directas que impactan sobre los OC (rectángulos rojos) y factores contribuyentes que desencadenan el desarrollo de estas amenazas (rectángulos amarillos).

En el anexo digital "Anexo 8_MIRADI" se encuentra el proyecto "PGI Humedal Laguna y Estero Catapilco.Miradi" se encuentra el modelo conceptual general y por amenazas y los análisis generados para el área.

El modelo conceptual se construyó a partir de la vinculación de los distintos factores identificados en las fases anteriores en especial en la identificación y desarrollo de las amenazas. La situación actual del HU se encuentra mediado por factores tales como la falta de capacidades en las municipalidades, lo cual, junto a la poca coordinación con otras entidades públicas determina que exista actualmente deficiencias en la gestión, falta de fiscalización, falta de planificación territorial con enfoque ecosistémico y marcos regulatorios insuficientes para el control de amenazas, tanto a nivel local como de cuenca. Lo anterior en un contexto de falta de conciencia y educación ambiental tanto de la comunidad local y visitantes estivales como de empresas que operan en el área y en la cuenca. Lo anterior está también influenciado por una falta de estudios diagnósticos en torno a las amenazas, impactos sobre los OC y posibles soluciones para mitigarlas.

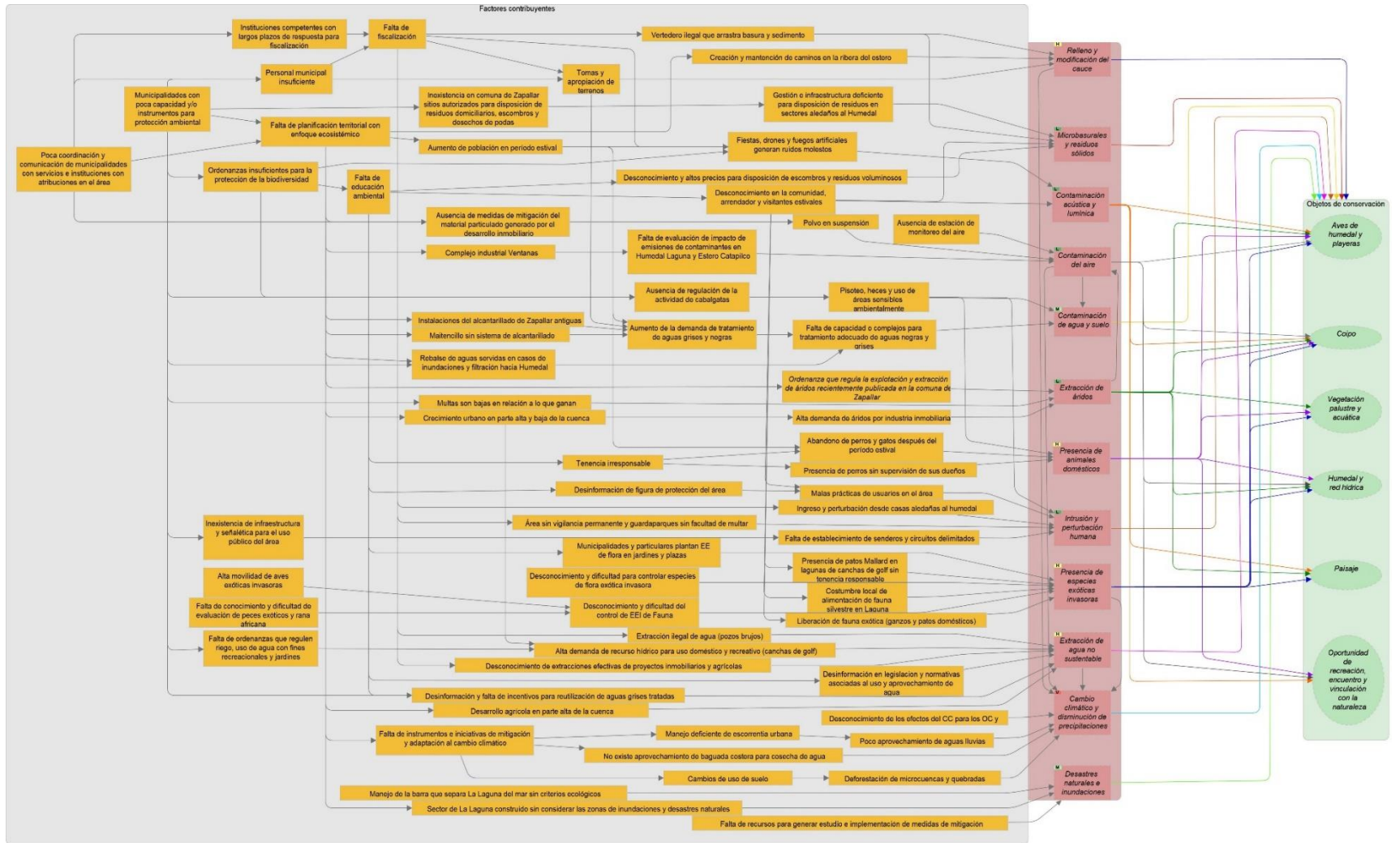


Figura 4-72. Modelo conceptual del HU Laguna y Estero Catapilco.

5 ETAPA 2: PLANIFICAR

5.1 Identificación y descripción de estrategias

Una estrategia es un grupo de acciones o actividades con un enfoque común que trabajan en conjunto para alcanzar los objetivos y metas planteadas (modificado de CMP 2007). Es importante considerar que las intervenciones pueden operar sobre los OCB y OCC, amenazas directas y factores contribuyentes

A partir de la identificación de puntos de intervención en el análisis situacional del HU Laguna y Estero Catapilco y su modelo conceptual asociado, es que se propone la implementación de ocho estrategias para la consolidación del modelo de gobernanza del área, la conservación de los OC y el control de las amenazas (Figura 5-1).

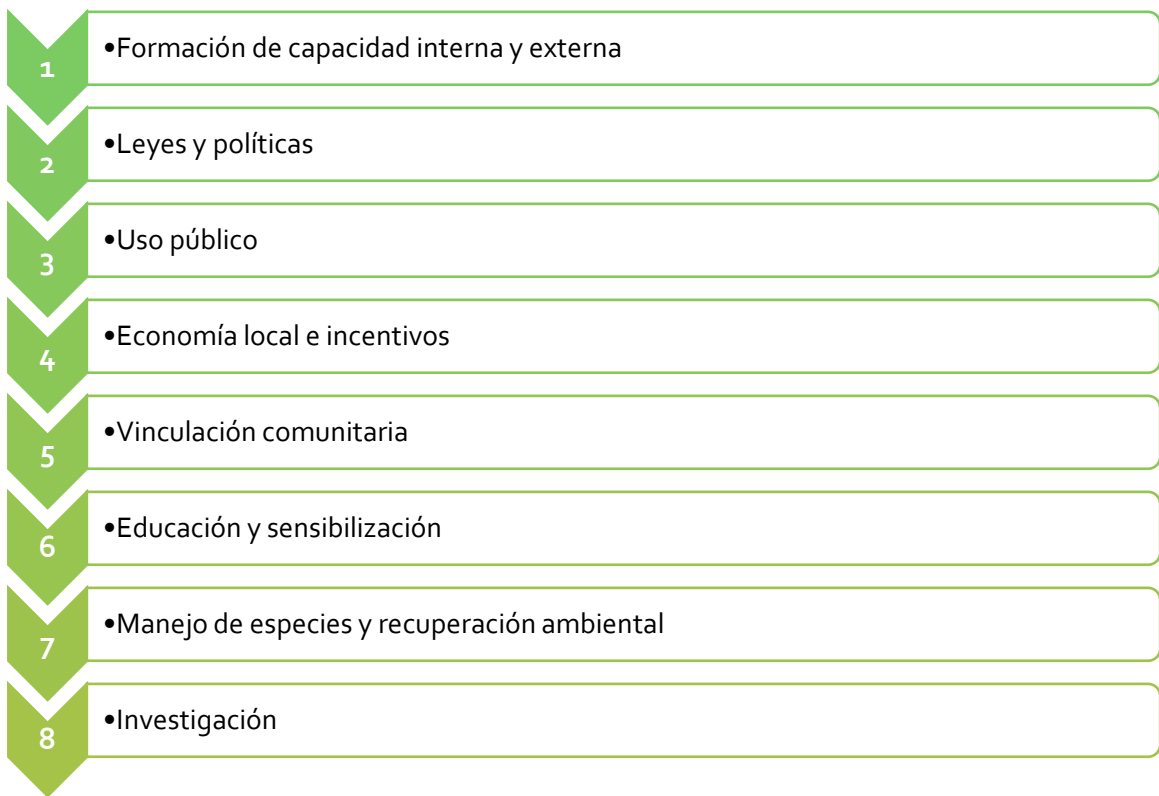


Figura 5-1 Estrategias identificadas para el HU Laguna y Estero Catapilco.

5.1.1 Formación de capacidad interna y externa

Esta estrategia se considera como habilitante para poder implementar de manera efectiva el PGI, esto significa que, si ésta no se desarrolla, difícilmente se podrá ejecutar la planificación acordada. Con ésta, se busca generar una gestión y gobernanza optima del Humedal a través actividades que fomenten las capacidades y acciones colaborativas entre los municipios y otras partes públicas y privadas involucradas en el manejo y protección del HU Laguna y Estero Catapilco.



Figura 5-2. Subestrategias asociadas a la estrategia "Fortalecimiento de la capacidad interna y externa".

5.1.2 Leyes y políticas

Esta estrategia tiene el objetivo de generar acciones destinadas a desarrollar, cambiar, influenciar y favorecer la implementación de un marco normativo y reglamentaciones que permitan generar una fiscalización eficiente, una planificación territorial que esté alineada con los criterios mínimos para la sustentabilidad de Humedales Urbanos establecidos por el Reglamento de la Ley 21.020.

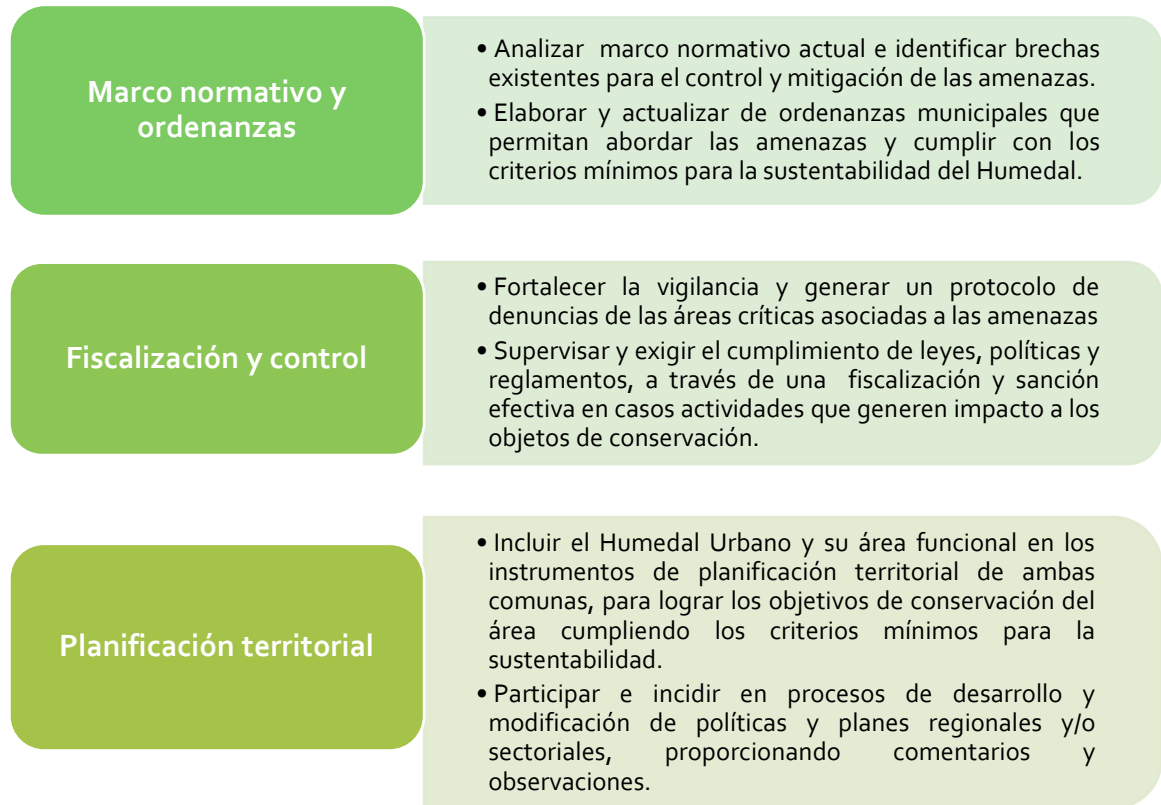


Figura 5-3. Subestrategias asociadas a la estrategia “Leyes y políticas”.

5.1.3 Uso público

Esta estrategia está enfocada en la creación de un espacio orientado al encuentro, la educación y la recreación, que favorezca el vínculo entre la comunidad local y el Humedal, a través de:

- Construcción y mejoramiento de infraestructura para uso público y manejo de amenazas del área.
- Elaboración de señalética que sensibilice y eduque a los visitantes sobre actividades no permitidas y normativa del área.

5.1.4 Educación y sensibilización

Esta estrategia se basa en realizar acciones orientadas a mejorar conocimiento, actitudes y conductas sobre la biodiversidad, servicios ecosistémicos y amenazas que existen en el área, y comunicar y difundir los resultados y avances en la conservación del área.

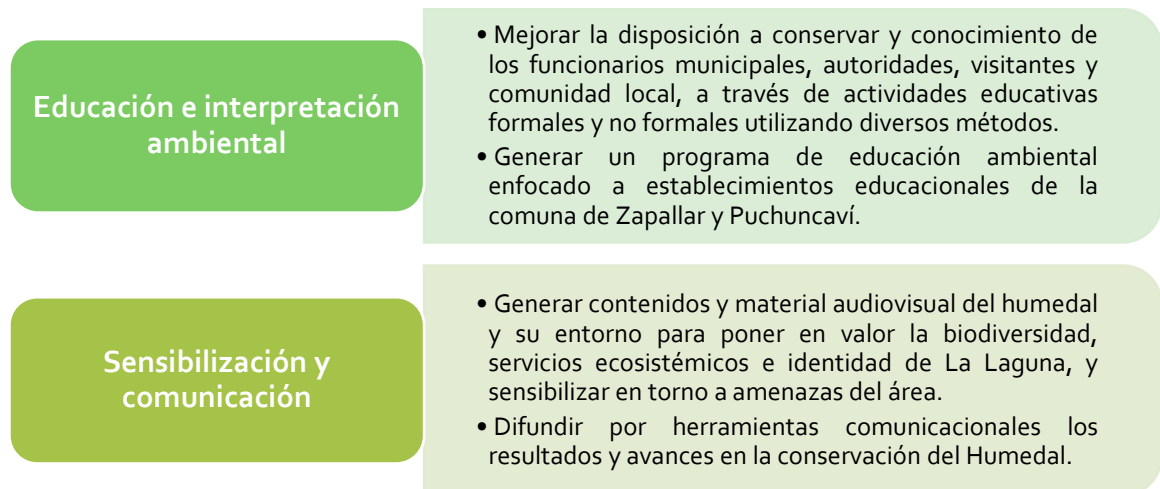


Figura 5-4. Subestrategias asociadas a la estrategia “Educación y sensibilización”.

5.1.5 Economía local e incentivos

Esta estrategia apunta a generar acciones para acceder y entregar incentivos económicos y de otro tipo a las comunidades locales para fomentar el desarrollo de la economía local y prácticas asociadas a la adaptación y resiliencia al cambio climático.

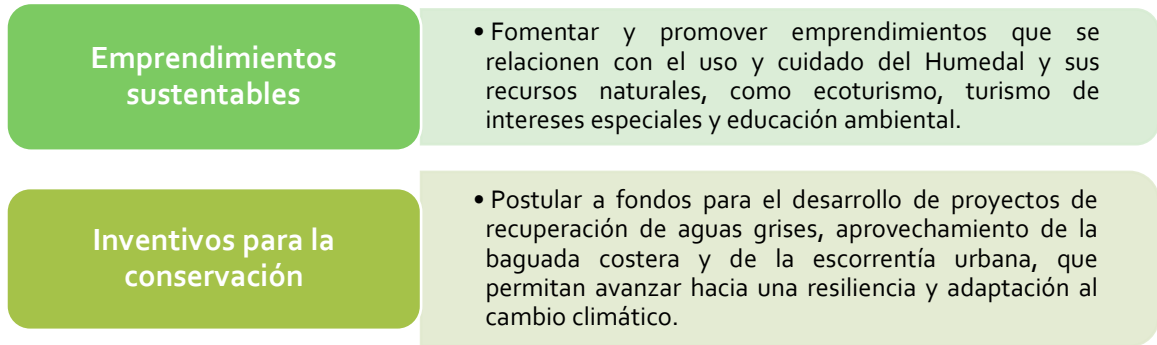


Figura 5-5. Subestrategias asociadas a la estrategia "Economía local e incentivos".

5.1.6 Vinculación comunitaria

Esta estrategia está enfocada a incorporar a la comunidad en la gestión del área, fortaleciendo la participación y colaboración entre los administradores del Humedal y la comunidad local.

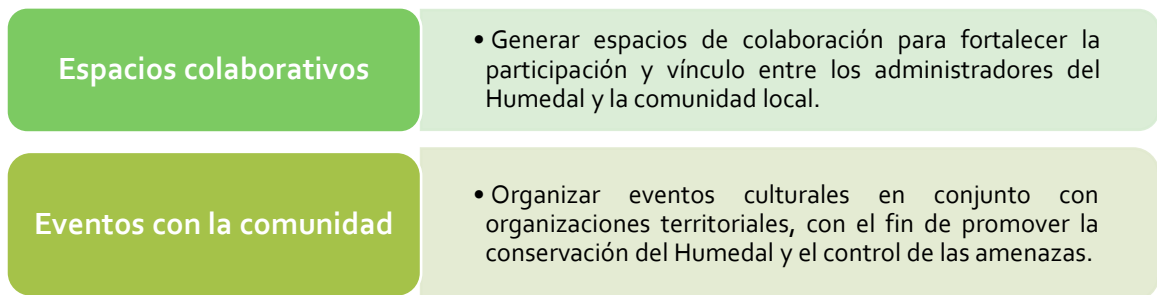


Figura 5-6. Subestrategias asociadas a la estrategia "Vinculación comunitaria".

5.1.7 Manejo de especies y recuperación ambiental

Son acciones orientadas al manejo de especies y recuperación de sectores, para favorecer la conservación y la mitigación de las amenazas en el Humedal y su zona de influencia.

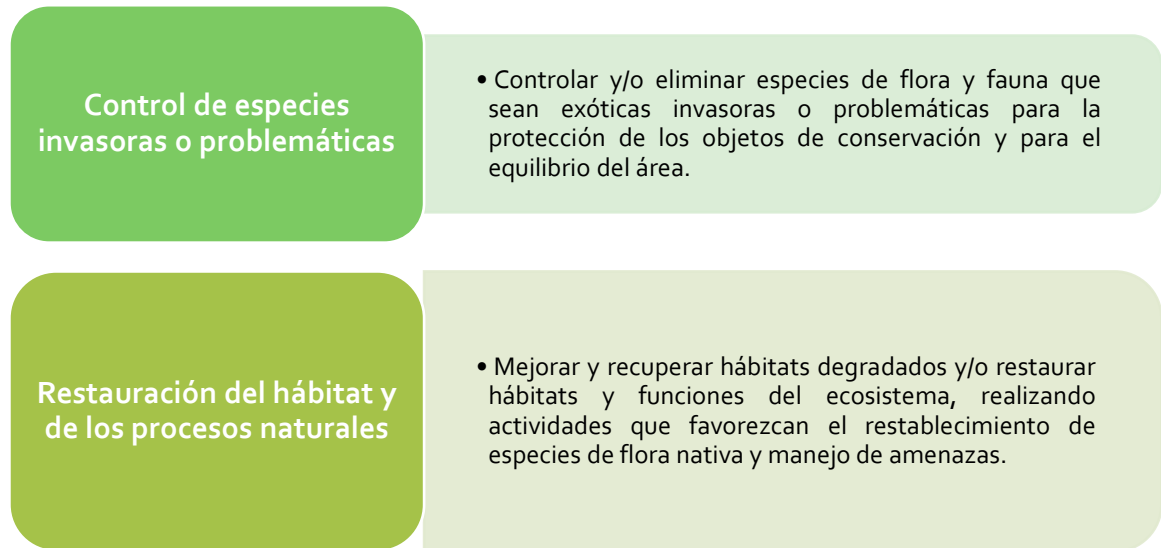


Figura 5-7. Subestrategias asociadas a la estrategia “Manejo de especies y recuperación ambiental”.

5.1.8 Investigación

Estas estrategias apuntan a generar información adecuada y de calidad para reducir las brechas de información y generar un monitoreo efectivo de los objetos de conservación y amenazas identificadas, a través de trabajo en conjunto con universidades, centros de investigación y fundaciones con objetivos atingentes.

5.2 Definición de Objetivos de manejo

Los objetivos, u objetivos de manejo, corresponden al estado deseado de los OCB y OCC para un plazo determinado (modificado de FOS 2009). Corresponden a lo que se busca lograr a través del manejo del área protegida mediante la implementación de estrategias.

Para plantear los objetivos, el equipo consideró como insumo principal los indicadores identificados para durante el Análisis de Viabilidad para cada OCB y OCC. Los objetivos deben cumplir con los requisitos de ser ligados a objetos, orientados a impacto, medibles, acotados temporalmente y específicos (CMP, 2013, CONAF, 2017).

Tabla 5-1. Objetivos de manejo definidos para cada OC.

| Objeto de conservación | Objetivo de manejo |
|---------------------------------------|---|
| Aves de humedal y playeras | Al 2027, la abundancia de las aves indicadoras se encuentra calificada entre buena y muy buena. |
| | Al 2027, se ha registrado nidificación del 100% de las especies indicadoras. |
| | Al 2027, la riqueza del ensamble de aves de humedal y playeras es mayor a la riqueza promedio. |
| | Al 2032, el éxito reproductivo de las aves indicadoras es mayor al 51%. |
| | Al 2032, el desarrollo de polluelos de las especies indicadoras es mayor al 51%. |
| Coipo | Al 2024, la abundancia de coipos es mayor a 3 individuos. |
| | Al 2027, el éxito reproductivo es mayor a 4 crías por año. |
| | Al 2032, el desarrollo de crías de coipos es mayor al 75%. |
| Vegetación palustre y acuática | Al 2027, la superficie y cobertura de vegetación ribereña ha aumentado, respecto a línea base. |
| | Al 2027, la composición de especies acuáticas y palustres nativas es mayor a 50%. |
| | Al 2032, han disminuido las áreas sin vegetación en el área ribereña, respecto a línea base. |
| Humedal y red hídrica | Al 2024, se conoce la altura de la capa freática y la profundidad de la columna de agua. |

| Objeto de conservación | Objetivo de manejo |
|---|--|
| | Al 2027, los parámetros fisicoquímicos indican un mejor estado de eutroficación, respecto a línea base. |
| | Al 2027, el número de especies de peces nativos es al menos de 4 especies. |
| | Al 2027, el número de especies de macroinvertebrados es al menos de 7 especies. |
| Paisaje | Al 2027, comunidad reconoce los atributos de la dimensión visual y emotiva del paisaje y los valora positivamente. |
| | Al 2027, comunidad reconoce los atributos del paisaje sonoro y los valora positivamente. |
| Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza | Al 2024, existe presencia digital en plataformas y redes sociales del HU Laguna y Estero Catapilco. |
| | Al 2024, existe un cuerpo de guardaparques permanente que entrega información a los visitantes. |
| | Al 2024, existe un programa de visitas guiadas enfocado en comunidad y organizaciones locales. |
| | Al 2026, existe un programa de visitas guiadas enfocado en visitantes estivales. |
| | Al 2026, existen rutas y senderos habilitados en el tramo del Estero Catapilco. |
| | Al 2027, el equipo de implementación ha difundido anualmente la conservación del HU en ferias y otras instancias comunitarias. |
| | Al 2028, existen al menos dos infraestructuras para la observación y/o contemplación. |
| | Al 2032, los espacios de uso público y la señalética cumplen criterios de accesibilidad universal y multisensorialidad. |

5.3 Teoría del cambio, cadenas de resultados y metas para la mitigación de las amenazas

La teoría del cambio explicita a través de supuestos como cada estrategia ayudará a lograr a través de los resultados intermedios los objetivos y metas deseadas a largo plazo (CMP, 2020). Las cadenas de resultados son, entonces la representación gráfica de la teoría del cambio y muestran la secuencia causal entre los resultados intermedios y finales. A continuación, mostramos las cadenas de resultados para las estrategias transversales y para las amenazas. Las cadenas de resultados de las amenazas reúnen un conjunto estrategias (y su teoría del cambio) que resultan en la mitigación de la amenaza, por lo que se les denomina estrategias de amenaza.

5.3.1 Estrategias transversales

De las estrategias anteriormente expuestas, se identificaron cuatro estrategias transversales. Estas son pilares fundamentales para la implementación del PGI y mitigan a todas las amenazas en su conjunto. A continuación, se presenta la teoría del cambio a través de cadenas de resultados para las estrategias transversales identificadas:

5.3.1.1 *Formación de capacidad interna y externa*

Para esta estrategia transversal, se plantea para la meta final: **al 2025, las municipalidades poseen financiamiento y capacidades para disminuir el impacto de dos amenazas priorizadas para el periodo 2026-2027**. Para esto se pretende acortar brechas de financiamiento, fortalecer el personal municipal y de apoyo, así como sus capacidades para poder implementar el PGI. La creación de un modelo gobernanza con mecanismos de gestión y roles para la implementación del PGI es parte esencial de esta estrategia.

En la Figura 5-8 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá alcanzar esta meta, desde la cual se desprenden las acciones y metas intermedias. En la Tabla 5-2 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2025.

Tabla 5-2 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal “Formación de capacidad interna y externa”.

| Meta final | Resultado final |
|--|---|
| Al 2025, las municipalidades poseen financiamiento y capacidades para disminuir el impacto de tres amenazas priorizadas para el periodo 2026-2027 | Las municipalidades implementan efectivamente el PGI reduciendo el impacto de las amenazas sobre los OC |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, existen acuerdos de cooperación o convenios con al menos 5 instituciones públicas y 2 privadas para la implementación del PGI del HU. | Las municipalidades han generado acuerdos y convenios de cooperación con organismos públicos e instituciones privadas |
| Al 2024, se ha conformado una gobernanza formal que posee mecanismos de participación, gestión y administración del HU validados | Existe una gobernanza que involucra de forma participativas a entidades públicas, privadas y comunidades locales |
| Al 2023, se tiene un informe que contiene una evaluación de brechas y una revisión de acciones del PGI según el presupuesto existente en ambas municipalidades | Existe una evaluación de brechas y prioridades financiamiento para la implementación del PGI |
| Al 2024, existe financiamiento externo para financiar al menos dos acciones que no formen parte del presupuesto de las municipalidades | Municipalidades gestionan alianzas y fondos que permiten disminuir las brechas y financiar prioridades identificadas |
| Al 2024, ha aumentado el personal que trabaja en las distintas líneas estratégicas para la gestión del HU | Existe personal suficiente para implementar efectivamente el PGI |
| Al 2025, se ha capacitado al 100% del personal con funciones atinentes al HU y su gestión, en las temáticas asociadas a la gestión y conservación del HU. | El equipo a cargo de la implementación del PGI está capacitado |

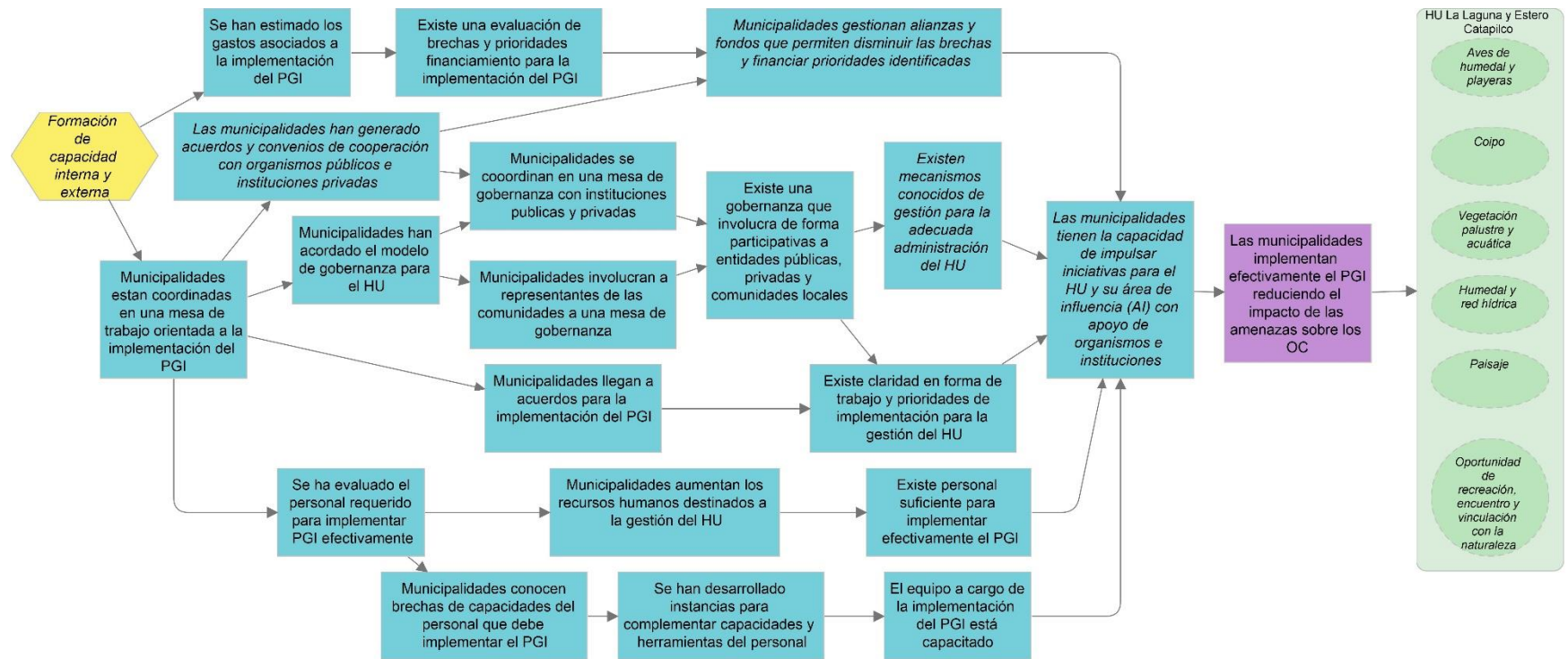


Figura 5-8. Cadena de resultados para la estrategia transversal "Formación de capacidad interna y externa" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.1.2 Leyes y políticas

Para esta estrategia transversal, se plantea la meta final: **al 2027 ambas Municipalidades habrán comenzado la implementación de la ordenanza del humedal y habrán actualizado el PRC siguiendo los criterios de sustentabilidad de la Ley de HU**. Esta estrategia plantea cambios a nivel de ordenamiento territorial, avanzando hacia una planificación territorial que incorpore los distintos aspectos y criterios contenidos en la Ley N° 21.202 de humedales urbanos para asegurar un desarrollo futuro en línea con la conservación del HU. Además, considera el fortalecimiento de regulaciones, del aparato fiscalizador y de vigilancia.

En la Figura 5-9 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá alcanzar esta meta desde la cual se desprenden las acciones y metas intermedias. En la Tabla 5-3 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2025.

Tabla 5-3 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal “Leyes y políticas”.

| Meta final | Resultado final |
|--|--|
| Al 2027, ambas Municipalidades habrán comenzado la implementación de la ordenanza del humedal y habrán actualizado el PRC siguiendo los criterios de sustentabilidad de la Ley de HU | El marco normativo y planificación territorial favorecen la reducción de las amenazas para los OC |
| Metas intermedias | Resultados transformacionales |
| Al 2023, ambos municipios cuentan con una ordenanza general de humedales urbanos. | Municipalidades de Zapallar y Puchuncaví han generado sus ordenanzas generales de los humedales urbanos de la comuna |
| Al 2024, se han generado acuerdos de cooperación con al menos dos instituciones con atribuciones en fiscalización para el HU | Se han coordinado organismos públicos con atribuciones fiscalizadoras y municipalidades |
| Al 2024, existe Brigada de vigilancia comunitaria que apoya en labores de denuncia y registro de amenazas del HU | Se ha establecido un sistema de vigilancia en las áreas críticas (institucional y comunitario) |
| Al 2025, se ha implementado un protocolo de vigilancia y denuncia implementado por los organismos pertinentes de forma efectiva | La fiscalización es efectiva |
| Al 2025, se conocen los resultados del estudio de delimitación del HU que considera las áreas funcionales | Se ha establecido una delimitación del HU que considera las áreas funcionales del humedal |
| Al 2027, ambos municipios cuentan con una planificación territorial que incorpora los criterios de sustentabilidad de la Ley de HU | Se ha actualizado la planificación territorial comunal incorporando los criterios establecidos |

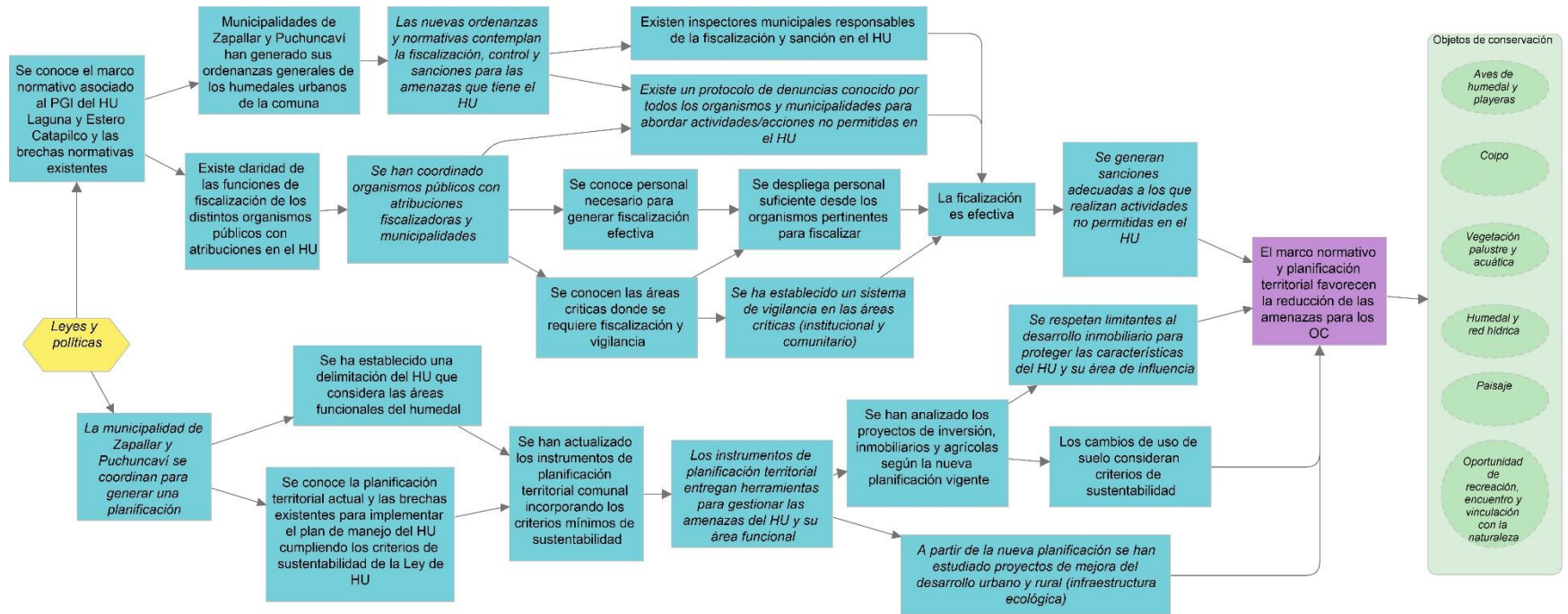


Figura 5-9 Cadena de resultados para la estrategia transversal “Leyes y políticas” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.1.3 *Uso público*

Para esta estrategia transversal, se plantea para la meta final que **al 2027 existe un área de uso público para fines recreativos y turísticos apropiadamente delimitada y vigilada**. Por una parte, se espera se avance en proyectos infraestructura de mejora vial, de gestión de residuos y de uso turístico que incorporen criterios de sustentabilidad. Además, se espera un fortalecimiento de la implementación de personal e infraestructura para las áreas de uso público que fomenten la recreación y disfrute de la comunidad local de manera respetuosa con el entorno.

En la Figura 5-10 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá alcanzar esta meta desde la cual se desprenden las acciones y metas intermedias. En la Tabla 5-4 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2025.

Tabla 5-4 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal “Uso público”.

| Meta final | Resultado final |
|--|---|
| Al 2027, existe un área de uso público para fines recreativos y turísticos apropiadamente delimitada y vigilada. | El uso público del HU cuenta con una gestión y ordenamiento que permite la mitigación de amenazas para los OC |
| Metas intermedias | Resultados transformacionales |
| Al 2023, se ha evaluado y priorizado las necesidades de infraestructura y equipamiento para el HU | Existe una evaluación del ordenamiento del uso público urbano en conjunto a MOP |
| Al 2024, se encuentran licitadas o en carpeta la implementación de proyectos de infraestructura y señalética para fines recreativos y turísticos | Se han implementado exitosamente proyectos de mejora del uso para fines recreativos y turísticos |
| Al año 2024 existe un plan maestro de ordenamiento de uso público | Existe una evaluación participativa del ordenamiento del uso público con fines recreativos y turísticos |
| Al 2025 se encuentra en construcción un área de uso público con fines recreativos y turísticos que cumple con criterios de sustentabilidad de la Ley de HU | Municipalidades cuentan con capacidades y/o alianzas para implementar el uso público con fines recreativos y turísticos |
| Al 2026, el área de uso público con fines recreativos y turísticos se encuentra implementada | Se cuenta con senderos y circuitos claramente delimitados |

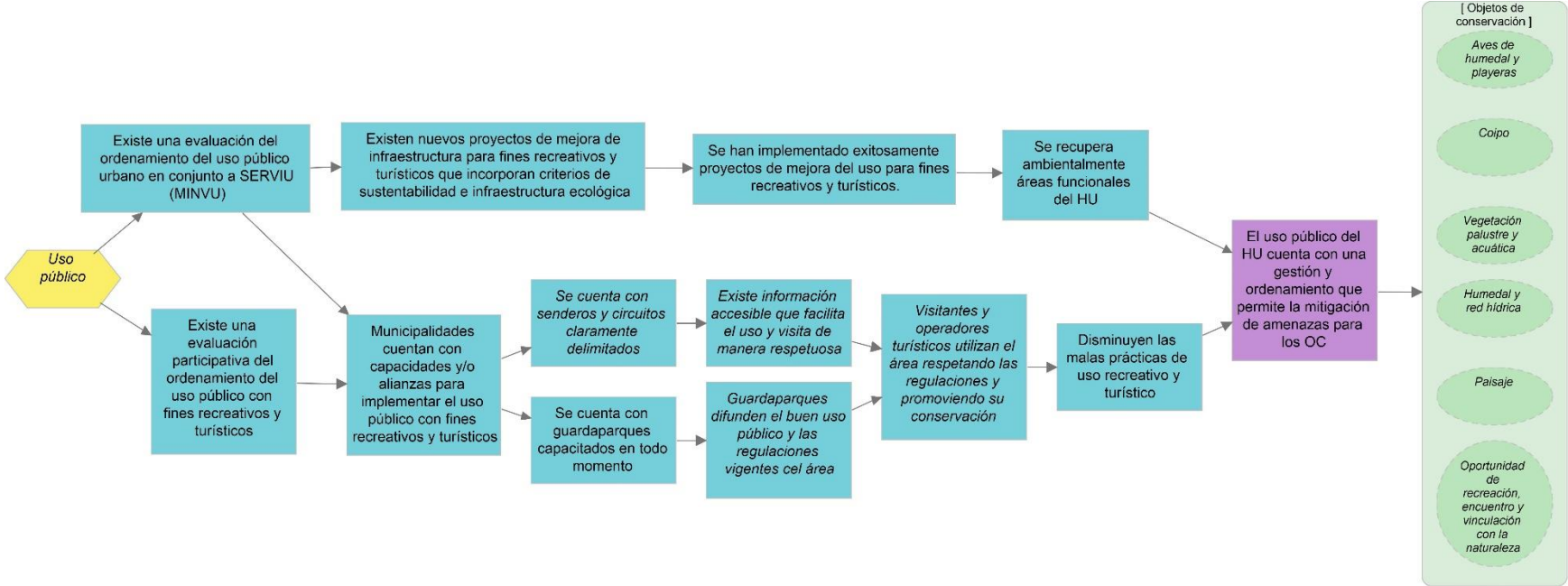


Figura 5-10 Cadena de resultados para la estrategia transversal “Uso público” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.1.4 Educación y sensibilización

Para esta estrategia transversal, se plantea para la meta final que **al 2025, el 80% de los habitantes y 50% de los visitantes conocen los objetos de conservación del HU, las amenazas que los afectan y las regulaciones en torno al HU**. Se espera que a través de alianzas se implemente un programa de educación y sensibilización que llegue a gran parte de la comunidad local y visitantes generando un aumento de conocimientos y cambios actitudinales de los usuarios del HU.

En la Figura 5-11 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá alcanzar esta meta desde la cual se desprenden las acciones y metas intermedias. En la Tabla 5-5 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2025.

Tabla 5-5 Resultados y metas de la cadena de resultados de la estrategia transversal “Educación y sensibilización”.

| Meta final | Resultado final |
|--|--|
| Al 2025, el 80% de los habitantes y 50% de los visitantes conocen los objetos de conservación del HU, las amenazas que los afectan y las regulaciones en torno al HU | El aumento en el conocimiento y sensibilización en la comunidad local y visitantes permite disminuir malas prácticas mitigando las amenazas presentes en el territorio |
| Metas intermedias | Resultados transformacionales |
| Al 2023, existe un programa de educación ambiental que contempla a los objetos de conservación del HU y sus amenazas | Se ha desarrollado un programa de educación según los lineamientos del PGI |
| Al 2024, se han realizado al menos dos campañas de educación ambiental en época estival para visitantes y a lo largo del año para los habitantes del área de influencia del HU | Municipalidades y sus aliados transmiten la importancia de la conservación del HU Laguna y Estero Catapilco y sus amenazas |

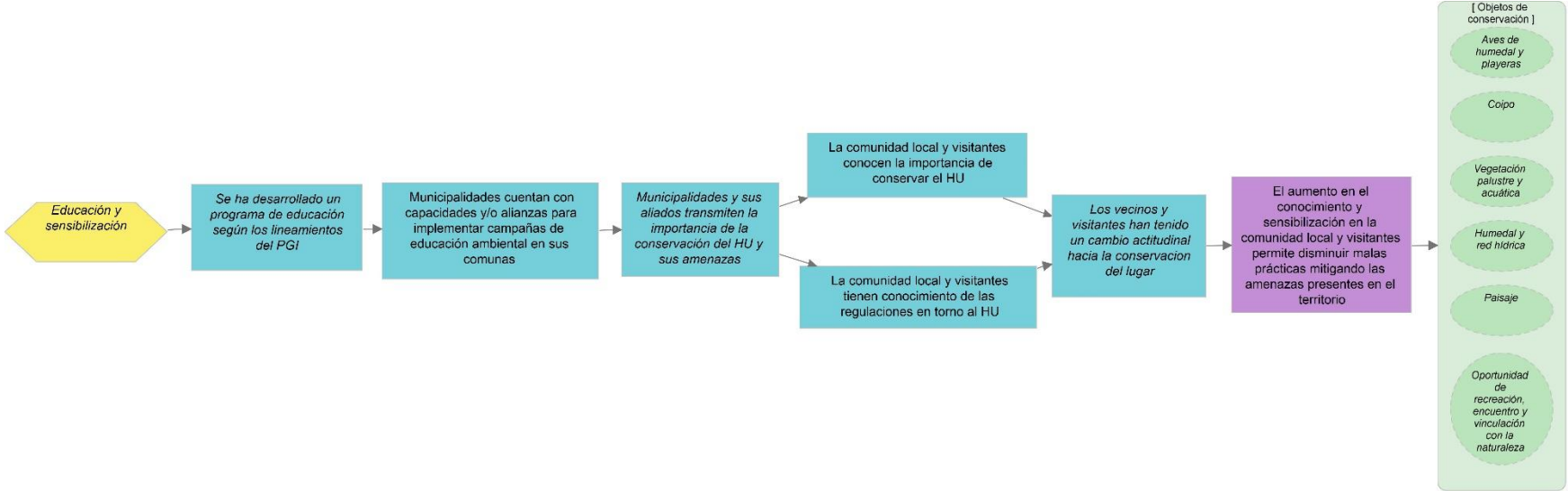


Figura 5-11 Cadena de resultados para la estrategia transversal “Educación y sensibilización” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2 Cadenas de resultados y metas para la mitigación de amenazas: Estrategias de amenaza

5.3.2.1 *Cambio climático y disminución de precipitaciones*

Para la amenaza “Cambio climático y disminución de precipitaciones” la meta indica que **al 2027, se han priorizado alternativas a implementar para adaptación y mitigación al cambio climático y disminución de precipitaciones.** Para ello será necesario investigar los alcances del CC sobre el área y los OC de HU. Por otro lado, se incentivaré e iniciará adaptación de los planes territoriales para incorporar criterios de recuperación e implementación de infraestructura que permita a las comunas adaptarse y mitigar la disminución de precipitaciones.

En la Figura 5-12 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-6 se presentan los resultados intermedios y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta de mitigación de amenaza establecida para el año 2027.

Tabla 5-6 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Cambio climático y disminución de precipitaciones”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2027, se han priorizado alternativas a implementar para adaptación y mitigación al cambio climático y disminución de precipitaciones | Las comunas de Zapallar y Puchuncaví se adaptan y mitigan los efectos del CC y la disminución de precipitaciones |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, se ha gestionado un fondo y/o convenio para realizar investigación sobre cambio climático | Existen recursos humanos y financieros para realizar investigación en CC |
| Al 2024, se realiza un diagnóstico de las áreas funcionales para definir prioridades de restauración | Se conocen áreas funcionales del HU prioritarias a ser recuperadas |
| Al 2025, se genera material informativo respecto a los efectos del cambio climático sobre el HU según los resultados de los estudios | Se conocen y difunden los principales efectos del CC para los OC y área |
| Al 2025, municipios se han adjudicado fondos para implementación de proyectos de manejo de la escorrentía urbana y gestión sustentable de aguas lluvias | Existen incentivos y fondos para manejo de escorrentía urbana y gestión sustentable de aguas lluvias |

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2026, los municipios han implementado al menos un piloto de cosecha de agua con la comunidad local | Se aprovecha a nivel local la vaguada costera para cosecha de agua |
| Al 2026, se implementa proyecto de recuperación de suelos degradados en áreas funcionales priorizadas | Se recuperan suelos degradados de microcuencas y quebradas |

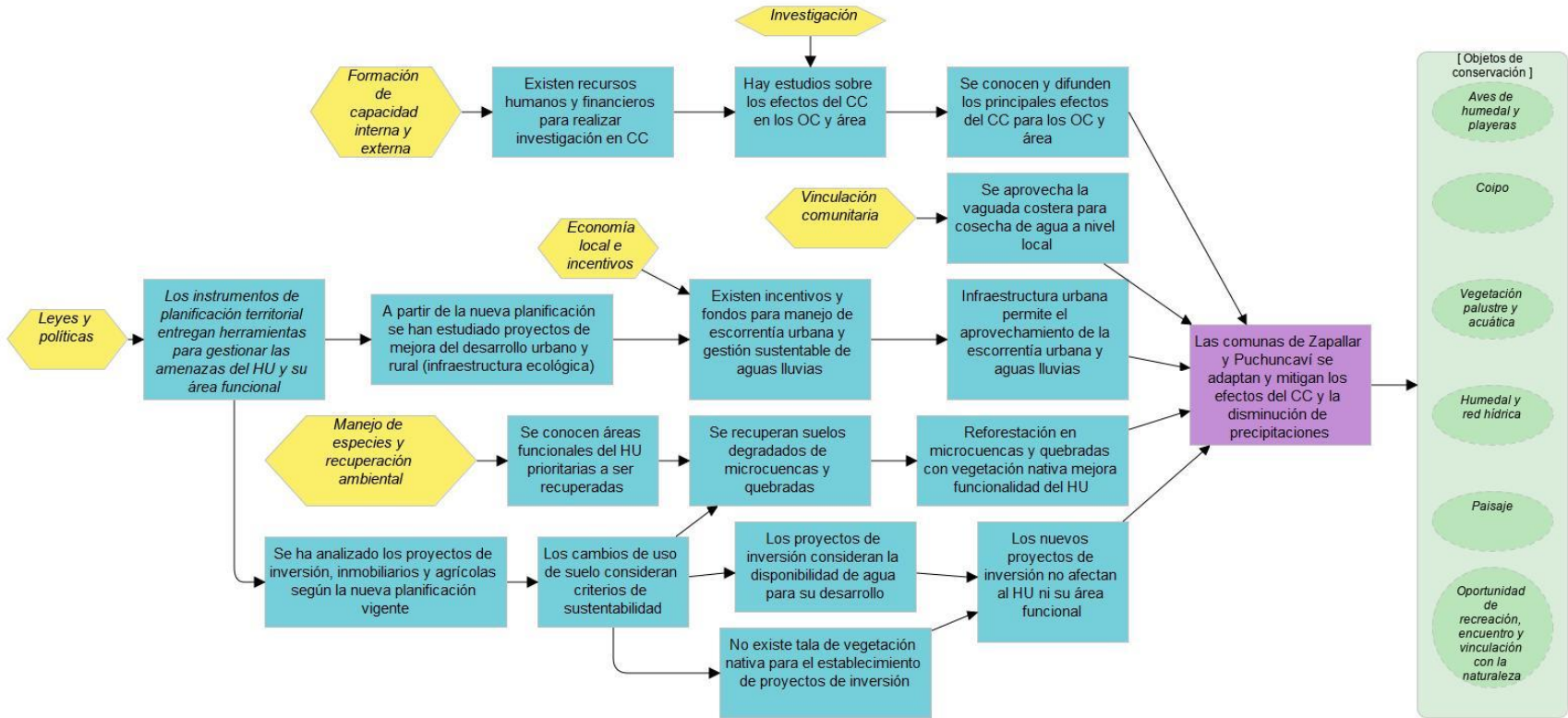


Figura 5-12 Cadena de resultados para la amenaza “Cambio climático y disminución de precipitaciones” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.2 *Relleno y modificación del cauce*

Para esta amenaza, la meta indica que **al 2027, no han aumentado las áreas degradadas y existen proyectos de recuperación del cauce a través de infraestructura vial y restauración ambiental**. Por una parte, se debe conocer las áreas que han sido afectadas por rellenos y modificación para planificar vías alternativas que cumplan con criterios de sustentabilidad y restaurar áreas degradadas en el HU y su área funcional. Lo anterior incluye la evaluación viviendas construidas de manera irregular y soluciones en conjunto a ministerio de desarrollo social y DIDECO. La fiscalización de futuros rellenos también es una parte importante de esta estrategia de amenaza.

En la Figura 5-13 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-7 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-7 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Relleno y modificación del cauce".

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2027, no han aumentado las áreas degradadas y existen proyectos de recuperación del cauce a través de infraestructura vial y restauración ambiental | Han disminuido las áreas degradadas del cauce y su área funcional y las nuevas intervenciones cumplen con criterios de sustentabilidad |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, se han desarrollado a menos dos talleres y existe señalética para informar y sensibilizar sobre impactos negativos del tránsito vehicular por lecho de los esteros Catapilco y La Canela | La comunidad está informada sobre las justificaciones técnicas por las cuales se han cerrado caminos. |
| Al 2025, se ha elaborado una investigación sobre áreas afectadas por relleno y modificación del cauce en HU y su área funcional | Se conocen áreas afectadas por relleno y/o modificación del cauce en el HU y su área funcional |
| Al 2026, se han cursado sanciones y medidas reparatorias ante extracción de áridos rellenos o modificación del cauce irregulares | Se denuncia, fiscaliza y sanciona oportunamente ante rellenos y modificación del cauce |
| Al 2027, se llega a acuerdos con habitantes de viviendas irregulares catastradas presentes en HU y su área funcional para mitigar el riesgo tanto para los vecinos como para el HU | Se han desarrollado medidas en conjunto a DIDECO y Ministerio de desarrollo social para abordar problemática de tomas, apropiación o construcción sin regularizar en terrenos del HU y su área funcional |

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|--|---|
| Al 2027, las municipalidades han implementado proyectos de restauración | Se han recuperado áreas degradadas del HU por tránsito vehicular y relleno del cauce |
| Al 2027, Población Estadio y condominios privados cuentan con un acceso formal que no interviene el lecho de los esteros Catapilco y La Canela con apoyo del MOP | Cuentan con recursos financieros y humanos para la implementación de vías vehiculares que no intervengan el cauce natural del HU. |

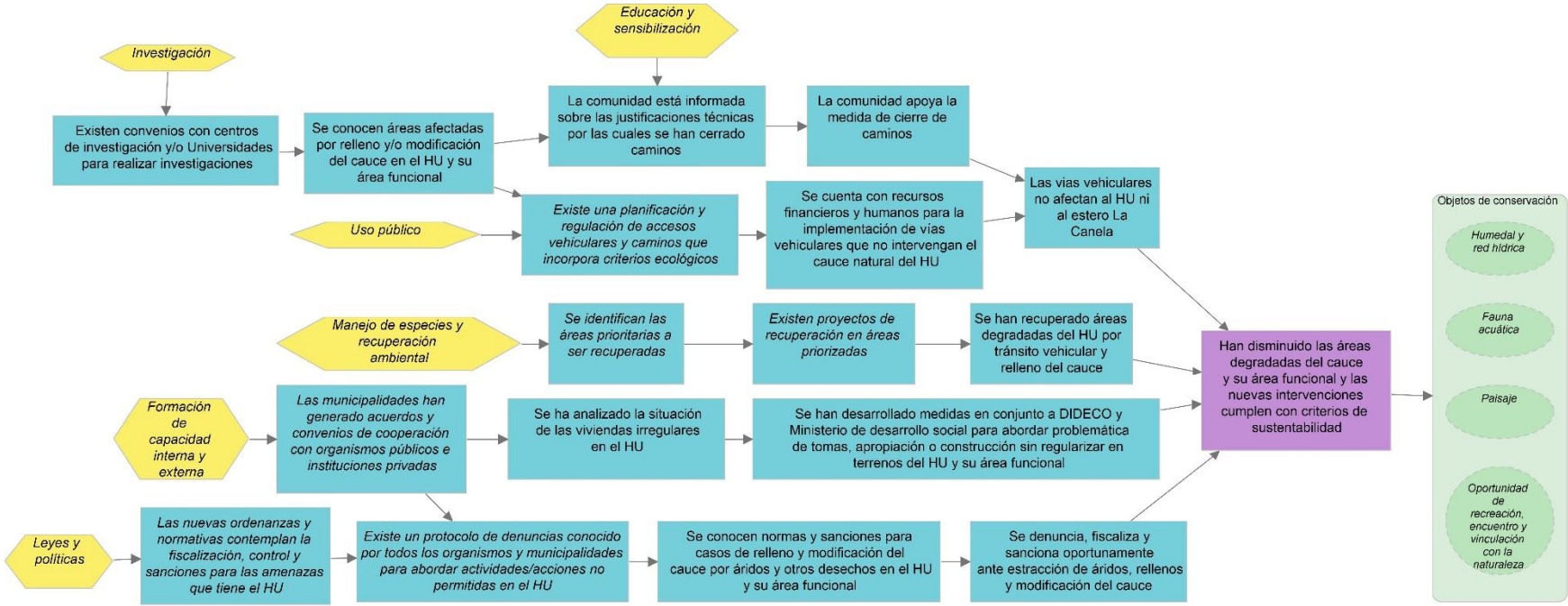


Figura 5-13 Cadena de resultados para la amenaza “Relleno y modificación del cauce” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.3 Presencia de especies exóticas invasoras

En este caso las metas de mitigación de amenaza indican que **al 2027, ha disminuido la abundancia de al menos tres especies de flora invasora registrada en el área y ha disminuido la riqueza de fauna exótica registrada en el HU**. Para ello será necesario trabajar en conjunto a investigadores y expertos para priorizar especies, tanto de flora como de fauna, a controlar y generar planes de control y erradicación de especies factibles de implementar en el HU. También es importante la concientización en torno a las aves asilvestradas que son liberadas o que escapan de sitios aledaños al HU.

En la Figura 5-14 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-8 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-8 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Presencia de especies exóticas invasoras”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2026, ha disminuido la abundancia de al menos tres especies de flora invasora registrada en el área | Disminuye la presencia de EEI y no ingresan nuevas EEI al HU |
| Al 2027, ha disminuido la riqueza de fauna exótica registrada en el HU | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, se han priorizado especies de flora para controlar en conjunto con instituciones competentes | Existe conocimiento de técnicas para el control de EEI de flora y fauna que hay en el HU |
| Al 2024, se han generado espacios para informar a las personas sobre los impactos de las EEI | Los vecinos, arrendadores y visitantes estivales del HU están informados de los impactos que generan las EEI |
| Al 2024, la municipalidad se coordina con vecinos para realizar jornadas de manejo de flora exótica invasora en el HU | Municipalidad y comunidad han desarrollado proyectos para disminuir las EEI de flora y fauna en el área |
| Al 2025, se han reubicado patos Mallard y gansos presentes en el HU | Se ha implementado un plan de control para las EEI que se encuentran en el HU |
| Al 2026, no se registran casos de liberación de patos Mallard | Se ha implementado efectivamente el reglamento municipal para controlar a los patos Mallard |
| Al 2026, se ha logrado reemplazar las plantas exóticas invasoras por especies nativas en el HU y en los espacios públicos asociados a estos | Disminuye la flora exótica invasora en el HU y áreas verdes municipales de áreas aledañas |

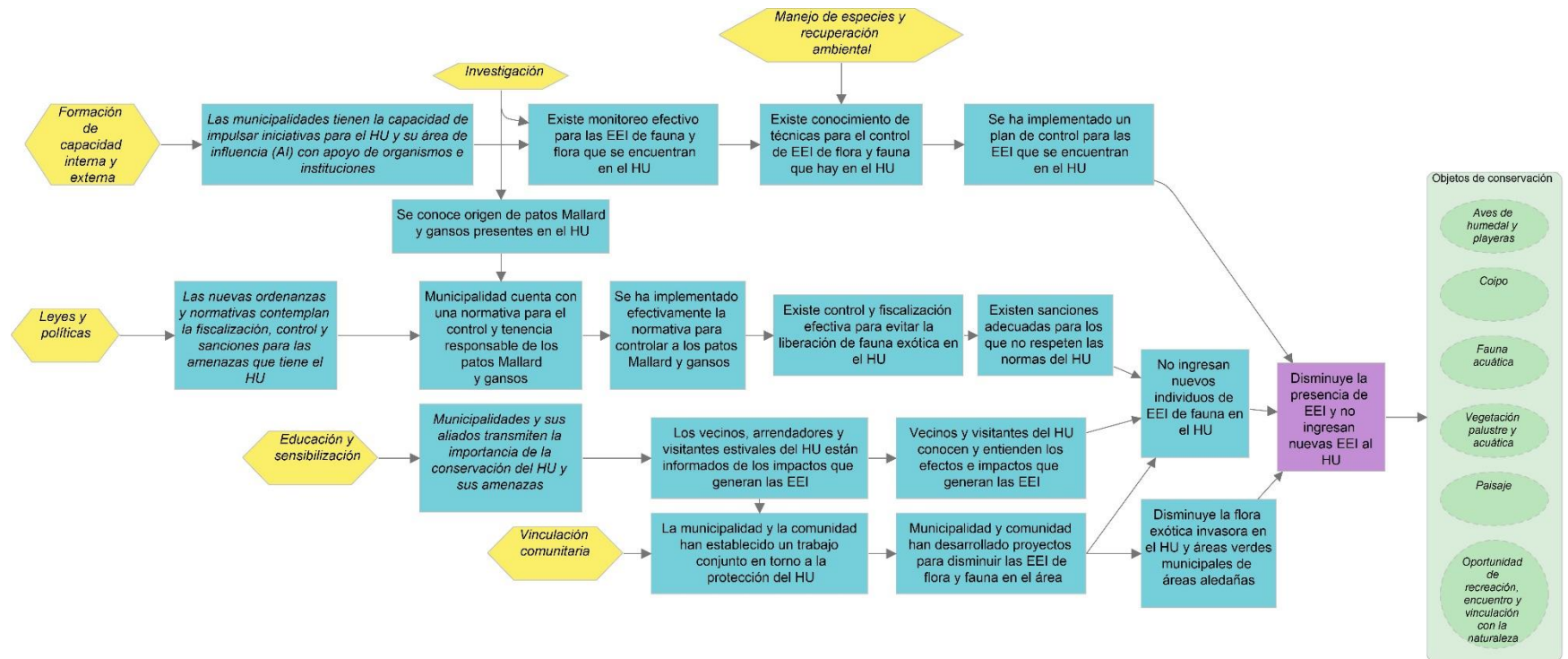


Figura 5-14 Cadena de resultados para la amenaza “Presencia de especies exóticas invasoras” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.4 Presencia de animales domésticos

Para esta amenaza las metas indican que **al 2027, disminuyen al 50% el registro de perros y gatos sueltos detectados en el HU, con respecto al año 2024 y los caballos solo ocupan áreas habilitadas para el uso de cabalgatas**. Para ello será necesario fortalecer el sistema de vigilancia y denuncias en torno a la tenencia responsable, así como educar en este punto en conjunto a organizaciones de protección animal. Por otro lado, se requerirá una planificación conjunta con los propietarios de caballos para regular la actividad y delimitar áreas de uso.

En la Figura 5-15 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-9 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-9 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Presencia de animales domésticos".

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|--|---|
| Al 2027, disminuyen al 50% el registro de perros y gatos sueltos detectados en el HU, con respecto al año 2024 | Disminuye los efectos negativos de los animales domésticos dentro del HU |
| Al 2027, los caballos solo ocupan áreas habilitadas para el uso de cabalgatas | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, personas que visitan el HU con sus perros respetan la normativa de animales domésticos | Dueños de macotas entienden y respetan el cuidado del HU e ingresan al área cumpliendo normas de tenencia responsable |
| Al 2024, se han cursado sanciones adecuadas para los dueños de animales domésticos que ingresen al HU | Se aplican sanciones a dueños de animales domésticos que no respeten las normativas del HU |
| Al 2025, se han planificado acciones en conjunto con organizaciones de cuidado y protección animal para la promoción de tenencia responsable | Existe coordinación con organizaciones sociales de cuidado y protección animal para la promoción e implementación de la Ley de Tenencia Responsable de Mascotas |
| Al 2023, la administración se vincula con propietarios de caballos que operan en el HU | Se han identificado propietarios de caballos que operan en el HU |

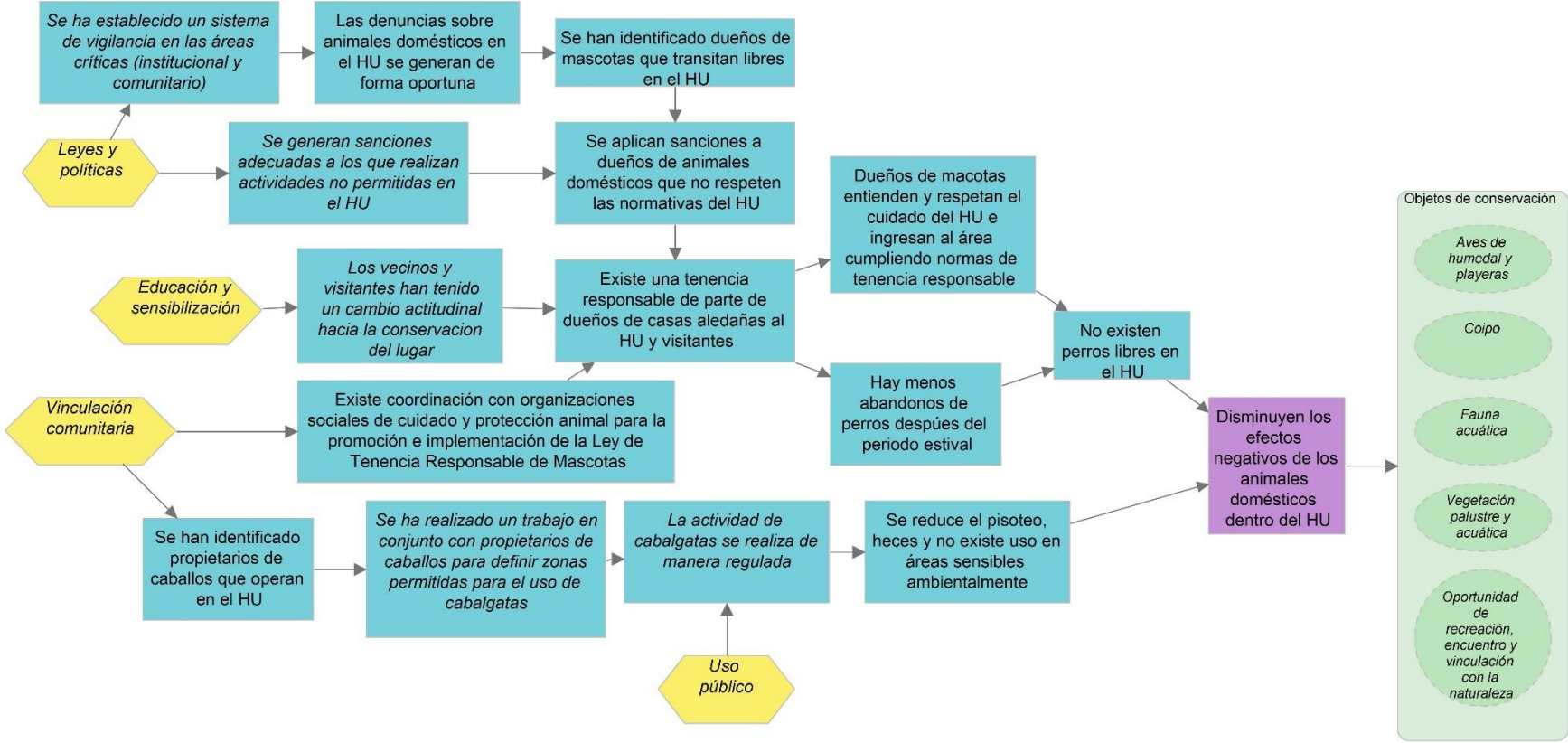


Figura 5-15 Cadena de resultados para la amenaza "Presencia de animales domésticos" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.5 Extracción de agua no sustentable

Para esta amenaza las metas de mitigación de amenaza indican que **al 2026, se han realizado al menos 5 reuniones con empresas que extraen agua del Acuífero Catapilco, para evaluar medidas para disminuir uso de agua y al 2027, se han evaluado y priorizado alternativas para incentivar la devolución de derechos de agua y/o la reinserción de agua tratada al acuífero.** Para alcanzar las metas se deberá trabajar en conjunto a DGA para primero conocer las extracciones efectivas y disponibilidad del recurso hídrico con el fin de integrar a la planificación territorial criterios de uso sustentable. Por otro lado, se deberá promover la disminución del uso de agua a través del aprovechamiento de aguas residuales e implementación de prácticas de uso eficiente.

En la Figura 5-16 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-10 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-10 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Extracción de agua no sustentable”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|--|---|
| Al 2026, se han realizado al menos 5 reuniones con empresas que extraen agua del Acuífero Catapilco, para evaluar medidas para disminuir uso de agua | Se ha incorporado en la planificación del uso del agua del estero Catapilco criterios de gestión integrada de cuenca y balance hídrico según la disponibilidad del acuífero |
| Al 2027, se han evaluado y priorizado alternativas para incentivar la devolución de derechos de agua y/o la reinserción de agua tratada al acuífero | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, los municipios han generado un acuerdo de colaboración con DGA | Municipalidades están coordinadas en una mesa de trabajo con DGA orientada a el uso y extracción de agua |
| Al 2024, se ha elaborado un informe sobre proyección de demanda de agua para diferentes usos en el área de influencia | Existe conocimiento de los requerimientos hídricos de las comunidades/localidades de la cuenca para diversos usos (doméstico, agrícola, etc.) |
| Al 2024, existe material gráfico para difundir uso eficiente de agua y tecnologías sustentables entorno al recurso hídrico | Existe difusión y canales de información disponibles sobre alternativas para el uso y aprovechamiento de fuentes de agua alternativas |

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|---|
| Al 2025, existe un informe acerca de las extracciones efectivas de empresas agrícolas e inmobiliarias que presentan mayores caudales de extracción | Se cuenta con información precisa y actualizada de extracciones efectivas de proyectos inmobiliarios, agrícolas y personales en ambas comunas |
| Al 2026, se ha desarrollado al menos un proyecto piloto para la reutilización de aguas grises con la comunidad local | Existen incentivos para la reutilización de aguas grises tratadas |
| Al 2027, la planificación territorial incorpora criterios mínimos de sustentabilidad para la protección del recurso hídrico de la cuenca del Estero Catapilco | Los instrumentos de planificación territorial consideran criterios mínimos de sustentabilidad para la gestión integrada de la cuenca |

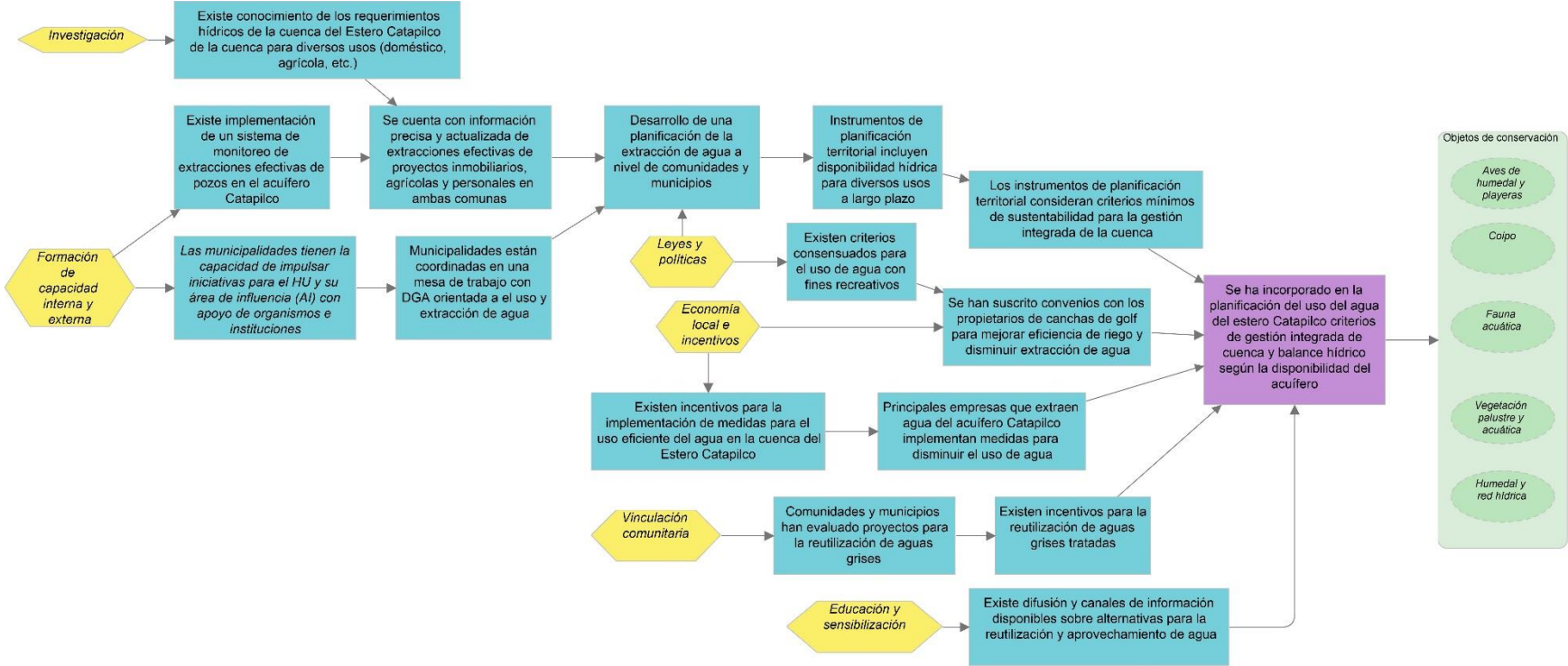


Figura 5-16 Cadena de resultados para la amenaza "Extracción de agua no sustentable" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.6 Desastres naturales e inundaciones

Para esta amenaza la meta de mitigación de amenaza indican que **al 2027, municipalidades han implementado Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones que considera criterios ecológicos y sociales**. Para ello será necesario avanzar hacia la implementación de medidas e infraestructura de mitigación de desastres naturales en base a acuerdos con la comunidad local. Además, considera que la planificación del desarrollo inmobiliario y habitacional deberá considerar los riesgos de desastres naturales que presenta el HU y su área funcional.

En la Figura 5-17 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-11 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-11 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Desastres naturales e inundaciones”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2027, municipalidades han implementado Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones que considera criterios ecológicos y sociales | El impacto de los desastres naturales e inundaciones sobre el HU y comunidades de áreas aledañas son reducidos gracias a las medidas de mitigación implementadas |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, se establece una mesa de trabajo entre las autoridades y comunidad local para definir el manejo de la barra | Existe coordinación entre autoridades y comunidad local en torno al manejo de la barra" |
| Al 2024, los municipios tienen fondos o convenios para realizar investigación sobre medidas de mitigación de desastres naturales e inundaciones y protocolo de manejo de la barra | Se gestionan y ejecutan estudios de evaluación de medidas de mitigación y control de inundaciones y protocolo para manejo de la barra |
| Al 2026, los municipios han evaluado infraestructura urbana que mitiga y controla el riesgo de desastres naturales e inundaciones | Existe infraestructura que mitiga riesgo de desastres e inundaciones |
| Al 2026, se ha elaborado un Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones validado por la comunidad local | Se implementan efectivamente medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones |
| Al 2027, la planificación territorial considera riesgos de desastres naturales e inundaciones para construcción en áreas funcionales del HU | Nuevas construcciones tienen criterios de riesgo de desastres naturales e inundaciones incorporado |

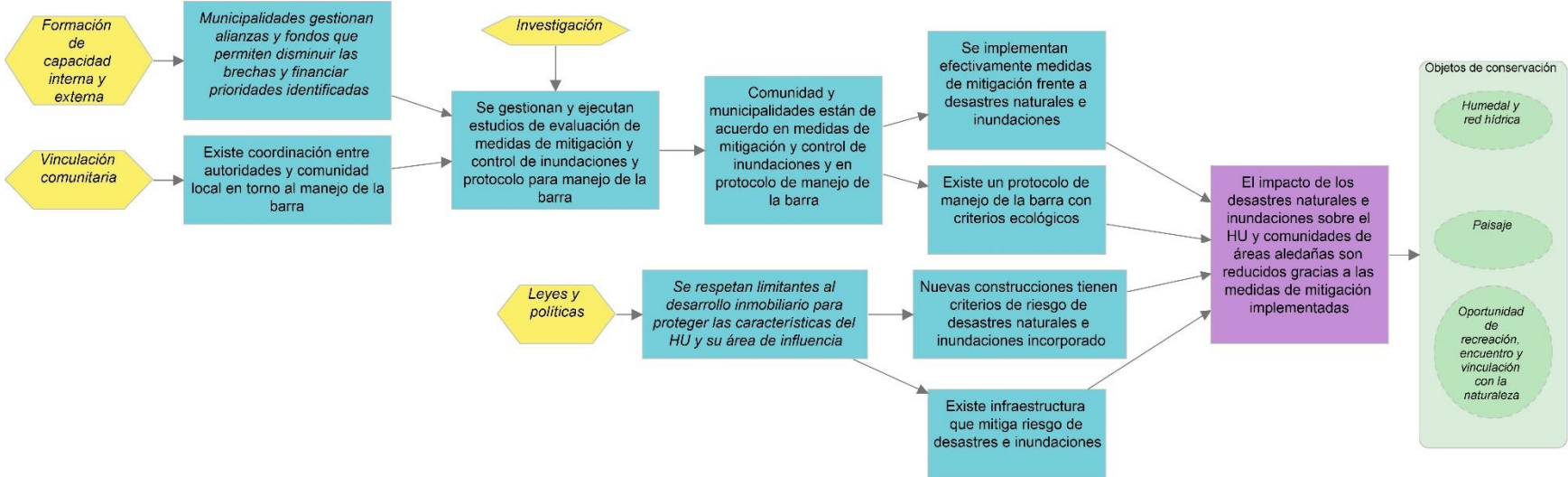


Figura 5-17 Cadena de resultados para la amenaza “Desastres naturales e inundaciones” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.7 Contaminación de agua y suelo

Para esta amenaza la meta de mitigación de amenaza indica que **al 2027, el nivel de contaminación de agua y suelo disminuye con respecto a la línea base**. Para lo anterior, es relevante contar con monitoreo de parámetros de contaminación para actualizar la normativa vigente y poder generar una fiscalización acorde a las necesidades ambientales. Por otro lado, promover mejoras en las plantas de ESVAL es relevante para la disminución de filtraciones y desborde de aguas grises y negras al HU. También se contempla la evaluación y mejora de alcantarillados en viviendas residenciales. Finalmente, el manejo de las heces de caballos que utilizan el HU se deberá realizar en conjunto a los propietarios de caballos para recuperar áreas utilizadas en la actualidad y disminuir la contaminación proveniente de estas.

En la Figura 5-18 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-12 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-12 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Contaminación de agua y suelo".

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2027, el nivel de contaminación de agua y suelo disminuye con respecto a la línea base | Ha disminuido el nivel de contaminación de agua y suelo |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, se han establecido umbrales para las normas de calidad de agua para el Estero Catapilco según usos | Se han actualizado los parámetros de contaminación en la normativa vigente según los estudios realizados |
| Al 2025, se han capacitado al menos 2 personas para realizar el monitoreo del cumplimiento de la normativa de calidad de agua y suelo | Existe personal capacitado para fiscalizar el cumplimiento de las ordenanzas y para reconocer fuentes de contaminación |
| Al 2025, las municipalidades han evaluado el 100% de viviendas sin alcantarillado en áreas residenciales aledañas al HU | Se priorizan proyectos de alcantarillado en áreas residenciales aledañas al HU |
| Al 2025, se aplican medidas de restauración en áreas priorizadas que fueron afectadas por acumulación heces | Áreas sensibles afectadas por pisoteo y acumulación de heces son recuperadas |
| Al 2026, ESVAL ha implementado medidas para el control de riesgos asociados a PEAS y PTAS | ESVAL implementa mejoras y medidas de control para evitar desborde de aguas servidas y otros riesgos asociados a PEAS y PTAS |

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|--|
| Al 2027, se han regularizado los sistemas de tratamiento de aguas servidas del 100% de las viviendas del área residencial aledaña al HU | Las viviendas de áreas residenciales aledañas al HU cumplen con la normativa sanitaria e incorporan sistemas de tratamiento de sus residuos líquidos domiciliarios |

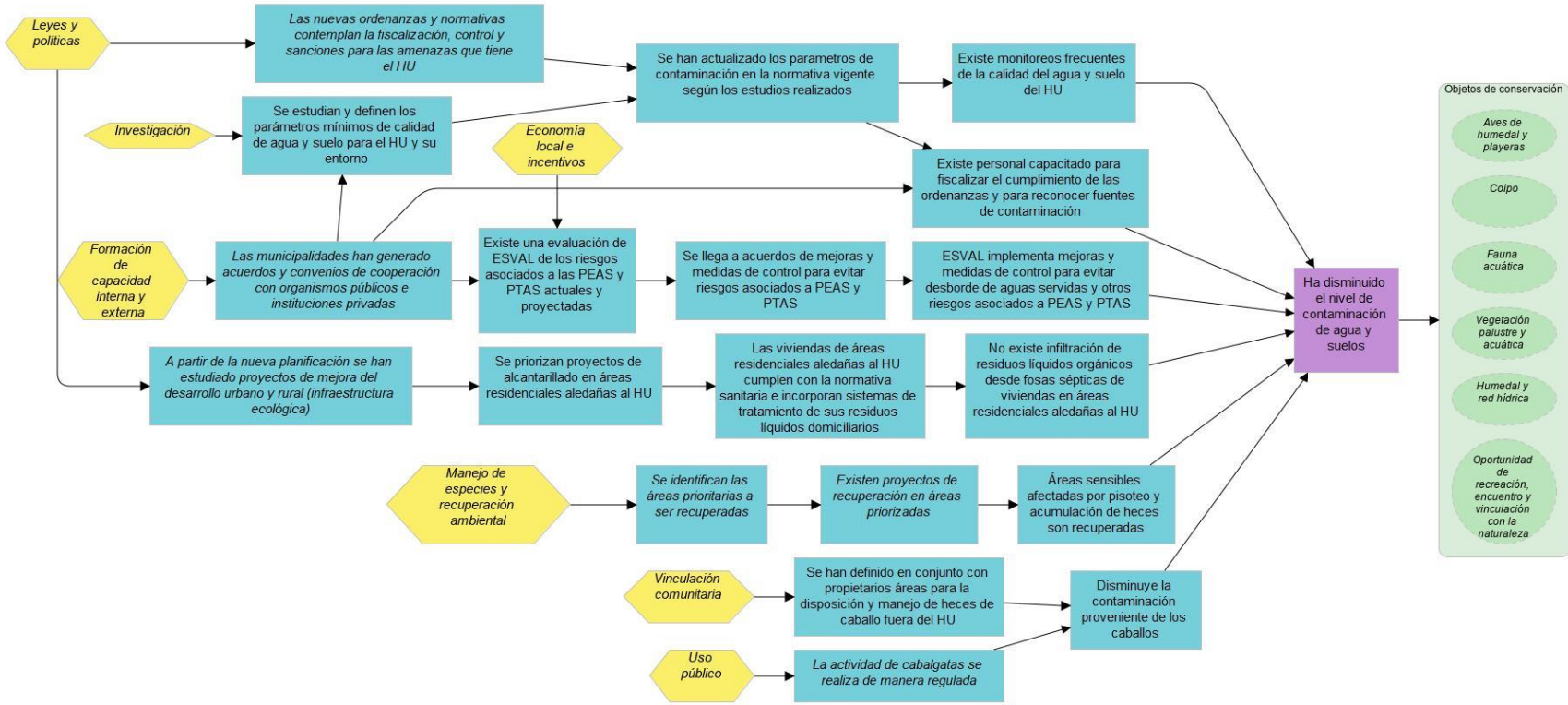


Figura 5-18 Cadena de resultados para la amenaza "Contaminación de agua y suelo" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.8 Microbasurales y residuos sólidos

Para esta amenaza las metas de mitigación de amenaza indican que **al 2027, no existen microbasurales dentro del HU y la disposición de residuos en el área funcional ha disminuido respecto al 2024 y al menos el 80% de los vecinos de las áreas residenciales aledañas al HU ocupan espacios habilitados para disposición de residuos**. Lo anterior se logrará a través del aumento de la capacidad e infraestructura a nivel municipal para la disposición de residuos sólidos y voluminosos. Junto a esto se deberá fortalecer la fiscalización y vigilancia en torno a los puntos críticos de vertimiento de basura ilegalmente y educación en torno a las áreas de disposición de residuos y su correcto uso.

En la Figura 5-19 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-13 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-13 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Microbasurales y residuos sólidos”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|--|---|
| Al 2025, al menos el 80% de los vecinos de las áreas residenciales aledañas al HU ocupan espacios habilitados para disposición de residuos | En el HU y su área funcional no existen microbasurales y los residuos sólidos disminuyen |
| Al 2027, no existen microbasurales dentro del HU y la disposición de residuos en el área funcional ha disminuido respecto al 2024 | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, se fiscalizan y sancionan casos de disposición irregular de residuos sólidos y voluminosos en HU y su área funcional través de vigilancia remota e in situ | Existen sanciones establecidas para la disposición de residuos en espacios no habilitados |
| Al 2024, se ha generado al menos una jornada con la comunidad local de limpieza y recuperación de espacios utilizados como microbasurales del HU y su área funcional | Municipalidades y comunidad generan limpieza y recuperación de espacios comunes afectados por microbasurales o residuos sólidos |
| Al 2025, existe un Plan de mejoramiento de la gestión de residuos sólidos y voluminosos enfocados en el HU | La gestión de residuos es efectiva en ambas comunas |
| Al 2026, localidades aledañas al HU cuentan con infraestructura para disponer y separar residuos sólidos domiciliarios | Existe infraestructura apropiada para la disposición de residuos en los sectores aledaños al HU |
| Al 2027, existe un área que permita disponer y gestionar residuos voluminosos en ambas municipalidades | Existen lugares de acopio de voluminosos y leñosas en las comunas asociadas |

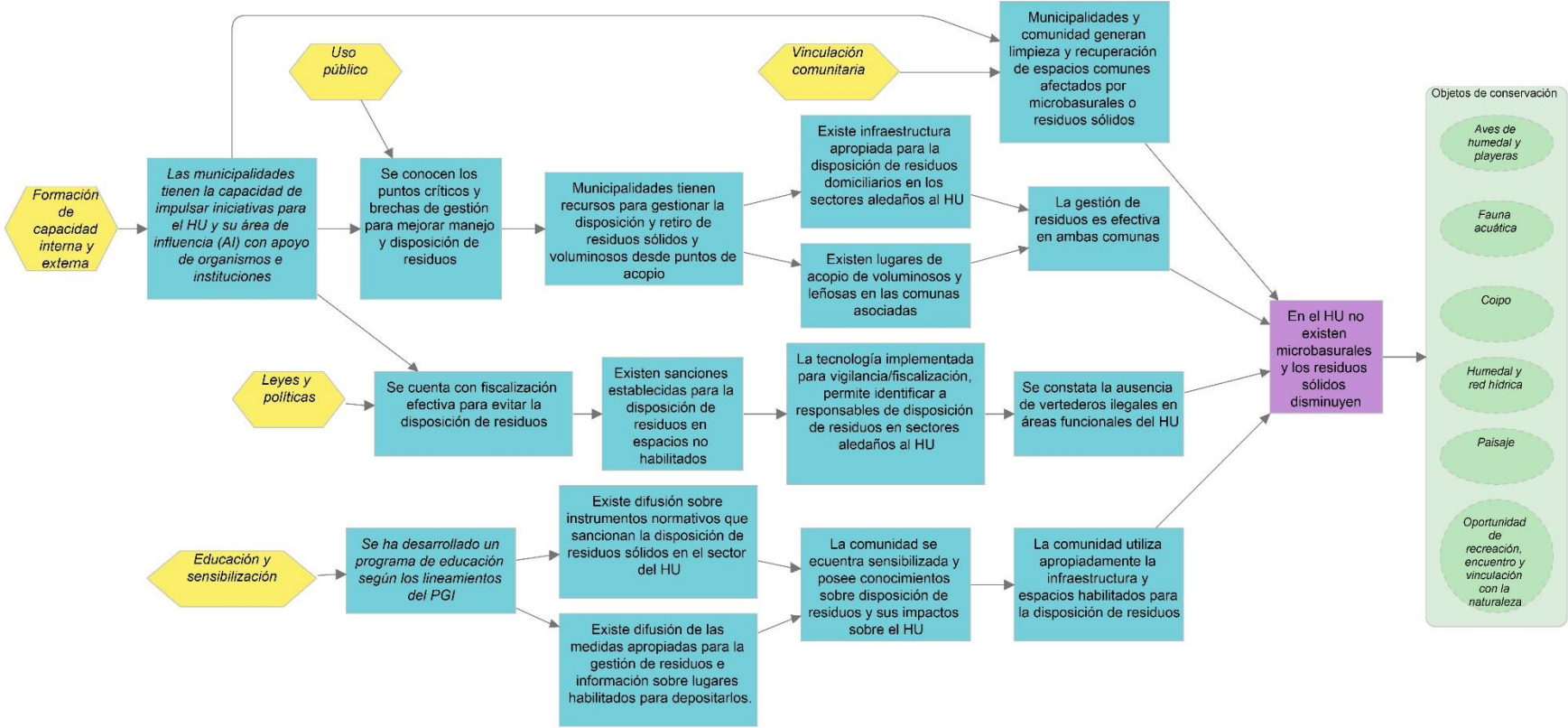


Figura 5-19 Cadena de resultados para la amenaza “Microbasurales y residuos sólidos” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.9 Contaminación acústica y lumínica

Para esta amenaza la meta de mitigación de amenaza indica que **al 2027, las fuentes de emisión de contaminación acústica y lumínica se encuentran reguladas con criterios ecológicos y los casos de fiestas y ruidos molestos que afectan biodiversidad han disminuido con respecto al año 1**. Para ello será necesario implementar la normativa de maneta efectiva a través de educación, acuerdos y fiscalización, sumando a lo anterior ordenanzas o normativas que consideren criterios de biodiversidad. Además, a nivel municipal se deberá implementar luminaria que mitigue sus impactos.

En la Figura 5-20 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-14 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-14 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Contaminación acústica y lumínica".

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|---|
| Al 2027, las fuentes de emisión de contaminación acústica y lumínica se encuentran reguladas con criterios ecológicos | Existe una reducción de la contaminación acústica y lumínica en el HU |
| Al 2027, los casos de fiestas y ruidos molestos que afectan biodiversidad han disminuido con respecto al año 1 | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2024, los municipios han generado acuerdos con centros de eventos y empresas para disminuir y regular la contaminación acústica y lumínica | Existen acuerdos con centros de eventos para respetar normativas de luces y ruidos molestos en áreas aledañas del HU |
| Al 2025, se han realizado campañas de concientización sobre los impactos de la contaminación acústica y lumínica sobre la biodiversidad | Municipalidades y sus aliados transmiten la importancia de la conservación del HU Laguna y Estero Catapilco y sus amenazas |
| Al 2026, las ordenanzas que regulan los ruidos molestos son evaluadas para incluir criterios de biodiversidad | Ordenanzas que regulan los ruidos molestos consideran criterios de biodiversidad |
| Al 2026, funcionarios municipales a cargo de fiscalizar, sancionan casos de luminarias y ruidos molestos fuera de la normativa vigente | Se da cumplimiento a ordenanzas que regulan los ruidos y luces molestas en HU y su área funcional |
| Al 2026, se incluye en los instrumentos de planificación territorial la instalación y uso de luminarias que no afectan a la biodiversidad en las áreas aledañas al HU | No existe luz innecesaria o inadecuada generada por alumbrado de exteriores y carteles iluminados, que altere los regímenes de luz natural del HU |

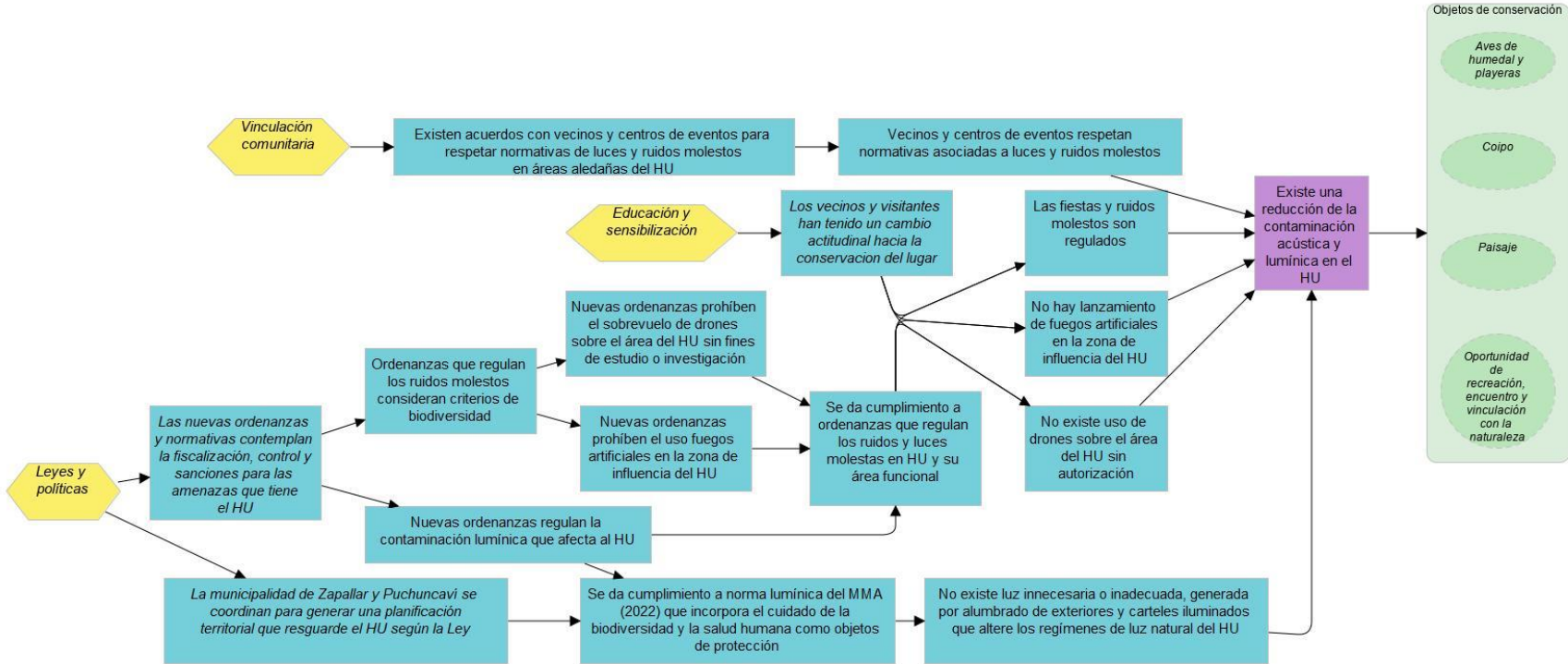


Figura 5-20 Cadena de resultados para la amenaza “Contaminación acústica y lumínica” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.10 Extracción de áridos

En esta amenaza la meta de mitigación de amenaza indica que **al 2027, no existe extracción de áridos en HU y su área funcional**. Para dar cumplimiento a la meta, es necesario generar un trabajo conjunto con empresas inmobiliarias que operan en el sector para generar incentivos para la disminución del uso de áridos, así como con empresas que extraen áridos para que den cumplimiento a la normativa vigente. Es relevante, también, la inclusión de criterios de protección en los permisos entregados por los municipios para la extracción de áridos el HU y su área funcional, así como la fiscalización efectiva de extracciones irregulares.

En la Figura 5-21 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-15 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-15 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza “Extracción de áridos”.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|--|--|
| Al 2027, no existe extracción de áridos en HU y su área funcional | Han disminuido los impactos asociados a la extracción de áridos en el HU y su área funcional |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, la normativa vigente es difundida e implementada de forma efectiva. | La normativa municipal actualizada al 2022 es implementada para proteger el HU y su área funcional de la extracción de áridos |
| Al 2024, existe un protocolo para el otorgamiento de permisos de uso, fiscalización y control de extracción de áridos | Existe claridad sobre las atribuciones de las municipalidades y otros organismos públicos para el manejo de áridos en Bienes Nacionales de Uso Público |
| Al, 2025 se han fiscalizado las faenas de extracción áridos del HU y su área funcional de forma efectiva | Existe fiscalización efectiva sobre las actividades de extracción de áridos |
| Al 2026, las municipalidades establecen acuerdos de mitigación y compensación de impactos asociados a extracción de áridos | Empresas y municipalidades trabajan en formas de mitigar y/o compensar los impactos |
| Al 2026, se han evaluado alternativas de economía circular en el rubro de la construcción y factibilidad de implementación a nivel comunal | Se conocen modelos de negocios asociados a economía circular y factibilidad de implementarlo a nivel comunal |

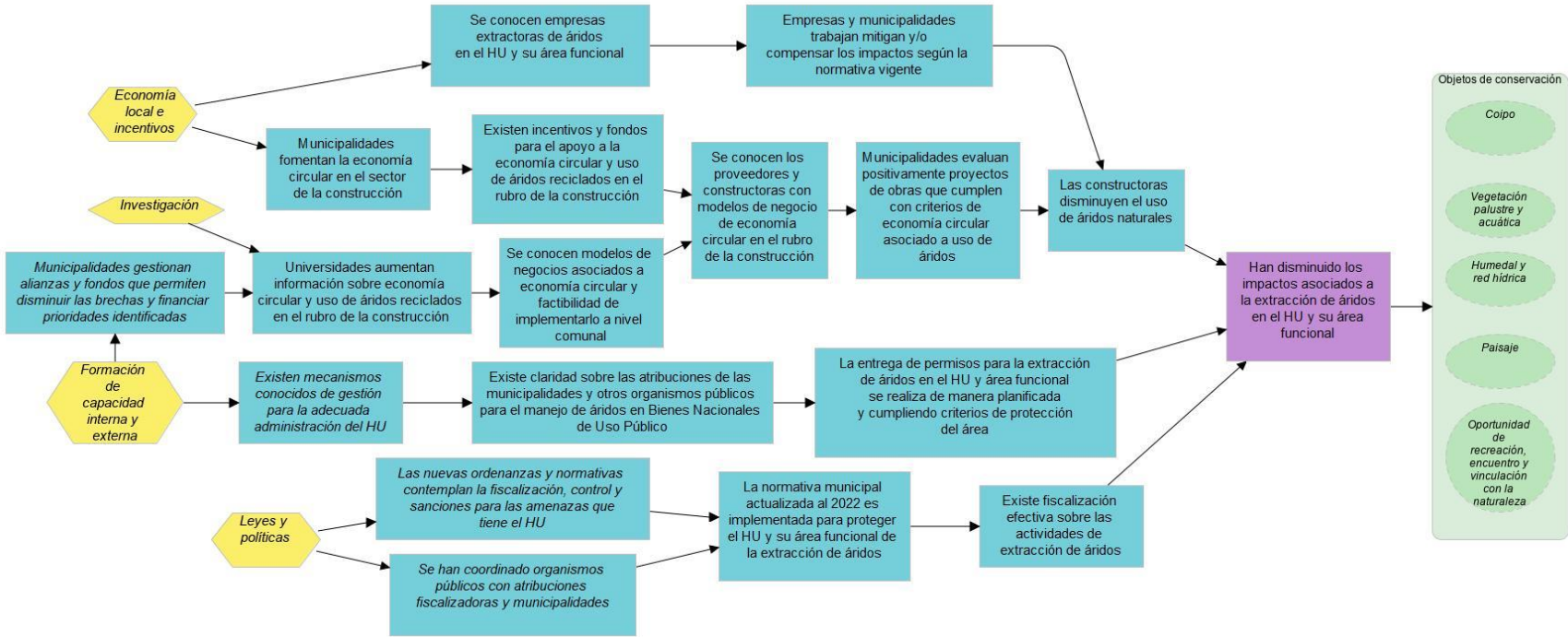


Figura 5-21 Cadena de resultados para la amenaza “Extracción de áridos” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.11 Intrusión y perturbación humana

Para esta amenaza las metas de mitigación de amenaza indican que **al 2025, existe una disminución del registro de malas prácticas en el HU de un 30%, respecto del año 1 y al 2027, es de al menos un 50% respecto del año 1**. Para ello será necesario contar con áreas de uso público claramente definidas tanto para visitantes como para las cabalgatas lo cual, en conjunto a educación ambiental y un aumento del equipo de guardaparques capacitados con apoyo de fiscalizadores municipales permitirán el uso según las regulaciones dispuestas para el área. Lo anterior, se deberá complementar con un trabajo conjunto a operadores turísticos en el área los cuales deberán estar capacitados e involucrados en la conservación del lugar.

En la Figura 5-22 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-16 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-16 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza "Intrusión y perturbación humana".

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|---|
| Al 2025, existe una disminución del registro de malas prácticas en el HU de un 30%, respecto del año 1 | Se han reducido las actividades de intrusión y perturbación humana en el HU |
| Al 2027, existe una disminución del registro de malas prácticas en el HU de al menos un 50% respecto del año 1 | |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2023, se ha implementado campañas de concientización sobre las actividades no permitidas y sus impactos sobre la conservación del HU | Los vecinos y visitantes han tenido un cambio actitudinal hacia la conservación del lugar |
| Al 2024, se han acordado en conjunto con propietarios de caballos áreas habilitadas para cabalgatas | La actividad de cabalgatas se realiza de manera regulada |
| Al 2024, existe infraestructura y señalética instalada que difunde reglamentos y actividades no permitidas en el HU | Visitantes y operadores turísticos utilizan el área respetando las regulaciones y promoviendo su conservación |
| Al 2025, el 100% de los operadores turísticos que ocupan el área se encuentran certificados y promueven conservación del HU | El área cuenta con operadores capacitados e involucrados en su conservación |

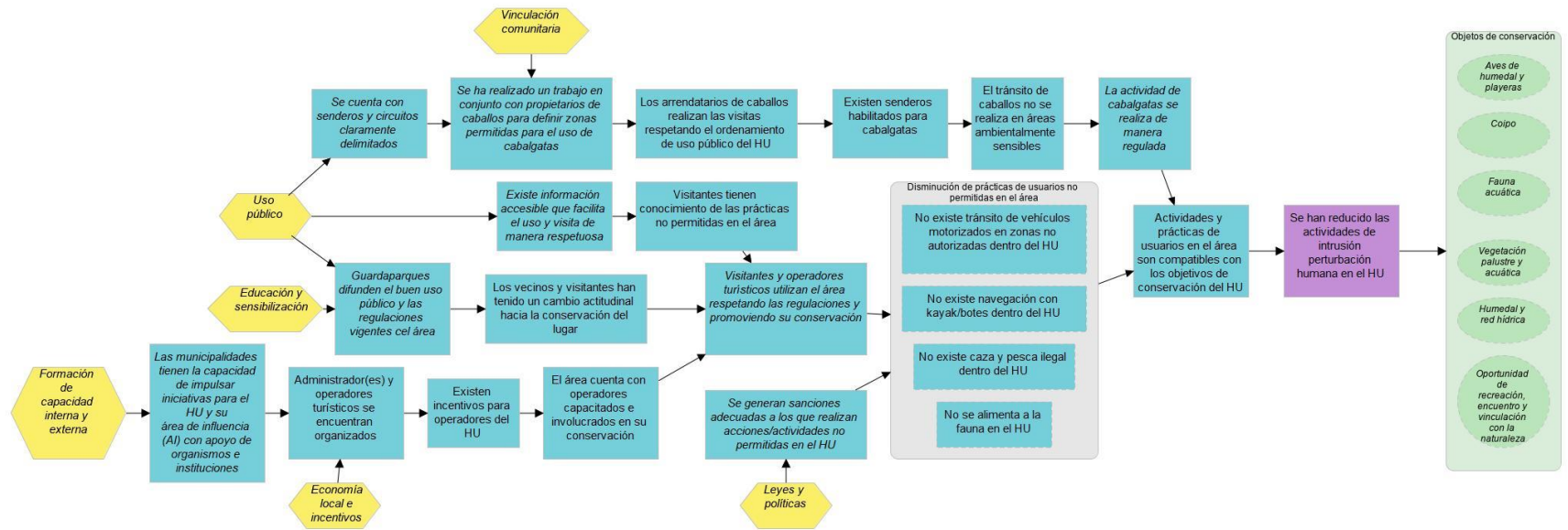


Figura 5-22 Cadena de resultados para la amenaza "Intrusión y perturbación humana" (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.3.2.12 Contaminación del aire

Para la amenaza la meta de mitigación de amenaza indican que **al 2027, se conoce la frecuencia de episodios de contaminación del aire y la magnitud en que afectan al HU.** Para dar cumplimiento a lo anterior, es de importancia generar infraestructura vial y señalética asociada que mitigue el levantamiento de polvo en suspensión junto a una regulación del rubro de la construcción en el entorno del HU y su área funcional. Por otro lado, se debe promover la reducción de calefacción contaminante a través de programas e incentivos municipales. Finalmente, se debe fortalecer el conocimiento en torno a la presencia de contaminantes aéreas y su origen para aportar al plan de recuperación ambiental y social existente en el territorio.

En la Figura 5-23 se muestra la cadena de resultados que refleja la teoría de cambio que permitirá mitigar esta amenaza en el HU desde la cual se desprenden las acciones, metas intermedias y finales. En la Tabla 5-17 se presentan los resultados transformacionales y las metas intermedias de la cadena de resultados, las cuales son necesarias de alcanzar a través del plan de acción para lograr dar cumplimiento a la meta final establecida para el año 2027.

Tabla 5-17 Resultados transformacionales y metas intermedias de la cadena de resultados de la amenaza.

| Metas de mitigación de amenaza | Resultado de mitigación de amenaza |
|---|---|
| Al 2027, se conoce la frecuencia de episodios de contaminación del aire y la magnitud en que afectan al HU | Se cumple con la normativa de calidad de aire y se informa oportunamente cuando existen episodios críticos de contaminación |
| Metas intermedias | Resultados intermedios |
| Al 2026, las Municipalidades junto a los organismos públicos competentes han impulsado programas con incentivos para reducir el uso de artefactos de calefacción contaminante | Se incentiva el recambio a nuevas formas de calefacción |
| Al 2026, Universidades y otros centros de investigación han realizado estudios para generar la línea base de calidad de aire en el HU | Existe información de calidad de aire en Humedal Laguna y Estero Catapilco |
| Al 2027, se han incluido medidas de control del polvo en suspensión para el otorgamiento de permisos de construcción en áreas aledañas al HU | Se incluyen medidas para el control del polvo en obras de construcción en áreas aledañas al HU |
| Al 2027, se han difundido resultados de los estudios de calidad de aire y origen de contaminantes del HU por diferentes vías de difusión | Se han compartido antecedentes y resultados de estudios de contaminantes con entidades pertinentes |
| Al 2027, los antecedentes de calidad de aire reunidos son considerados en instancias pertinentes a nivel regional como el PRAS | Autoridades consideran los antecedentes para dar cumplimiento de la normativa vigente |

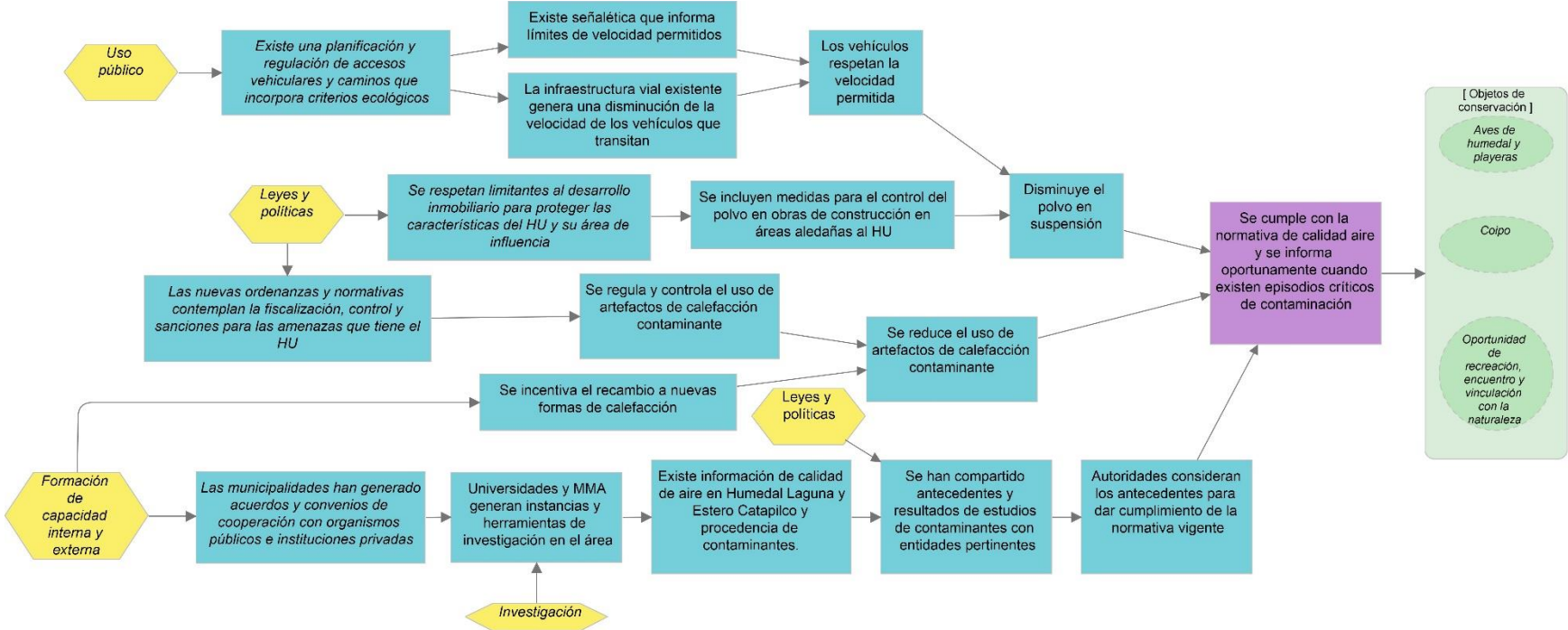


Figura 5-23 Cadena de resultados para la amenaza “Contaminación del aire” (color verde: objetos de conservación, color morado: resultado de mitigación de amenaza, color celeste: resultados intermedios, color amarillo: estrategia). Elaborado en Miradi 4.5

5.4 Realizar el análisis territorial para la zonificación del Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco

El análisis territorial es una herramienta de diagnóstico muy relevante dentro del proceso de elaboración del PGI, ya que permite reconocer visualmente el área de trabajo, la distribución de los objetos de conservación, la sobreposición de estos con sus amenazas, así como los usos históricos, actuales y/o potenciales del área. Al final del documento se encuentra el Anexo 2. Análisis territorial, donde se presenta la información levantada en los talleres participativos y en gabinete en el proceso de elaboración del PGI.

5.4.1 Análisis de los usos actuales y potenciales

Para identificar los usos actuales y potenciales del HU Laguna y Estero Catapilco, se desarrolló un taller donde a partir de una cartografía participativa se fueron identificando espacialmente estos usos.

A partir de la información obtenida en talleres y en terreno, se realizó el análisis de usos. Esta actividad consistió en identificar los usos actuales que existen al interior del HU Laguna y Estero Catapilco, así como de las necesidades o intereses de usos futuros.

5.4.1.1 Descripción de usos actuales y potenciales

El HU Laguna y Estero Catapilco posee actualmente usos asociados que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 5-18. Descripción de los usos actuales y potenciales identificados en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Uso | Descripción |
|---------------------------------|---|
| Estacionamiento | Se observa concurrencia vehicular y ocupación de este espacio como estacionamiento para Parque Laguna y Casa Lagunita. |
| Observación de aves | En el área existen sectores donde se aglomeran aves de humedal y playeras, por lo que el área es concurrida para realizar avistamiento de estas especies. |
| Navegación en bote/kayak | Actividad autorizada en La Laguna con características recreativas. Sin embargo, no tiene consideraciones de buenas prácticas respecto a los sitios de nidificación y descanso de las aves. |
| Camiones y containers | Por el sector de la ribera sur se utiliza un espacio para guardar camiones y containers, lo cual no presenta regulación. |
| Pesca recreativa | Esta actividad no tiene consideraciones de buenas prácticas respecto a los sitios de nidificación y descanso de las aves. Esta actividad deberá regularse de acuerdo a la Ley sobre las normas de la pesca recreativa (Ley 20.256). |

| Uso | Descripción |
|---|--|
| PEAS La Laguna - ESVAL | <p>Planta elevadora de aguas servidas de la empresa sanitaria ESVAL, ubicada en la ribera norte de la comuna de Zapallar, llamada PEAS La Laguna. Su función es llevar las aguas servidas a la Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Su infraestructura es una caseta con tableros eléctricos y dos bombas sumergidas en cámaras que suben las aguas servidas hacia la PTAS en Costa Cachagua (Figura 7-10).</p> <p>En este mismo lugar está el desagüe de aguas lluvias que desemboca en La Laguna (Figura 7-11). Este no está conectado a la red de alcantarillado de aguas lluvias.</p> |
| Ocupación de viviendas irregulares | <p>Existen viviendas en situación irregular por el lado de la comuna de Zapallar, en el tramo del estero Catapilco, causando ingreso de personas y vehículos a la ribera del Humedal.</p> |
| Tránsito peatonal | <p><u>Por ribera norte:</u> existe un paseo peatonal habilitado y regulado correspondiente a la vereda que va desde la desembocadura hasta la PEAS La Laguna (Figura 7-6). También existe un tránsito no regulado en la punta de la desembocadura que es área de descanso de aves.</p> <p><u>Por ribera sur:</u> existen dos paseos peatonales proyectados por la municipalidad de Puchuncaví: un paseo costero peatonal (extraído desde el Plano del proyecto "Construcción borde costero Maitencillo a través de la recuperación del corredor biológico como espacio público" de la municipalidad de Puchuncaví); y otro paseo interior desde el puente vehicular de la ruta F-30 hasta el límite esta comuna. Luego, este paseo continuaría a la comuna de Zapallar hasta el final del polígono. La municipalidad de Zapallar también está interesada en darle continuidad a este paseo proyectado (información levantada en Taller Análisis de uso y zonificación del 4 de agosto 2022). Estos paseos por la ribera sur están considerados en el análisis territorial y zonificación.</p> <p>Además, existe un puente peatonal que cruza el Humedal llamado Estero Catapilco, el cual da acceso de la Población Estadio a la ruta E-46, y cuenta con iluminación fotovoltaica.</p> |
| Cabalgatas | <p>Existe arriendo de caballos para realizar paseos por la ribera sur, abarcando ambas comunas. Esta actividad no tiene consideraciones de buenas prácticas respecto a los recorridos utilizados y manejo de fecas de los caballos.</p> |
| Extracción de áridos | <p>Se realiza extracción de áridos para la venta de empresas inmobiliarias. Se observa extracción por fuera del extremo este del polígono.</p> |
| Tránsito vehicular por el Humedal | <p>Por el lado norte del HU Laguna y Estero Catapilco está la ruta E-46, por donde vehículos acceden al lecho, cruzando a la ribera sur hacia la población Estadio y viceversa. Este paso está indicado con banderas y no cuenta con infraestructura.</p> <p>Además, está el puente vehicular de la ruta F-30 que cruza La Laguna que conecta de norte a sur la comuna de Zapallar y Puchuncaví.</p> |

5.4.1.2 *Análisis de compatibilidad de usos*

Para evaluar la compatibilidad entre los usos y los objetivos de conservación del HU Laguna y Estero Catapilco, fue de utilidad el análisis espacial realizado durante el análisis de usos, así como la distribución de los objetos de conservación y amenazas. Para cada uso identificado, se determinó si este es compatible con los objetivos de conservación. Según cada caso, se evaluó si el uso es Compatible, Compatible con Restricciones o No Compatible con los objetivos (CONAF 2017).

Tabla 5-19. Criterios para análisis de compatibilidad de usos (CONAF, 2017).

| Criterio de Compatibilidad | Compatibilidad de usos con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del ASP |
|---|--|---|---|
| Uso compatible | Se establece que el uso identificado no afecta los objetivos del área protegida. | El uso no afecta otros usos, por lo que pueden ocurrir simultáneamente sin necesidad de ser modificados. | Se establece que el uso identificado posee una alta capacidad de acogida, control y fiscalización por parte de la administración del área protegida. |
| Uso compatible con restricciones | Se establece que el uso identificado requiere algunas restricciones para no afectar los objetivos del área protegida, las cuales deben ser especificadas en las normas de uso. | El uso puede afectar otros usos, por lo que debe ser modificado o restringido en cierta medida para que no lo afecte. | Se establece que el uso identificado requiere ciertas modificaciones o condiciones para permitir su acogida, control y fiscalización por parte de la administración del área protegida |
| Uso no compatible | Se establece que el uso identificado afecta irremediablemente los objetivos del área protegida, aun cuando se generen restricciones al mismo, por lo que | El uso afecta irremediablemente la realización de otro uso, por lo que no pueden realizarse ambos y deberá definirse cuál uso será permitido y cuál no. | Se establece que el uso identificado no posee capacidad de acogida o existe una imposibilidad para su control y/o fiscalización por parte de la administración del área protegida, por lo que no debe permitirse. |

| Criterio de Compatibilidad | Compatibilidad de usos con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del ASP |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------------|
| | no debe permitirse. | | |

Los resultados del análisis de compatibilidad de usos para el HU Laguna y Estero Catapilco es el siguiente:

Tabla 5-20. Matriz de compatibilidad de usos del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Usos | Compatibilidad con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del HU | Calificación final |
|-----------------------|---|--|---|--------------------|
| Estacionamiento | Actividad no regulada que afecta directamente a los OC | Ocupa el espacio del lecho del Humedal | No es compatible con la capacidad de control y supervisión del equipo de Administración de la comuna de Zapallar. | Uso no Compatible |
| Observación de aves | | | La administración del área a establecido lugares para el avistamiento de aves, instalado señalética y se cuenta con binoculares para la observación de aves | |
| Ingreso de bote/kayak | Actividad no regulada que afecta directamente a los OC Coipo y Aves | Actividad afecta el avistamiento de aves, ya que espanta a | No es compatible con las capacidades de gestión y | Uso no Compatible |

| Usos | Compatibilidad con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del HU | Calificación final |
|--|---|--|---|----------------------------------|
| | de humedal y playeras, alterando sus áreas de descanso y nidificación. | especies presistes en áreas de descanso | administración del área | |
| Ocupación irregular de camiones y containers | Actividad no regulada que afecta directamente al OC vegetación palustre y acuática. | | Se requiere capacidad operativa de la Administración de la comuna de Zapallar para fiscalizar. | Uso Compatible con Restricciones |
| Pesca recreativa | Actividad no regulada que afecta directamente al OC aves de humedal y playeras y humedal y red hídrica | Puede generar molestias con las personas que se encuentren haciendo navegación en bote y/o kayak como actividad de recreación y contemplación. | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalización de acuerdo a la Ley sobre las normas de la pesca recreativa (Ley 20.256). | Uso Compatible con Restricciones |
| PEAS La Laguna de ESVAL | Aprobada por RCA, previo a declaración del área como Humedal Urbano. Se deberá evaluar su impacto sobre OC. | Eventualmente afecta a navegación en bote y/o kayak y pesca recreativa. | Se requiere capacidad operativa de la Administración de la comuna de Zapallar, para fiscalizar en caso de descarga de aguas servidas al Humedal. | Uso Compatible con Restricciones |
| Viviendas irregulares | Uso irregular que afecta los OC. | Ocupa la ribera no habilitada. Puede afectar el uso público y | No es compatible con la capacidad de control y | Uso no Compatible |

| Usos | Compatibilidad con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del HU | Calificación final |
|--------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|
| | | actividades de restauración. | supervisión de los equipos de cada Administración. | |
| Paseo peatonal | Actividad permitida en los senderos habilitados para tránsito peatonal. | | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalizar. | Uso Compatible con Restricciones. |
| Cabalgatas | Esta actividad afecta a OC vegetación palustre y acuática, por lo que, solo podrá desarrollarse en áreas establecidas | | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalizar. | Uso Compatible con Restricciones. |
| Extracción de áridos | Actividad que afecta los OC humedal y red hídrica, vegetación palustre y acuática, y paisaje de humedal. | | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalizar y coordinarse entre ambas para actuar en conjunto frente a denuncias. | Uso no Compatible. |
| Ingreso y tránsito de personas | Actividad que afecta los OC aves de humedal y playeras, vegetación palustre y acuática, y humedal y red hídrica | Puede generar molestias a las personas que están realizando paseos de recreación y contemplación. | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalizar. | Uso no Compatible. |

| Usos | Compatibilidad con objetivos de manejo | Compatibilidad con otros usos | Compatibilidad con la gestión del HU | Calificación final |
|--------------------|--|---|---|--------------------|
| Tránsito vehicular | Actividad que afecta los OC aves de humedal y playeras, vegetación palustre y acuática, y humedal y red hídrica. | Puede generar molestias a las personas que están realizando paseos de recreación y contemplación. | Se requiere capacidad operativa de cada Administración para fiscalizar. | Uso no Compatible. |

El principal resultado del análisis anterior está relacionado con la incompatibilidad para el uso de “estacionamiento”, “viviendas irregulares”, “extracción de áridos”, “ingreso y tránsito de personas” y “tránsito vehicular”, principalmente porque afectan directamente a Objetos de Conservación. Los demás usos pueden ser desarrollados, por un lado, definiendo restricciones que serán abordadas en la normativa del HU Laguna y Estero Catapilco, y, por otro lado, generando estrategias y medidas para el cumplimiento de los objetivos del PGI.

5.4.2 Zonificación del área

La zonificación de áreas protegidas es un proceso que establece los tipos de usos del territorio, así como los niveles de uso que son permitidos dentro del área protegida. Estos usos se relacionan a aspectos del manejo de recursos naturales y culturales, turismo, investigación y administración del área protegida, entre otros, con el objetivo de lograr compatibilizar la conservación de su diversidad biológica y cultural con el bienestar (CONAF, 2017).

La definición de las zonas de uso para el HU Laguna y Estero Catapilco se realizó según siguiendo la nomenclatura utilizada por CONAF (2017) con algunas modificaciones (Figura 5-24).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

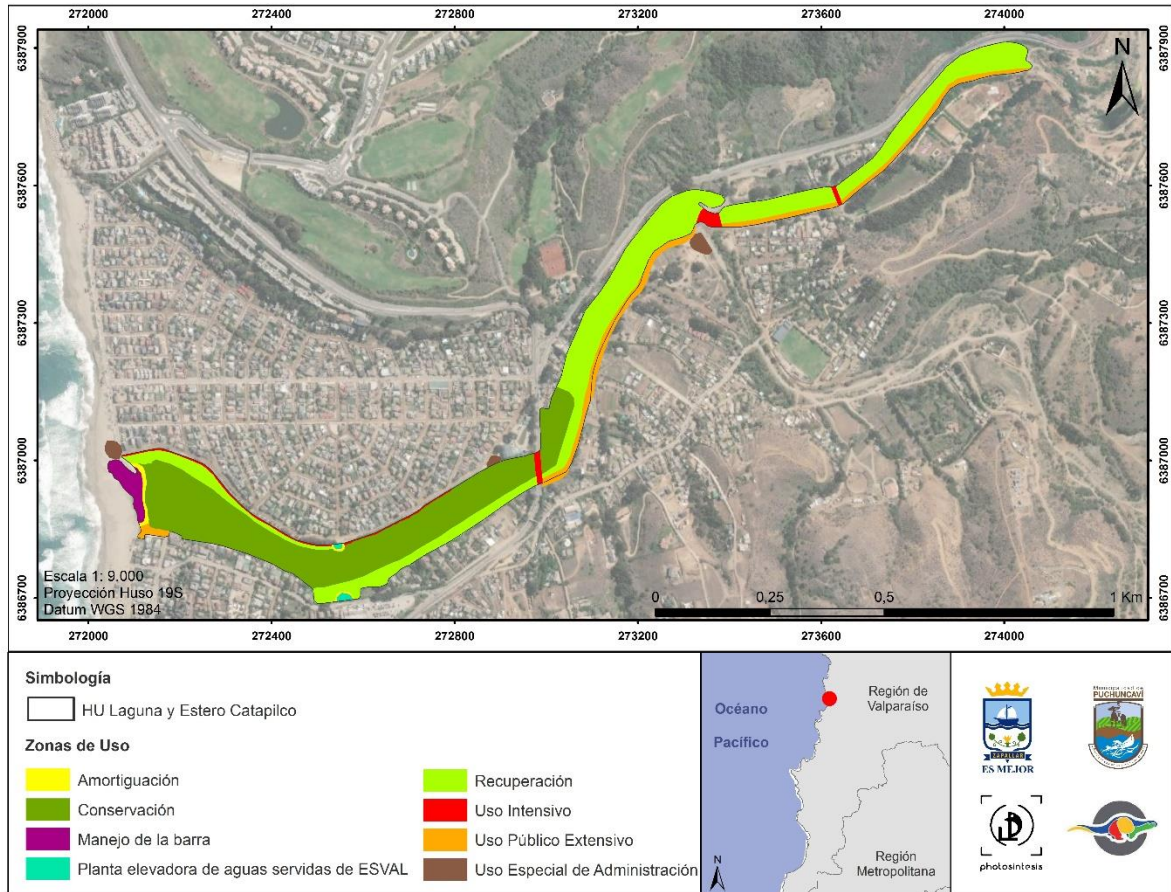


Figura 5-24. Zonificación del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022).

La superficie de cada zona de uso están especificadas en la Tabla 5-21. Se observa que la zona de Conservación y Recuperación suman aproximadamente el 87% de ocupación de las zonas de usos, lo que permitirá resguardar los componentes naturales del HU Laguna y Estero Catapilco y recuperar aquellas áreas que se encuentran degradadas. La zona de Uso Público Extensivo representa un 6,3% de la superficie, y corresponde al espacio público proyectado por la Municipalidad de Puchuncaví, en la desembocadura y senderos proyectados por ambos municipios en el tramo asociado al Estero Catapilco.

Tabla 5-21. Superficie (ha) de cada zona de uso de la zonificación del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Zona de uso | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|-----------------------|-----------------|----------------|
| Uso público intensivo | 0,60 | 3,04 |
| Uso público extensivo | 1,25 | 6,30 |
| Conservación | 8,48 | 42,71 |
| Recuperación | 8,82 | 44,43 |
| Amortiguación | 0,18 | 0,91 |
| Manejo de la barra | 0,46 | 2,32 |

| | | |
|-------------------|-------------|------------|
| PEAS ESVAL | 0,06 | 0,30 |
| TOTAL | 19,9 | 100 |

Además, están consideradas la Zona de Uso Especial de Administración y una parte de la Zona de Uso Público Extensivo que se encuentran fuera del polígono, pero consideradas en la zonificación.

Tabla 5-22. Superficie (ha) de cada zona de uso fuera del polígono del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Zona de Uso | Superficie (Ha) |
|---------------------------------------|-----------------|
| Uso especial de administración | 0,24 |
| Uso público extensivo | 0,35 |
| TOTAL | 0,59 |

Las descripciones y normativas de cada zona de uso se presentan en la Tabla 5-23. En el HU Laguna y Estero Catapilco, se proponen ocho zonas de uso. La nomenclatura utilizada se basa en lo propuesto por CONAF (2017) con algunas modificaciones.

Tabla 5-23. Descripción y normativas asociadas a las zonas de uso del HU Laguna y Estero Catapilco.

| Zona de Uso | Descripción | Normativa |
|---------------------------------------|---|---|
| Uso especial de administración | Área en que se dispone de toda la infraestructura administrativa del HU Laguna y Estero Catapilco (actual y potencial). Actualmente, existe una caseta de guardaparque en la ribera norte de la comuna de Zapallar. Además, se proyectan dos zonas fuera del polígono; en la desembocadura por la ribera norte; y en el sector del cruce vehicular hacia Población Estadio, en la ribera sur, comuna de Puchuncaví. | Se permite la construcción de caseta de guardaparques, y de otras infraestructuras y equipamientos necesarios para la administración. El tránsito de personas por esta zona será destinado para efectos de información del HU y control y utilización los servicios disponibles. Se permite habilitar zonas para el manejo de residuos si es que la capacidad de gestión del HU lo permite. |
| Uso público intensivo | La zona de uso público intensivo corresponde al paseo peatonal de la ribera norte en Laguna de Zapallar que abarca la vereda de la Avenida La Laguna hasta el sector de la Planta elevadora de aguas servidas (PEAS). El puente de la ruta F-30 y los sectores donde existe tránsito vehicular permanente en el tramo del Estero Catapilco también se | Se permite la construcción de infraestructura y señaléticas informativas. Se permite la construcción de barreras y cercos perimetrales para restringir el acceso a zonas sensibles. Se permite la manutención de la infraestructura existente y aquellas nuevas que se instalen. |

| Zona de Uso | Descripción | Normativa |
|-------------------------------------|---|---|
| | <p>consideran como zonas de uso público intensivo. El paso de mayor tránsito es desde la carretera E-46 hacia la Población Estadio y Laguna de Puchuncaví, donde se proyecta un paso vehicular que no ocupe el cauce del Estero Catapilco.</p> | <p>Se permite habilitar zonas para el manejo de residuos si es que la capacidad de gestión del HU lo permite.</p> |
| <p>Uso público extensivo</p> | <p>La zona de uso extensivo corresponde al espacio público proyectado por la Municipalidad de Puchuncaví en el sector de la desembocadura por la ribera sur. Además, ambos municipios proyectan un sendero peatonal en el tramo asociado a la ribera sur del Estero Catapilco hasta el límite Este del polígono del área.</p> | <p>Se permite la construcción y mantención de infraestructura de bajo impacto como senderos, miradores, estaciones de descanso y áreas verdes de uso público y señalética informativa. Se permite tránsito peatonal, bicicletas y cabalgatas por senderos habilitados para cada actividad. Se permiten turismo de intereses especiales como avistamiento de aves, investigación, monitoreo y conservación.</p> |
| <p>Conservación</p> | <p>La zona de uso de conservación cubre el cuerpo de agua permanente del Humedal, incluyendo las zonas de descanso y nidificación de aves.</p> | <p>Se prohíbe ingreso de visitantes. Solo permitido el uso para la gestión del HU y para investigación y monitoreo, previa autorización de la administración.</p> |
| <p>Recuperación</p> | <p>Esta zona cubre el sector del Estero Catapilco y el área de vegetación ribereña de la cubeta principal, que requieren acciones de recuperación y restauración ambiental.</p> | <p>Se prohíbe ingreso de visitantes y tránsito vehicular. Se permiten actividades relacionadas a investigación científica orientada a la restauración y monitoreo, con autorización previa de la administración. Se permiten trabajos voluntarios con fines de restauración y actividades con fines de educación ambiental, con autorización previa de la administración Solo se permitirá infraestructura como cierre y cercos en el perímetro para la mitigación de amenazas.</p> |

| Zona de Uso | Descripción | Normativa |
|---------------------------|---|---|
| Manejo de la barra | La zona de uso de manejo de la barra está en la desembocadura de La Laguna, abarcando ambas comunas. El manejo de la barra se realiza cuando existen riesgo de inundación en invierno. Se recomienda la realización de un protocolo para la apertura de la barra. | Se permite el manejo de la barra siguiendo un protocolo de apertura de la barra diseñado en conjunto con científicos y comunidad local. El tránsito por esta área es restringido cuando se realicen trabajos de apertura de la barra. |
| PEAS ESVAL | En el área se ubica una planta elevadora de aguas servidas (PEAS) de ESVAL en la ribera norte y se proyecta la construcción de otra en la ribera sur. | Se permite las actividades propias del manejo de la PEAS existente en la ribera norte. Se permite obras de construcción y operación asociada a PEAS proyectada en ribera sur cuando cuente con Resolución de Calificación Ambiental, que incorpora control de impactos para el HU. |
| Amortiguación | La zona de amortiguación está asociada directamente a la zona de manejo de la barra ubicada en la desembocadura del La Laguna, y rodeando al sector de las PEAS. | Se permiten actividades de fiscalización y control por parte de la administración sobre las amenazas para los objetos de conservación del HU. Se permite la instalación de cercos, señalética u otra infraestructura similar con el fin de controlar amenazas. Se permiten operaciones relacionadas al manejo de la barra y PEAS, previa autorización de la administración y cumpliendo criterios para no afectar área de conservación. |

En el Anexo 3. Zonificación por tramo, al final de este documento, se presentan los mapas de zonificación de cada tramo definido para el HU Laguna y Estero Catapilco.

5.5 Marco normativo

Con respecto a la normativa del área, en el Anexo 4. Marco normativo asociado a humedales, al final de este documento, se detallan los instrumentos normativos a nivel local, nacional e internacional, que son relevantes para la gestión del área y control amenazas que se han identificado.

5.6 Propuesta de modelo de gobernanza

Considerando la importancia de la implementación de modelos de gobernanza apropiados para una adecuada gestión para la conservación, y usando como base los modelos de gobernanza propuestos por la UICN, se generó una propuesta de modelo de gobernanza para el HU Laguna y Estero Catapilco, a partir de los resultados obtenidos en las reuniones de equipo núcleo en que se dialogó en torno al modelo de gobernanza (ver "Anexo 1_Proceso participativo.docx").

En el diagrama que se presenta en la Figura 5-25, se observa un modelo de gobernanza en colaboración que incluye un Organismo tomador de decisiones (OTD), un Equipo de implementación, un Consejo de la comunidad local, y comisiones técnicas que apoyan la implementación del PGI. Para mayor detalle sobre la propuesta revisar Anexo 5. Propuesta de modelo de gobernanza, al final de este documento.



Figura 5-25. Propuesta de modelo de gobernanza en colaboración para el HU Laguna y Estero Catapilco.

5.7 Plan operativo anual

A continuación, se presentan las actividades del Plan Operativo Anual (POA) por estrategia. Además, en el “Anexo 6_Plan operativo VF.xlsx”, se puede observar en detalle el POA y el Plan operativo a largo plazo (POLP). El primer año, se implementarán seis de las estrategias definidas para el HU Laguna y Estero Catapilco. Las estrategias de “Economía local e incentivos” y de “Manejo de especies y recuperación ambiental” se comienzan a implementar a partir del año 2024.

Tabla 5-24. Actividades del Plan Operativo Anual (POA) por estrategia.

| Estrategia | Subestrategia | Actividad | Responsable |
|--|------------------------------|--|---------------------------------------|
| Formación de capacidad interna y externa | Alianzas y asociaciones | Implementar un modelo de gobernanza en colaboración para la gestión del área | OTD |
| | | Generar alianzas de colaboración con servicios públicos, sector privado y ONG para implementar PGI | OTD |
| | | Generar acuerdos con servicios públicos, sector privado y ONG para el control de las amenazas identificadas en el área | OTD |
| | | Generar convenios de colaboración para abordar las prioridades de investigación | Equipo de implementación |
| | Capacitación | Evaluar las capacidades de recursos humanos para la implementación del PGI | Equipo de implementación |
| | | Desarrollar habilidades y capacidades en el personal a cargo de implementación del PGI | Equipo de implementación |
| Leyes y políticas | Marco normativo y ordenanzas | Fortalecer el marco normativo para la conservación del área y control de amenazas | Dirección jurídica |
| | Fiscalización y control | Fortalecer la vigilancia, fiscalización y sanciones ante el incumplimiento de normativas | Equipo de implementación |
| | | Generar un trabajo colaborativo con servicios públicos para el control y fiscalización de amenazas | Equipo de implementación / inspección |
| | Planificación territorial | Evaluar límites del HU considerando sus áreas funcionales | Equipo de implementación |
| | | Evaluar el desarrollo de proyectos de inversión cumpliendo con criterios mínimos para la conservación del HU | SECPLA, DOM |

| Estrategia | Subestrategia | Actividad | Responsable |
|------------------------------------|---|--|--------------------------------|
| | | Crear medidas para solucionar situación de viviendas irregulares | DIDECO |
| Educación y sensibilización | Educación e interpretación ambiental | Implementar un Programa de educación ambiental (PEA) para establecimientos educacionales de Zapallar y Puchuncaví. | Equipo de implementación |
| | | Generar instancias de educación ambiental y difusión del PGI con la comunidad local | Equipo de implementación |
| | Sensibilización y comunicación | Difundir los resultados de manejo y conservación del área en la comunidad e instituciones | Equipo de implementación |
| | | Diseño y elaboración de contenidos y material audiovisual para plataformas digitales y redes sociales del HU | Equipo de implementación |
| | | Diseñar y difundir información sobre amenazas presentes en el HU para visitantes y comunidad local | Administrador |
| Vinculación comunitaria | Eventos con la comunidad | Generar instancias de capacitación para organizaciones y actores vinculados al HU | Equipo de implementación |
| | Espacios colaborativos | Generar alianzas y trabajo conjunto con organizaciones de usuarios de aguas y otras organizaciones territoriales a nivel de cuenca | Equipo de implementación |
| | | Desarrollar un trabajo en conjunto con arrendadores de caballos que ocupan HU | Equipo de implementación |
| Uso público | | Evaluar las necesidades de infraestructura y equipamiento para la implementación del PGI | Equipo de implementación |
| | | Generar recorrido de interpretación ambiental para visitantes para HU | SECPLAN Puchuncaví |
| | | Diseñar un Plan maestro para ordenamiento de uso público para fines recreativos y turísticos en el HU | SECPLA |
| | | Regular el tránsito vehicular por lecho de Estero Catapilco y Estero La Canela para disminuir impactos negativos | Dirección de Tránsito y SECPLA |

| Estrategia | Subestrategia | Actividad | Responsable |
|----------------------|---------------|---|--------------------------|
| | | Diseñar, en conjunto con MOP, soluciones de mejoramiento vial para el acceso a Población Estadio y Laguna de Puchuncaví por el Estero Catapilco, y a condominios por el Estero La Canela. | SECPLA, Alcaldía |
| Investigación | | Evaluar prioridades de investigación según financiamiento disponible | Equipo de implementación |
| | | Generar las bases para el monitoreo de los OC | Equipo de implementación |
| | | Evaluar información disponible sobre extracción de agua en el área de influencia | Equipo de implementación |
| | | Generar un monitoreo permanente de la presencia de fauna en el HU | Equipo de implementación |
| | | Evaluar alternativas de manejo para el control de la flora y fauna exótica en el HU | Equipo de implementación |
| | | Evaluar alternativas de manejo para el control de la flora y fauna exótica en el HU | Equipo de implementación |

5.8 Plan de monitoreo y sistema de indicadores

A continuación, se presentan los planes de monitoreo de los OC, amenazas directas y de la implementación de las estrategias asociadas al PGI. En el "Anexo 9_Plan de monitoreo VF.xlsx", se puede visualizar los planes de monitoreo en detalle.

5.8.1 Plan de monitoreo OC

5.8.1.1 *Aves de humedal y playeras*

Tabla 5-25. Plan de monitoreo de OC Aves de humedal y playeras

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|---------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Al 2027, la abundancia de las aves indicadoras se encuentra calificada entre buena y muy buena | Nº de individuos / superficie por tipo de ambiente | Protocolo de monitoreo | Administrador | SAG; ROC; Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Semestral |
| Al 2027, se ha registrado nidificación del 100% de las especies indicadoras. | Nº de especies nidificantes | Búsqueda dirigida de sitios de nidificación | Administrador | SAG; ROC; Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual (Temporada reproductiva) |
| Al 2027, la riqueza del ensamble de aves de humedal y playeras es mayor a la riqueza promedio | Nº de especies de humedal y playeras | Protocolo de monitoreo | Administrador | SAG; ROC; Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Semestral |
| Al 2032, el éxito reproductivo de las aves indicadoras es mayor al 51%. | Nº de nidos exitosos/ Nº de nidos totales *100 | Seguimiento de nidos registrados | Administrador | SAG; ROC; Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual (Temporada reproductiva) |

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--------------------------------------|---|---------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Al 2032, el desarrollo de polluelos de las especies indicadoras es mayor al 51%. | Nº de volantones/Nº de polluelos*100 | Seguimiento de nidos y registro de volantones al final de la temporada reproductiva | Administrador | SAG; ROC; Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual (Temporada reproductiva) |

5.8.1.2 Coipo

Tabla 5-26. Plan de monitoreo de OC Coipo.

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|----------------------------------|---|---------------|----------------------|------------------------------|------------|
| Al 2024, la abundancia de coipos es mayor a 3 individuos. | Nº de individuos | Búsqueda dirigida de coipos | Administrador | Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Semestral |
| Al 2027, el éxito reproductivo es mayor a 4 crías por año. | Nº de crías por año | Búsqueda dirigida de pareja con crías y madrigueras | Administrador | Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Semestral |
| Al 2032, el desarrollo de crías de coipos es mayor al 75% | Nº de juveniles/ Nº de crías*100 | Búsqueda dirigida de individuos juveniles | Administrador | Colectiva Las Garzas | HU Laguna y Estero Catapilco | Semestral |

5.8.1.3 *Vegetación palustre y acuática*

Tabla 5-27. Plan de monitoreo de OC Vegetación palustre y acuática.

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|--|--------------------------|---|------------------------------|-------------|
| Al 2027, la superficie y cobertura de vegetación ribereña ha aumentado, respecto a línea base | Área de la vegetación ribereña (ha) y Cobertura (%) | Cartografía de Carta de Ocupación de Tierras | Equipo de implementación | Fundación Kennedy, Universidad Mayor, Consultor | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 5 años |
| Al 2027, la composición de especies acuáticas y palustres nativas es mayor a 50% | Nº especies nativas/ Nº total especies * 100 | Inventario de especies | Equipo de implementación | Fundación Kennedy, Universidad Mayor, Consultor | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 5 años |
| Al 2032, han disminuido las áreas sin vegetación en el área ribereña, respecto a línea base | Área de la vegetación ribereña (ha) y Cobertura (%) | Cartografía de Carta de Ocupación de Tierras | Equipo de implementación | Fundación Kennedy, Universidad Mayor, Consultor | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 5 años |

5.8.1.4 *Humedal y red hídrica*

Tabla 5-28. Plan de monitoreo de OC Humedal y red hídrica

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|---------------|------------------------------|----------------|
| Al 2024, se conoce la altura de la capa freática y la profundidad de la columna de agua. | Altura capa freática (cm) | Medición con puntera en diferentes pozos asociados a área de influencia | Equipo de implementación | Administrador | Área de influencia | Anual |
| | Profundidad de la columna de agua | Instalación de regleta para estimación de profundidad de columna de agua en diferentes puntos | Equipo de implementación | Administrador | HU Laguna y Estero Catapilco | Estacional |
| Al 2027, los parámetros fisicoquímicos indican un mejor estado de eutroficación, respecto a línea base | Nitrógeno, Fósforo, Clorofila A, Transparencia | Toma de muestras en puntos definidos en línea base Fotosintesis, análisis en laboratorio y comparación con índice Smith | Equipo de implementación | Administrador | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual (verano) |
| Al 2027, el número de especies de peces nativos es al menos de 4 especies | Número de especies de fauna íctica | Captura e identificación de individuos en terreno | Equipo de implementación | Administrador | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |
| Al 2027, el número de especies de macroinvertebrados es al menos de 7 especies | Riqueza de especies de macroinvertebrados | Toma de muestra en terreno en puntos definidos por Fotosíntesis y análisis de laboratorio | Equipo de implementación | Administrador | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |

5.8.1.5 Paisaje

Tabla 5-29. Plan de monitoreo de OC Paisaje.

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------|
| Al 2027, comunidad reconoce los atributos de la dimensión visual y emotiva del paisaje y los valora positivamente | Atributos de dimensión visual y emotiva | Evaluación de dimensión visual y emotiva del paisaje y atributos paisajísticos en puntos y transectos clave (Pedraza y Tello 2019) | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | Área funcional | Cada 5 años |
| Al 2027, comunidad reconoce los atributos del paisaje sonoro y los valora positivamente | Atributos del paisaje sonoro | Caracterización del paisaje sonoro en puntos y transectos clave | Equipo de implementación | MMA, Investigadores externos | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 5 años |

5.8.1.6 Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza

Tabla 5-30. Plan de monitoreo de OC Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza.

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------|
| Al 2024, existe presencia digital en plataformas y redes sociales del HU Laguna y Estero Catapilco | Presencia digital en plataformas | Verificar existencia de plataformas digitales del HU | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, existe un programa de visitas guiadas enfocado en comunidad y organizaciones locales | Nº de actividades de interpretación ambiental con comunidad local / año | Registro y cuantificación de visitas guiadas enfocado en comunidad y organizaciones locales | Equipo de implementación | Administrador, Guardaparques | Gabinete | Anual |
| Al 2024, existe un programa de visitas guiadas enfocado en visitantes estivales | Nº de actividades turísticas con visitantes estivales/ temporada estival | Registro y cuantificación de visitas guiadas enfocado en visitantes estivales | Equipo de implementación | Administrador, Guardaparques | Gabinete | Anual |
| Al 2024, existe un cuerpo de guardaparques permanente que entrega información a los visitantes | Presencia de guardaparques | Revisión de listado de guardaparques y contratos vigentes. | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Anual |
| Al 2026, existen rutas y senderos habilitados en el tramo del Estero Catapilco | Existencia de rutas y senderos | Verificar existencia de rutas y senderos en tramo Estero Catapilco | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |

| Objetivo de manejo | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------|
| Al 2027, el equipo de implementación ha difundido anualmente la conservación del HU en ferias y otras instancias comunitarias | Visitación de equipo de implementación a instancias sociales locales | Registro y revisión de visitas a organizaciones locales realizadas por el equipo de implementación | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | Gabinete | Anual |
| Al 2028, existe al menos dos infraestructuras para la observación y/o contemplación | Existencia de infraestructura para observación y contemplación | Verificar existencia de infraestructura | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |
| Al 2032, los espacios de uso público y la señalética cumplen criterios de accesibilidad universal y multisensorialidad | Accesibilidad para la visitación | Verificar existencia de acceso universal para movilidad reducida | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 2 años |
| | Señalética | Verificar existencia de señalética multisensorial para aproximación mediante diversos sentidos | Equipo de implementación | Reobserva, Escuela de Diseño UDP | HU Laguna y Estero Catapilco | Cada 2 años |

5.8.2 Plan de monitoreo amenazas

5.8.2.1 *Relleno y modificación del cauce*

Tabla 5-31. Plan de monitoreo de amenaza "Relleno y modificación del cauce".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Al 2027, no han aumentado las áreas degradadas y existen proyectos de recuperación del cauce a través de infraestructura vial y restauración ambiental | Nº de áreas degradadas identificadas y Nº de proyectos de recuperación del cauce | Revisión de áreas degradadas identificadas en 2024 y comparación con estado en 2027 | Equipo de implementación | Consultor | Gabinete | Cada 5 años |

5.8.2.2 *Microbasurales y residuos sólidos*

Tabla 5-32. Plan de monitoreo de amenaza "Microbasurales y residuos sólidos".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|--|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Al 2027, no existen microbasurales dentro del HU y la disposición de residuos en el área funcional ha disminuido respecto al 2024 | Nº de áreas afectadas por microbasurales o residuos en área funcional | Revisión de informe de identificación de áreas de acopio de residuos voluminosos y vertederos ilegales en área funcional del HU y constatación de estado actual de áreas | Equipo de implementación | DIMAO | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2027, al menos el 80% de los vecinos de las áreas residenciales aledañas al HU ocupan espacios habilitados para disposición de residuos | Nº de viviendas que declaran ocupar espacios habilitados para disposición de residuos domiciliarios | Revisión de informe de evaluación de participación de comunidades aledañas en programas de reciclaje y comparación con estado en 2027 | Equipo de implementación | DIDECO | Gabinete | Cada 3 años |

5.8.2.3 Contaminación de aire

Tabla 5-33. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación de aire".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|---|--------------------------|----------------------------|------------------|-------------|
| Al 2027, se conoce la frecuencia de episodios de contaminación del aire y la magnitud en que afectan al HU y sus OC | Datos de estación de monitoreo de calidad de aire | Revisión de datos disponibles de estación de monitoreo y análisis de principales contaminantes | Equipo de implementación | MMA | Gabinete | Anual |
| Al 2027, se han efectuado el recambio de los artefactos de calefacción contaminantes en el 20% de los residentes de áreas aledañas al HU | N° de viviendas con calefactor a leña en 2027/ N°de viviendas con calefactor a leña en 2024 | Revisión de planillas y evaluación de cambios en matriz de calefactores en áreas residenciales aledañas al HU | SECPLA | MMA, Ministerio de energía | Gabinete | Cada 5 años |

5.8.2.4 Contaminación de agua y suelo

Tabla 5-34. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación de agua y suelo".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|--|--------------------------|---|------------------|-------------|
| Al 2027, el nivel de contaminación de agua y suelo disminuye con respecto a la línea base | Análisis de contaminantes de suelo y agua de HU y su área funcional | Revisión de datos de resultados de monitoreo de agua y suelo del HU y comparación con datos anteriores | Equipo de implementación | MMA, Guardaparques, Seguridad y Emergencias | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.2.5 Contaminación acústica y lumínica

Tabla 5-35. Plan de monitoreo de amenaza "Contaminación acústica y lumínica".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|--------------------------|---|------------------------------|-------------|
| Al 2027, los casos de fiestas y ruidos molestos que afectan biodiversidad han disminuido con respecto al año 1 | Nº de casos de ruidos molestos en áreas aledañas al HU del 2027 / Nº de casos del año 2023 | Revisión de registros de casos de ruidos molestos y sanciones asociadas sistematizadas y comparación en el tiempo | Equipo de implementación | Carabineros, Inspección, Juzgado policía local, Brigada de vigilancia comunitaria | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2027, las fuentes de emisión de contaminación acústica y lumínica se encuentran reguladas con criterios ecológicos | Nº de eventos de lanzamiento de fuegos artificiales | Sistematización de registros de denuncias de lanzamiento de fuegos artificiales/lanzamiento de fuegos artificiales legales | Equipo de implementación | Inspectores municipales | Área de influencia | Anual |
| | Nº de registros de sobrevuelo de drones no autorizados sobre el HU | Sistematización de registro de sobrevuelo de drones sobre el HU | Equipo de implementación | Guardaparques | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |
| | Reporte de resultados de implementación de cumplimiento de norma lumínica del MMA (2022) | Seguimiento y revisión del reporte de resultados de la implementación de norma lumínica | SECPLA | Equipo de implementación | Área de influencia | Cada 2 años |

5.8.2.6 *Extracción de áridos*

Tabla 5-36. Plan de monitoreo de amenaza "Extracción de áridos".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|--|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Al 2027, los permisos de extracción de áridos han disminuido en un 50%, respecto al 2023, y su otorgamiento no compromete ambientalmente el HU | Nº de permisos de extracción al año 2027 / Nº de permisos de extracción al año 2023 *100 | Revisión de cumplimiento de criterios de sustentabilidad de faenas de manejo de áridos | Equipo de implementación | Inspección | Área de influencia | Anual |
| Al 2027, no existe extracción de áridos en HU y su área funcional | Denuncias por extracción de áridos en HU y área funcional | Revisión y cuantificación de registros de denuncias y otorgamiento de permisos en área de influencia | Equipo de implementación | DOM, Inspección | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.2.7 *Presencia de animales domésticos*

Tabla 5-37. Plan de monitoreo de amenaza "Presencia de animales domésticos".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|--|------------------------------|------------|
| Al 2027, los caballos solo ocupan áreas habilitadas para el uso de cabalgatas | Senderos habilitados para actividad de cabalgatas | Constatación de existencia de senderos para cabalgatas en mapas de ordenamiento de uso público e infraestructura y señalética instalada en el HU. | Equipo de implementación | Guardaparques, Brigada de vigilancia comunitaria | HU Laguna y Estero Catapilco | Una vez |
| Al 2027, disminuyen al 50% el registro de perros y gatos sueltos detectados en el HU, con respecto a año 2024 | Nº de perros y gatos sueltos identificados en HU en 2027/ Nº de perros y gatos sueltos identificados en HU en 2024 | Revisión de registro de casos de perros y gatos sueltos en el HU | Equipo de implementación | Guardaparques, Brigada de vigilancia comunitaria | Gabinete | Anual |

5.8.2.8 *Intrusión y perturbación humana*

Tabla 5-38. Plan de monitoreo de amenaza “Intrusión y perturbación humana”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|--|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Al 2025, existe una disminución del registro de malas prácticas en el HU de un 30%, respecto del año 1 | Nº de casos de actividades no permitidas en HU del 2025 / Nº de casos en 2023 | Sistematización y cuantificación de actividades no permitidas registradas en el HU | Equipo de implementación | Chinchimén | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2027, existe una disminución del registro de malas prácticas en el HU de al menos un 50%, respecto del año 1 | Nº de casos de actividades no permitidas en HU del 2027 / Nº de casos en 2023 | Sistematización y cuantificación de actividades no permitidas registradas en el HU | Equipo de implementación | Chinchimén | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.2.9 *Presencia de especies exóticas invasoras*

Tabla 5-39. Plan de monitoreo de amenaza “Presencia de especies exóticas invasoras”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Al 2027, ha disminuido la abundancia de al menos tres especies de flora invasora registrada en el área. | Abundancia de EEI que han sido priorizadas para manejo | Revisión de resultados de medidas implementadas para el manejo de EEI de flora priorizadas. | Equipo de implementación | CONAF | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2027, ha disminuido la riqueza de fauna exótica registrada en el HU. | Riqueza de fauna exótica registrada en HU | Revisión de informes asociados a fauna | Equipo de implementación | SAG | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.2.10 *Extracción de agua no sustentable*

Tabla 5-40. Plan de monitoreo de amenaza “Extracción de agua no sustentable”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|---|--------------------------|---------------------------------|------------------|-------------|
| Al 2026, al menos 5 de las principales empresas extractoras de agua han implementado medidas para disminuir uso de agua del Acuífero Catapilco | Nº de acuerdos firmados con empresas titulares de derechos de agua, Informes de resultados de medidas para el uso eficiente del agua y extracciones efectivas | Generar planilla de titulares de derechos de agua que suscriben convenios con Municipalidad para implementar medidas de uso eficiente de agua | Equipo de implementación | DGA, Comisión Nacional de Riego | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2027, la extracción de agua no sobrepasa la disponibilidad total de los subsectores del acuífero Catapilco | Informe técnico de demanda y disponibilidad de agua de Acuífero Catapilco | Revisión de informe de disponibilidad de agua subterráneas | DGA | Equipo de implementación | Gabinete | Cada 5 años |

5.8.2.11 *Cambio climático y disminución de precipitaciones*

Tabla 5-41. Plan de monitoreo de amenaza “Cambio climático y disminución de precipitaciones”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|-------------|--------------------------|--------------------|-------------|
| Al 2027, se ha comenzado implementación de infraestructura para manejo de escorrentía urbana | Infraestructura en proceso de implementación | Constatación de fase de implementación de infraestructura | SECPLA | MINVU, GORE, SEREMI MA | Área de influencia | Una vez |
| Al 2027, la administración implementa medidas de adaptación y mitigación al cambio climático y disminución de precipitaciones | Nº de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático implementadas | Revisión de medidas de cambio climáticos implementadas en cada Municipio | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.2.12 *Desastres naturales e inundaciones*

Tabla 5-42. Plan de monitoreo de amenaza “Desastres naturales e inundaciones”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|--|-------------|--|------------------|-------------|
| Al 2025, existe documento oficial que dicta protocolo para manejo de la barra con criterios ecológicos y socialmente aceptados | Protocolo de manejo de barra publicado | Revisión de existencia del protocolo de manejo de la barra | SECPLA | Seguridad y Emergencias, ONEMI, GEF Humedales Costeros, MMA, SHOA, DOH | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2027, municipalidades han implementado Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones que considera criterios ecológicos y sociales | Plan de medidas de mitigación implementado, N° de viviendas afectadas, Superficie afectada por inundación | Revisión y seguimiento de implementación de Plan de medidas de mitigación y análisis temporoespacial comparativo de efectos de desastres naturales en inundaciones | SECPLA | Seguridad y emergencia, ONEMI, SHOA | Gabinete | Cada 5 años |

5.8.3 Plan de monitoreo del PGI

5.8.3.1 *Formación de capacidad interna y externa*

Tabla 5-43. Plan de monitoreo de estrategia “Formación de capacidad interna y externa”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|-------------------|------------------|-------------|
| Al 2023, existen acuerdos de cooperación o convenios con al menos 5 instituciones públicas y 5 privadas para la implementación del PGI del HU. | Listado de acuerdos y convenios firmados para la conservación del HU | Revisión de acuerdos y convenios firmados por OTD y otras partes para la conservación del HU | Equipo de implementación | OTD | Gabinete | Anual |
| Al 2023, se tiene un informe que contiene una evaluación de brechas y la priorización de acciones del PGI según el presupuesto existente en ambas municipalidades | Planilla con actividades priorizadas para 2024 y entre 2025-2027, montos estimados para ejecutarlas y financiamiento disponible para el PGI por parte de ambas municipalidades | Revisión de brechas existentes entre el monto estimado para implementar el PGI y el financiamiento disponible de los municipios | Equipo de implementación | SECPLA | Gabinete | Anual |
| Al 2025, se han capacitado al menos 2 personas para realizar el monitoreo del cumplimiento de la normativa de calidad de agua y suelo | Listado de personal capacitado en monitoreo de calidad de agua | Revisión y cuantificación de personal capacitado en monitoreo del cumplimiento de la normativa de calidad de agua | Equipo de implementación | MMA, SEREMI Salud | Gabinete | Cada 2 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|--|--------------------------|--|------------------|-------------|
| Al 2026, las Municipalidades junto a los organismos públicos competentes han impulsado programas con incentivos para reducir el uso de artefactos de calefacción contaminante | Nº de beneficiarios de recambio de calefactores | Cuantificar número de beneficiarios de recambio de calefactores | Equipo de implementación | MMA | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2023, los municipios han generado un acuerdo de colaboración con DGA | Actas de reuniones y acuerdo firmado por partes | Revisión de actas y constatación de existencia de acuerdo firmado por partes | Equipo de implementación | DGA | Gabinete | Una vez |
| Al 2023, se ha gestionado un fondo y/o convenio para realizar investigación sobre cambio climático | Convenio o fondo para realizar investigación sobre cambio climático sobre OC | Constatación de existencia de convenio o fondo | Equipo de implementación | MMA, Investigadores, Universidades | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, existe financiamiento externo para financiar al menos 4 acciones que no formen parte del presupuesto de las municipalidades | Nº de fondos adjudicados o convenios firmados para financiar acciones | Revisión de fondos adjudicados y convenios firmados para financiar actividades del PGI | Equipo de implementación | SECPLA | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2024, ha aumentado el personal que trabaja en las distintas líneas estratégicas para la gestión del HU | Nº de funcionarios en 2024 / Nº de funcionarios en 2023 | Revisión y cuantificación de funcionarios a cargo de implementación del PGI, según necesidades identificadas | Equipo de implementación | SECPLA | Gabinete | Anual |
| Al 2024, se ha conformado una mesa de gobernanza constituida formalmente que posee mecanismos de participación, gestión y | Acta de sesión de OTD que oficializa Mesa de gobernanza | Revisión de cumplimiento de indicadores relacionado con la puesta en práctica | Equipo de implementación | OTD, Administradores, Comisiones técnicas, Consejo de la | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|--|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------|
| administración del HU validados | | de la gobernanza del HU Laguna y Estero Catapilco | | comunidad local | | |
| Al 2024, los municipios tienen fondos o convenios para realizar investigación sobre medidas de mitigación de desastres naturales e inundaciones y protocolo de manejo de la barra | Licitación publicada en mercado público o contrato de servicio Convenio firmado por partes | Constatación de existencia de licitación o convenio para evaluar medidas de mitigación para inundaciones y protocolo de manejo de la barra | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se ha capacitado al 100% del personal con funciones atinentes al HU y su gestión, en las temáticas asociadas a la gestión y conservación del HU. | Nº de trabajadores capacitados y Evaluación y/o certificación aprobada | Revisión de cumplimiento de programa de capacitaciones y cuantificación de funcionarios capacitados | Equipo de implementación | SECPLA | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2025, municipios se han adjudicado fondos para implementación de proyectos de manejo de la escorrentía urbana y gestión sustentable de aguas lluvias | Postulación y adjudicación de fondos, Financiamiento aprobado | Constatación de existencia de fondo para mejorar infraestructura urbana para manejo de escorrentía y gestión sustentable de aguas lluvias | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |

5.8.3.2 Leyes y políticas

Tabla 5-44. Plan de monitoreo de estrategia "Leyes y políticas".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|--------------------------|---------------------------------------|------------------|-------------|
| Al 2023, ambos municipios cuentan con una ordenanza general de humedales urbanos. | Ordenanza general de los humedales urbanos de la comuna validada y publicada | Constatación de existencia de Ordenanza general de humedales urbanos publicada | Equipo de implementación | SECPLA | Gabinete | Una vez |
| Al 2023, la normativa vigente sobre extracción de áridos es difundida e implementada de forma efectiva. | Infografías sobre ordenanzas y normativa asociada a extracción de áridos, relleno y modificación del cauce | Revisión de infografías y contenidos difundidos sobre extracción de áridos, relleno y modificación del cauce | Equipo de implementación | DOM | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2024, existe Brigada de vigilancia comunitaria que apoya en labores de denuncia y registro de amenazas del HU | Listado de miembros de Brigada de vigilancia comunitaria | Constatación de creación de Brigada de vigilancia comunitaria | Equipo de implementación | DIDECO, Consejo de la comunidad local | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se fiscalizan y sancionan casos de disposición irregular de residuos sólidos y | Registro y N° de casos sancionados | Revisión de registro y cuantificación de casos sancionados | Equipo de implementación | Inspección | Gabinete | Cada 2 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|--|------------------|-------------|
| voluminosos en HU y su área funcional | | | | | | |
| Al 2024, se han cursado sanciones adecuadas para los dueños de animales domésticos que ingresen al HU | Nº de casos sancionados | Revisión y cuantificación de registro de sanciones por animales domésticos que sin sus dueños acceden al HU | Equipo de implementación | Guardaparques, inspección | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2024, se han establecido umbrales para las normas de calidad de agua para el Estero Catapilco según usos | Umbral de calidad establecidos para normativa de calidad de agua según uso | Constatación de existencia de umbrales | Equipo de implementación | MMA, SEREMI Salud | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se han generado acuerdos de cooperación con al menos dos instituciones con atribuciones en fiscalización para el HU | Acuerdos y/o convenios de colaboración con instituciones fiscalizadoras firmado por partes | Revisión de convenios firmados para la colaboración en la vigilancia y fiscalización | Equipo de implementación | Guardaparques, Inspección, Seguridad pública | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, existe un Plan de mejoramiento de la gestión de residuos sólidos y voluminosos enfocados en el HU | Plan de mejoramiento de la gestión de residuos voluminosos | Constatación de existencia de Plan de mejoramiento de gestión de residuos voluminosos | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|---|--------------------------|--|------------------|-------------|
| Al 2025, la normativa vigente no permite la extracción de áridos en el HU y su área funcional. | Ordenanza que incluye la prohibición de extracción de áridos en el HU y su área funcional | Revisión de ordenanza | Equipo de implementación | Dirección jurídica | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, las municipalidades han evaluado el 100% de viviendas sin alcantarillado en áreas residenciales aledañas al HU | Nº de viviendas evaluadas, Nº de viviendas regularizadas | Revisión y cuantificación de viviendas evaluadas y viviendas regularizadas | Equipo de implementación | MMA, SEREMI Salud | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2025, se conocen los resultados del estudio de delimitación del HU que considera las áreas funcionales | Informe de delimitación y evaluación de área funcional del HU y cartografía asociada | Constatación de existencia de informe de delimitación del área funcional del HU | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se ha implementado un protocolo de vigilancia y denuncia implementado por los organismos pertinentes de forma efectiva | Protocolo de denuncia para amenazas identificadas validado y difundido | Constatación de existencia de Protocolo de denuncia y revisión de publicaciones realizadas en plataformas digitales de la Municipalidad | Equipo de implementación | Inspección, Seguridad pública, Emergencias, Carabineros, otras instituciones competentes, Comunicaciones | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se han fiscalizado las faenas de extracción | Actas de fiscalización en faenas de manejo de | Revisión de actas y cuantificación de sanciones | Equipo de implementación | Inspección, DOM, Superintenden | Gabinete | Cada 2 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|---|---------------------|-------------|
| áridos del HU y su área funcional de forma efectiva | áridos, Registros de sanciones | asociadas a extracción irregular de áridos | | cia de medio ambiente | | |
| Al 2026, funcionarios municipales a cargo de fiscalizar, sancionan casos de ruidos molestos según normativa vigente | N° sanciones asociadas a incumplimiento de normativa de contaminación acústica 2026/ N° sanciones asociadas a incumplimiento de normativa de contaminación acústica 2024 | Revisión de sanciones asociados a incumplimiento de normativa de ruidos molestos | Equipo de implementación | Inspección | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2026, las áreas impactadas por extracción de áridos en HU o su área funcional han sido restauradas por sus usuarios | N° de acuerdos para mitigación y/o compensación por extracción de áridos en área funcional | Seguimiento de áreas afectadas por extracción de áridos | Equipo de implementación | Inspección, Brigada de vigilancia comunitaria | HU y área funcional | Cada 2 años |
| Al 2026, las ordenanzas que regulan los ruidos molestos de ambos municipios incluyen criterios de biodiversidad | Ordenanza de ruidos molestos actualizadas con criterios para biodiversidad | Revisión de criterios de biodiversidad incluidos en Ordenanzas de ruidos molestos | Equipo de implementación | | Gabinete | Una vez |
| Al 2026, los municipios han evaluado infraestructura que mitiga y controla el | Informe de alternativas de infraestructura urbana | Constatación de existencia de informe de | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------|
| riesgo de desastres naturales e inundaciones | para favorecer procesos de infiltración | alternativas de infraestructura urbana para favorecer procesos de infiltración | | | | |
| Al 2026, no se registran casos de liberación de patos Mallard | Censos estacionales de fauna exótica, Normativa para el control y tenencia responsable de patos Mallard | Constatación de existencia de normativa para el control y tenencia responsable de patos Mallard y revisión de resultados de censos estacionales | Equipo de implementación | SAG, Propietarios canchas de golf | Gabinete | Una vez |
| Al 2026, se han cursado sanciones y medidas reparatorias ante extracción de áridos, rellenos o modificación del cauce irregulares | Actas de fiscalización en faenas de manejo de áridos, Registros de sanciones, Medidas reparatorias implementadas | Revisión de actas de fiscalización y cuantificación de sanciones cursadas y medidas reparatorias implementadas | Equipo de implementación | Inspección, DOM | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2026, se incluye en los instrumentos de planificación territorial la instalación y uso de | Nº de instrumentos de planificación que incluye uso de luminarias que no afectan biodiversidad | Revisión de existencia de uso de luminarias que no afectan | SECPLA | MMA | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|--|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------|
| luminarias que no afectan a la biodiversidad en las áreas aledañas al HU | | biodiversidad en áreas aledañas al HU | | | | |
| Al 2027, se han regularizado los sistemas de tratamiento de aguas servidas del 100% de las viviendas del área residencial aledaña al HU | N° de viviendas regularizadas / N° de viviendas evaluadas | Revisión de nivel de implementación de proyectos de alcantarillados en áreas residenciales aledañas al HU | Equipo de implementación | DOH, ESVAL | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2027, ambos municipios cuentan con una planificación territorial que incorpora los criterios de sustentabilidad de la Ley de HU | N° de instrumentos de planificación territorial actualizados con criterios para la sustentabilidad por municipalidad | Revisión de instrumentos de planificación territorial vigentes y constatación de existencia de criterios para la sustentabilidad de los HU | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2027, la planificación territorial considera riesgos de desastres naturales e inundaciones para construcción en áreas funcionales del HU | N° de instrumentos de planificación territorial que consideran riesgo de inundaciones para construcción en áreas funcionales del HU | Constatación de existencia de criterios de riesgo de desastres naturales e inundaciones para | SECPLA | MINVU, GORE, SEREMI MA | Gabinete | Cada 5 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|---|--------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|
| | | construcción en áreas funcionales del HU | | | | |
| Al 2027, la planificación territorial incorpora la gestión integrada de la cuenca del Estero Catapilco | Instrumento para la planificación y gestión integrada de la subcuenca del Estero Catapilco elaborado participativamente | Constatación de existencia de planificación territorial que considera gestión integrada de la subcuenca | Equipo de implementación | DGA, Consejo de la comunidad local | Gabinete | Una vez |
| Al 2027, los antecedentes de calidad de aire reunidos son considerados en instancias pertinentes a nivel regional como el PRAS | Nº de instancias de participación y datos entregados a PRAS | Revisar y cuantificar instancias de participación de municipalidad en PRAS e información entregada | Equipo de implementación | MMA, PRAS | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2027, se han incluido medidas de control del polvo en suspensión para el otorgamiento de permisos de construcción en áreas aledañas al HU | Nº de obras aprobadas con medidas consideradas para el control del material particulado y polvo en suspensión en áreas residenciales aledañas al HU | Cuantificar obras aprobadas con medidas para el control del material particulado | Equipo de implementación | DOM | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.3.3 *Uso público*

Tabla 5-45. Plan de monitoreo de estrategia "Uso público".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|--|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------------|
| Al 2023, se ha evaluado y priorizado las necesidades de infraestructura y equipamiento para el HU con apoyo de SERVIU (MINVU) | Informe de evaluación de infraestructura y equipamiento necesario para implementación del PGI | Constatación de existencia de evaluación de infraestructura y equipamiento necesario para implementación del PGI | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, existe señalética instalada que difunde reglamentos y actividades no permitidas en el HU | Señalética instalada | Constatar la existencia de señalética instalada | Equipo de implementación | Chinchimén | HU Laguna y Estero Catapilco | Una vez |
| Al 2024, existe un plan maestro de ordenamiento de uso público | Propuesta de Plan maestro y Presupuesto por etapas validado | Revisión del Plan maestro de ordenamiento de uso público y estado de implementación | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se encuentran licitadas o en carpeta la implementación de proyectos de infraestructura y señalética para fines recreativos y turísticos | Licitación para la elaboración del Plan maestro para el HU publicada | Constatación de existencia de TdR o licitación para Plan maestro de ordenamiento de uso pública | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se encuentra en construcción un área de uso público con fines recreativos y turísticos | Infraestructura y señalética habilitada por etapa | Seguimiento de avances de obras del Plan maestro de | SECPLA | Equipo de implementación | HU Laguna y Estero Catapilco | Anual |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|--------------------------|---|------------|
| que cumple con criterios de sustentabilidad de la Ley de HU | | ordenamiento de uso público | | | | |
| Al 2026, el área de uso público con fines recreativos y turísticos se encuentra implementada | Infraestructura y señalética habilitada en todas las áreas de uso público del HU | Constatación de término de obras del Plan de ordenamiento de uso público | SECPLA | Equipo de implementación | HU Laguna y Estero Catapilco | Una vez |
| Al 2026, localidades aledañas al HU cuentan con infraestructura para disponer y separar residuos sólidos domiciliarios | Infraestructura habilitada por localidad (Maitencillo, La Laguna de Puchuncaví, Población Estadio) | Constatación de existencia de infraestructura en cada localidad | Equipo de implementación | DIMAO, SECPLA | Maitencillo, La Laguna de Puchuncaví, Población Estadio | Una vez |
| Al 2027, existe un área que permite disponer y gestionar residuos voluminosos en ambas municipalidades | Área para disposición de residuos voluminosos operativa | Constatación de existencia de área para disposición de residuos voluminosos | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2027, Población Estadio y condominios privados cuentan con un acceso formal que no interviene el lecho de los esteros Catapilco y La Canela | Propuesta de mejoramiento vial con criterios de sustentabilidad e infraestructura ecológica y Obras ejecutadas | Constatación de existencia de acceso formal que no interviene con lechos de los esteros Catapilco y La Canela | Equipo de implementación | MOP, Vialidad | Gabinete | Una vez |

5.8.3.4 *Educación y sensibilización*

Tabla 5-46. Plan de monitoreo de estrategia "Educación y sensibilización".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|--------------------------|----------------|------------------|------------|
| Al 2023, existe un programa de educación ambiental que contempla a los objetos de conservación del HU y sus amenazas | Programa de educación ambiental para estudiantes y profesores aprobados e incluidos en PADEM | Constatación de existencia de Programa de educación ambiental para estudiantes y profesores e inclusión dentro de los PADEM de ambas municipalidades | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Una vez |
| Al 2023, se ha implementado campañas de concientización sobre las actividades no permitidas y sus impactos sobre la conservación del HU | Nº de campañas de concientización | Revisión de medios de verificación de campañas realizadas enfocadas en actividades no permitidas y sus impactos sobre el HU | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Anual |
| Al 2024, existe material gráfico para difundir uso eficiente de agua y tecnologías sustentables entorno al recurso hídrico | Infografías sobre uso eficiente y tecnologías sustentables entorno al recurso hídrico | Constatación de existencia de infografías sobre uso eficiente y tecnologías sustentables entorno al recurso hídrico | Equipo de implementación | Comunicaciones | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|---|--------------------------|-----------------------|------------------|-------------|
| Al 2024, se ha diseñado señalética e infografías para informar a las personas sobre los impactos de las EEI | Diseño de señalética e infografías validado | Constatación de existencia de señalética e infografías sobre EEI | Equipo de implementación | Comunicaciones | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se han desarrollado al menos dos talleres y existe señalética para informar y sensibilizar sobre impactos negativos del tránsito vehicular por lecho de los esteros Catapilco y La Canela | Infografías, N° de instancias y listado de participantes de instancias de sensibilización sobre impactos tránsito vehicular sobre esteros validada | Constatación de existencia de infografías y revisión de listado de participantes de instancias de sensibilización | Equipo de implementación | Dirección de tránsito | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se han realizado al menos dos campañas de educación ambiental en época estival para visitantes y durante el año para los habitantes del área de influencia del HU | N° de campañas de educación ambiental en época estival y durante el año en el área de influencia | Revisión de actividades realizadas por año | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Anual |
| Al 2025, al menos el 80% de los vecinos del HU han participado de campañas de reciclaje | N° instancias de educación sobre residuos sólidos, N° de participantes | Revisión de actas de instancias de educación y cuantificación de participantes en función de habitantes de las | Equipo de implementación | DIMAO, Operaciones | Gabinete | Cada 2 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|---------------------------|------------------|-------------|
| | | áreas residenciales aledañas al HU | | | | |
| Al 2025, se han realizado campañas de concientización sobre los impactos de la contaminación acústica y lumínica sobre la biodiversidad | Infografías, Publicaciones en RRSS, N° de instancias de difusión de ordenanza para arriendos en temporada estival y Norma lumínica (MMA, 2022) | Constatación de existencia de infografías, publicaciones y cuantificación de instancias de difusión de normativa vigente. | Equipo de implementación | Comunicaciones | Gabinete | Anual |
| Al 2023, personas que visitan el HU con sus perros respetan la normativa de animales domésticos | N° de casos de visitantes que no respetan normativa asociada a animales domésticos | Revisión de registro de malas prácticas de visitantes y cuantificación de casos de incumplimiento de normativa asociada a animales domésticos | Equipo de implementación | Guardaparques, inspección | Gabinete | Cada 2 años |

5.8.3.5 *Economía local e incentivos*

Tabla 5-47. Plan de monitoreo de estrategia “Economía local e incentivos”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Al 2025, el 100% de los operadores turísticos que ocupan el área se encuentran certificados y promueven conservación del HU | Nº de operadores turísticos certificados / Total de operadores turísticos en el área de influencia | Revisión de listado de asistencia a capacitaciones y operadores capacitados | Equipo de implementación | DIDECO | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2026, ESVAL ha implementado medidas para el control de riesgos asociados a PEAS y PTAS | Plan de medidas de control y mitigación de riesgos y Medidas de control y mitigación implementadas | Constatación de que medidas acordadas con ESVAL han sido implementadas | Equipo de implementación | ESVAL, SISS | Gabinete | Una vez |

5.8.3.6 Vinculación comunitaria

Tabla 5-48. Plan de monitoreo de estrategia “Vinculación comunitaria”.

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|---|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------|
| Al 2023, la administración se vincula con propietarios de caballos que operan en el HU | Acuerdo de colaboración firmado por partes | Constatación de existencia de acuerdo entre propietarios y OTD | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, la municipalidad se coordina con vecinos para realizar jornadas de manejo de flora exótica invasora en el HU | Calendario con planificación de jornadas, N° de jornadas ejecutadas, N° de participantes | Revisión de calendario de planificación y cuantificación de jornadas y participantes de actividades | Equipo de implementación | Consejo de la comunidad local | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, los municipios han generado acuerdos centros de eventos y empresas para disminuir y regular la contaminación acústica y lumínica | Acuerdos con empresas y centros de eventos firmados por las partes | Constatación de existencia de acuerdos firmados por las partes | Equipo de implementación | | Gabinete | 1 vez |
| Al 2024, se establece una mesa de trabajo entre las autoridades y comunidad local para definir el manejo de la barra | N° de reuniones realizadas, y N° de participantes | Constatación de existencia de mesa de trabajo entre autoridades y comunidad local para manejo de la barra | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se ha generado al menos una jornada con la | N° de jornadas, N° de participantes | Revisión de actas de jornadas realizadas y | Equipo de implementación | DIMAO, Operaciones | Gabinete | Cada 2 años |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|--|--|--------------------------|---|------------------|-------------|
| comunidad local de limpieza y recuperación de espacios utilizados como microbasurales del HU y su área funcional | | cuantificación de participantes | | | | |
| Al 2024, se han acordado en conjunto con propietarios de caballos áreas habilitadas para cabalgatas | Rutas para cabalgatas proyectadas | Revisión de plan maestro | Equipo de implementación | SECPLA, DIDECO | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2025, se han implementado acciones en conjunto con organizaciones de cuidado y protección animal para la promoción de tenencia responsable | Nº talleres, Nº participantes | Cuantificación de talleres realizados en conjunto con organizaciones promotoras de tenencia responsable. | Equipo de implementación | Centro Veterinario Municipal, Organizaciones promotoras de tenencia responsable | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2026, los municipios han implementado al menos un piloto de cosecha de agua con la comunidad local | Proyecto piloto de aprovechamiento de vaguada costera implementado | Constatación de existencia de proyecto piloto | Equipo de implementación | Consejo de la comunidad local | Gabinete | Una vez |
| Al 2026, se ha desarrollado al menos un proyecto piloto para la reutilización de aguas grises con la comunidad local | Proyecto piloto de recuperación de aguas grises implementado | Constatación de existencia de proyecto piloto de recuperación de aguas grises | Equipo de implementación | Consejo de la comunidad local | Gabinete | Una vez |

5.8.3.7 Manejo de especies y recuperación ambiental

Tabla 5-49. Plan de monitoreo de estrategia "Manejo de especies y recuperación ambiental".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|--|--------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Al 2025, se han reubicado patos Mallard y gansos presentes en el HU | Informe de resultados de captura y reubicación de patos Mallard y gansos | Constatación de existencia de informe de resultados de captura y reubicación de patos Mallard y gansos | Equipo de implementación | SAG, Fundación Kennedy | Gabinete | Una vez |
| Al 2026, se ha logrado reemplazar las plantas exóticas invasoras por especies nativas en el HU y en los espacios públicos asociados a estos | Informe anual de programa de recambio de especies exóticas invasoras por nativas | Constatación de existencia de informe anual de programa de recambio de EEI por flora nativa | Equipo de implementación | | Gabinete | Una vez |
| Al 2024, se han priorizado especies de flora para controlar en conjunto con instituciones competentes | Informe con alternativas de manejo para control de flora exótica invasora, Listado de especies priorizadas | Constatación de existencia de informe | Equipo de implementación | Universidades, CONAF | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2024, se realiza un diagnóstico de las áreas funcionales para definir prioridades | Informe de áreas funcionales prioritarias a ser recuperadas | Constatación de existencia de Informe de áreas funcionales prioritarias a ser recuperadas | Equipo de implementación | | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se aplican medidas de restauración | Informe anual de resultados de | Constatación de información de | Equipo de implementación | | Gabinete | Anual |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|--|---|---|--------------------------|---------------|------------------|-------------|
| en áreas priorizadas que fueron afectadas por acumulación heces | proyecto de restauración de HU | resultado de recuperación de áreas afectadas por acumulación de heces | | | | |
| Al 2026, se implementa proyecto de recuperación de suelos degradados en áreas funcionales priorizadas | Informe anual de resultados de proyecto de reforestación de áreas funcionales | Constatación de existencia del Informe Anual. | Equipo de implementación | | Gabinete | Una vez |
| Al 2027, las municipalidades han implementado proyectos de restauración | Informe anual de resultados de proyecto de restauración de HU | Constatación de existencia de informe anual de resultados de proyecto de restauración | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Cada 5 años |

5.8.3.8 Investigación

Tabla 5-50. Plan de monitoreo de estrategia "Investigación".

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|--|--|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------|
| Al 2024, se ha elaborado un informe sobre proyección de demanda de agua para diferentes usos en el área de influencia | Informe sobre proyección de la demanda hídrica para uso doméstico en el área de influencia | Constatación de existencia del informe sobre proyección de la demanda hídrica | Equipo de implementación | DGA | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, existe un informe acerca de las extracciones efectivas de empresas agrícolas e inmobiliarias que presentan mayores caudales de extracción | Planilla de datos con titulares de derechos de agua, caudal otorgado y caudal de extracción efectiva, Informe sobre extracciones efectivas | Revisión de información disponible sobre extracciones efectivas que se realizan del acuífero Catapilco y sus subsectores | Equipo de implementación | DGA | Gabinete | Una vez |
| Al 2025, se ha elaborado una investigación sobre áreas afectadas por relleno y modificación del cauce en HU y su área funcional | Informe de identificación de áreas degradadas en el HU y área funcional | Constatación de existencia de identificación de áreas degradadas | Equipo de implementación | Administrador | Gabinete | Cada 2 años |
| Al 2026, se ha elaborado un Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones | Plan de medidas de mitigación frente a desastres naturales e inundaciones | Constatación de existencia de Plan de medidas de mitigación frente a | SECPLA | Equipo de implementación | Gabinete | Una vez |

| Meta | Indicador | Método | Responsable | Colaboradores | Sitio de colecta | Frecuencia |
|---|---|--|--------------------------|--|------------------|-------------|
| inundaciones validado por la comunidad local | | desastres naturales e inundaciones | | | | |
| Al 2026, se han evaluado alternativas de economía circular en el rubro de la construcción y factibilidad de implementación a nivel comunal | Informe de evaluación de alternativas de economía circular y factibilidad de implementación | Revisión de convenios con universidades y/o centros de investigación y resultados de investigaciones | Equipo de implementación | MMA, Cámara Chilena de la Construcción, Instituto de la Construcción, CORFO (Programa Construye2025) | Gabinete | Una vez |
| Al 2026, Universidades y otros centros de investigación han realizado estudios para generar la línea base de calidad de aire en el HU | Informe de resultados de investigación sobre calidad de aire y origen de contaminantes | Revisión de informe de resultados sobre calidad de aire y origen contaminantes | Equipo de implementación | MMA | Gabinete | Cada 5 años |
| Al 2027, se han difundido resultados de los estudios de calidad de aire y origen de contaminantes del HU por diferentes vías de difusión | Resultados difundidos por diversas plataformas (RRSS, correo electrónico, web, etc.) | Revisión de contenidos difundidos por diversas plataformas | Equipo de implementación | Comunicaciones | Gabinete | Cada 5 años |

6 BIBLIOGRAFÍA

Álvarez D, M Llorca, J Blasco, Barceló D. 2016. Contaminants in the Marine Environment. *Marine Ecotoxicology*. 1-34.

Arenas-Martija, A. (2020). Creación colaborativa de georutas educativas: una estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la geografía. Puchuncaví, Chile.

Arias, C. A., y Brix, H. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, (13), 17-24.

Aronson, J., Del Pozo, A., Ovalle, C., Avendaño, J., Lavin, A., Etienne, M. (1998). Land use changes and conflicts in Central Chile. En Rundel PW, Montenegro G, Jaksic F (Eds.) *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-type Ecosystem*. Springer. Berlín, Alemania. pp. 155-168.

Arroyo M, A Pauchard, D Alarcón, J Armesto, F Bozinovic, R Bustamante, C Echeverría, S Estay, R García, A Gaziola, M Miranda, P Pliscoff, D Rozas, C Salas-Eljatib, R Rozzi. 2019. Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile. En: PA Marquet et al. (editores), *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones*. Informe de la mesa de Biodiversidad. Comité Científico COP25 – Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.

Báez, P., Letelier, S., Rojas, G., Rebolledo, A., Martínez, A. y Paredes, P. (2013). Patrimonio natural acuático y bioseguridad en los humedales costeros del semiárido de Chile de Chile: Reflexiones para un estudio de caso, el caracol exótico, *Pomacea canaliculata*.

Baldini, A., Alvarado, A. y Guajardo, F. (2012). Programa de arborización: un chileno, un árbol. Árboles urbanos de Chile.

Baldini, A., Alvarado, A., & Guajardo, F. (2013). Árboles Urbanos De Chile. Guía de reconocimiento. Santiago de Chile: Programa de Arborización: Un chileno, un árbol, 2º edición.

Baldosea W, J Delgado. 2019. Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y contaminación minera en un humedal de la cuenca media del río Atrato. Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. 75 pp.

Barceló L & MJ López. 2008. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Panel Científico-Técnico de seguimiento de la política de

aguas, Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente. Fundación Nueva Cultura del Agua.

Barros R & I Azócar. 2018. Piuquén (*Oressochen melanopterus*) (pág. 52). En: Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R & Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

Barros R. 2018. Pilpilén común *Haematopus palliatus* (pág. 202). En: Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R & Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

Baz L. 2019. Contaminantes emergentes. Impacto sobre la salud y el medio ambiente. Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. 19 pp.

Bazzaz, F. (1991). Habitat selection in plants. *American Naturalist*, 137: 116-130

Benavides, N. (2016). Antecedentes para una historia ambiental de la localidad de Ventanas, comuna de Puchuncaví (1964-2016). El extractivismo de ENAMI/CODELCO en un contexto de zona de sacrificio. Tesis para optar al título profesional de Profesora de Enseñanza Media en Historia y Ciencias Sociales. Valparaíso, Chile: Universidad de Valparaíso.

Berger O, B Wong, U Candolin, J Barber. 2019. What evidence exists on the effects of anthropogenic noise on acoustic communication in animals? A systematic map protocol. *Environ Evid*. 8(Suppl 1):18

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile . (febrero de 2022). Reportes Comunales. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/index.html>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile . (febrero de 2022). SIIT Estadísticas Territoriales. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/estadisticasterritoriales>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2005. Decreto N° 1688. Dicta ordenanza general de protección y conservación del medio ambiente de la comuna de Zapallar. Pp. 20.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2005. Resolución 372 Declara área de restricción los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de estero Cachagua, estero Papudo, Maipo Desembocadura, sector Catapilco subsector La Laguna, sector Horcón, sector Quintero subsector dunas de Quintero, estero Las Salinas sur, estero Puchuncaví y Rocas de Santo Domingo V región. Pp. 1.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2009. Resolución 152. Declara área de restricción para extracciones de aguas subterráneas, los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento

común, de Estero Guaquén, Sector Catapilco-Subsector Estero Catapilco, Estero Viña del Mar, Estero Casablanca Desembocadura, Sector Punta Gallo, Estero San José, Sector Algarrobo, Estero Cartagena y Estero El Sauce, en las comunas de La Ligua, Zapallar y Papudo, en la provincia de Petorca, en las comunas de Concón, Valparaíso, Viña del Mar, Villa Alemana, Quilpué, Casablanca, Quintero y Puchuncaví, en la provincia de Valparaíso, en las comunas de Quillota, Nogales, La Cruz y Limache, en la provincia de Quillota, en las comunas de San Antonio, Santo Domingo, Cartagena, El Tabo, El Quisco y Algarrobo, en la provincia de San Antonio, de la Región de Valparaíso y en una pequeña parte de la comuna de San Pedro, en la provincia de Melipilla, de la Región Metropolitana de Santiago.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2011. Resolución 199. Modifica el área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas, en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados Estero Cachagua, Estero Papudo, Maipo Desembocadura, Sector Catapilco Subsector la Laguna, Sector Horcón, Sector Quintero Subsector Dunas de Quintero, Estero Las Salinas Sur, Estero Puchuncaví y Rocas de Santo Domingo, Región de Valparaíso.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2011. Resolución 206. Modifica el área de restricción de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados estero Guaquén, Sector Catapilco subsector estero Catapilco, estero Viña del Mar, estero Casablanca Desembocadura, sector Punta Gallo, estero San José, Sector Algarrobo, estero Cartagena y estero El Sauce, región de Valparaíso y región Metropolitana. Pp. 1.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2011. Resolución 250. Declara área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas, en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados estero Los Molles, Catapilco - subsector La Canela, Quintero - subsector Pucalán, Quintero - subsector Mantagua, estero Laguna Verde, Quintay, estero El Membrillo, estero El Rosario y El Tabo, Región de Valparaíso. Pp 1.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2016. Regulación jurídica de la extracción de áridos. Pp. 7.

Biblioteca del Congreso nacional. 2018. Regulaciones sobre la extracción de áridos en Chile y el extranjero, y normas específicas que apuntan al daño a la propiedad pública o privada. Pp. 7.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2019. Resolución 20. Declara como zonas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas, los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados Estero Guaquén, Estero Cachagua, Estero Catapilco, La Laguna y Horcón, Región de Valparaíso.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2021. Resolución Exenta N°1.409 Reconoce de oficio humedal urbano Laguna y Estero Catapilco. Pp. 3.

Biblioteca del Congreso Nacional. 2021. Resolución Exenta N°80. Establece rediseño y modernización de la red de monitoreo de calidad del aire en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. Pp. 6.

Bildstein K, G Bancroft, D Dugan, H Gordon, R Edwin, E Noel, L Paye, S Senner. 1991. Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. Wilson Bulletin. 103(2):218-254.

Bonada N & V Resh. 2013. Mediterranean-climate Streams and Rivers: Geographically Separated but Ecologically Comparable Freshwater Systems. Hydrobiología. 719(1):1-29.

Bonetta S, E Borelli, S Bonetta, O Conio, F Palumbo, E Carraro. 2011. Development of a PCR protocol for the detection of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* In Surface wáter. Environ Monit Assess. 177(1-4):493-503.

Booth, R. (2004). La autosegregación estival y la construcción de la identidad social. Zapallar y Rocas de Santo Domingo en el proceso de la modernización del ocio en Chile (1892-1950). Centro de estudios mexicanos y centroamericanos (CEMCA), 81-92.

Bracamonte, S. C. (1995). Flora y vegetación de las lagunas y humedales de la provincia de Cuenca. Editorial CSIC-CSIC Press.

Cahuillán, L. (2015). Trabajadoras de casa particular en verano y cuidadoras de casa particular en invierno en Laguna de Zapallar, V Región. Tesis para optar al grado de Magíster en Antropología. Santiago, Chile: Universidad Academia de Humanismo Cristiano.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. 2015. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Informe a la Nación. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. Santiago, Chile.

CONAF. (2010). Convenio de Eficiencia Institucional. Obtenido de Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas: http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1369258173CEIHUMEDALES.pdf

CONAF. (2017). Manual para la Planificación del Manejo de las Áreas Protegidas del SNASPE. Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile. Chile. Pp. 230.

CONAF. (2020). CONAF, Catastro Vegetacional. Obtenido de Cifras oficiales y actualizadas proveniente del Catastro de los Recursos vegetacionales y Uso de la Tierra: <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>

- Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. (8 de febrero de 2022). Sector del balneario de Zapallar. Obtenido de <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/zonas-tipicas/sector-balneario-zapallar>
- Conservation Measures Partnership. (2016). Incorporating Social Aspects and Human Wellbeing in Biodiversity Conservation Projects. Versión 2.0. Obtenido de <http://cmp-openstandards.org/guidance/addressing-human-wellbeing/>
- Consultora Ricardo Jervis. 2012. Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Embalse Fundo Casas Viejas. Pp. 679.
- Contreras G, S Montecino. 2020. Ficha de antecedentes de especie: *Numenius phaeopus*. Ministerio del Medio Ambiente. 10 pp.
- Contreras–Arquieta, B. A. (2012). Investigación sobre la distribución de la planta invasora Arundo donax (carrizo gigante) en la cuenca del Río Bravo. Desert Fishes.
- Corena M. 2008. Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios. Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería. Sincelejo, Colombia.
- Correa, J., Pincheira, A., & Andrade, V. (2014). Puesta en valor de la colección paleontológica del Museo de Historia Natural de Puchuncaví. Memoria.
- Cortez-Echeverría, J., y Pastén-Marambio, V. 2017. Guía de aves húmedales costeros de la región de Coquimbo. [en línea] <https://issuu.com/difuciencia/docs/gui__a_de_aves_de_humedales>
- Cosio F., Negrón M., Gastó J. y Villate J.L. 2007. Distritos y sitios de la provincia templada secoestival nubosa o Valparaíso: secano de la costa. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal 7 (1): 38-61.
- Couve E., C Vidal, J Ruiz. 2016. Aves de Chile sus Islas Oceánicas y Península Antártica. FS Editorial. ISBN:978-956-9824-00-5
- Custodio, E. 2010. Las aguas subterráneas como elemento básico de la existencia de numerosos humedales. Ingeniería del agua. 17(2):119-135.
- Dallman, P. (1998). Plant life in the world's mediterranean climates. University of California Press, Berkeley, California. 257 pp.
- Degano, C. (1999). Respuestas morfológicas y anatómicas de *Tessaria absinthioides* (Hook. et Arn.) DC. a la salinidad. Revista Brasileña de Botánica, 22, 357-363.

- Del Pozo, A. (1985). Zonación microclimática en el matorral: efecto de los manchones de arbustos. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 125 pp.
- Dirección General de Aguas. 2002. Informe de zonificación hidrogeológica para las regiones Metropolitana y V. Pp. 149.
- Dirección General de Aguas. 2005. Evaluación de los recursos subterráneos de las cuencas costeras de la V región. Informe de Actualización al 31 de diciembre de 2004. Pp. 93.
- Dirección General de Aguas. 2014. Estudio Determinación de situación de derechos provisionales. Pp. 435.
- Dirección General de Aguas. 2016. Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de la región de Valparaíso. Pp. 55.
- Dirección General de Aguas. 2019. Informe Técnico del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH) N°260. Análisis de disponibilidad de aguas subterráneas de los sectores acuíferos denominados estero Guaquén, estero Cachagua, estero Catapilco, la Laguna y Horcón ubicados en la región de Valparaíso. Pp. 20.
- Duarte M. 2019. Levantamiento de información humedal la laguna.
- Duarte, B., Santos, D., Marques, J.C., Caçador I. (2013). Ecophysiological adaptations of two halophytes to salt stress: Photosynthesis, PS II photochemistry and anti-oxidant feedback – Implications for resilience in climate change, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 67, Pages 178-188, ISSN 0981-9428.
- Egwumah A, PO Egwumah & D Edet. 2017. Paramount roles of wild birds as bioindicators of contamination. *Int J Avian & Wildlife Biol.* 2(1):194-200.
- Federico Luebert, P. P. (2018). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Universitaria.
- Ferrer, P. P. (2007). Base estructural de un hábitat. Principios para su definición y diagnosis. Valencia: Informe editado por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat. Obtenido de <https://www.uv.es/elalum/documents/BaseEstructuralHabitat.pdf>
- Figuroa R, M Suarez, A Andreu, V Riuz, M Vidal. 2009. Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. *Gayana.*73(1):76-94.
- Filipe A, J Lawrence & N Bonada. 2013. Vulnerability of Stream Biota to Climate Change in Mediterranean Climate Regions: A Synthesis of Ecological Responses and Conservation Challenges. *Hydrobiología.* 719(1):331-351.

Fuentes, E., Jacksic, F. and Simonetti, J. (1983). European rabbit versus native rodent in Central Chile: effects on shrub seedlings. *Oecologia* 58: 411-414.

Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, P., Urrutia, A., Cavieres, J., Marticorena, L. (2014). Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: una Guía de Campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB). https://ieb-chile.cl/wp-content/uploads/2019/02/Guia_de_campo.pdf.

Gacitúa, M. (2014). Caballos asilvestrados o baguales en espacios naturales. Una breve visión ecológico - cultural.

Gangas, R. (2015). Una mirada al matorral y bosque esclerófilo de Chile: importancia, transformación y desafíos. *Bosque Nativo*, n54. páginas 29-36.

Garreaud R, J Boisier, R Rondanelli, A Montecinos, H Sepúlveda, D Veloso-Águila. 2019. The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A climate dynamics perspective. *Int J Climatol*. 2019:1-19.

Gauthier G, J Oisgiroux, A Reed, A Be'chet, L Langer. 2005. Interactions between land use, hábitat use, and population increase in greater snow geese: what are the consequences for natural wetland? *Global Change Biology*. 11(6):856-868.

GeoAdaptive LLC y Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.

Gil M, A Soto, J Usma, O Gutiérrez. 2012. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*. 7(2):52-73.

Goodall JD, AW Johnson & RA Philippi. 1951. Las Aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Tomo Segundo. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires, Argentina.

Granizo T, M Molina, E Secaira, B Herrera, S Benítez, O Maldonado, M Libby, P Arroyo, S Ísola, M Castro. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. TNC y USAID.

Guerra C, C Guerra & j Páez. 2013. Diagnóstico, Plan de Seguimiento y Control de Cormorán Yeco (*Phalacrocorax brasilianus*) en la ciudad de Antofagasta. Centro Regional de Estudio y Educación Ambiental, Universidad de Antofagasta. Ilustre Municipalidad de Antofagasta. 156 pp.

Guichon M. 2003. Distribución espacial, comportamiento y estructura de poblaciones del coipo *Myocastor coypus* en la cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina). Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 77 pp.

Habit E, K Górski, D Alò, E Ascencio, A Astorga, N Colin, T Contador, P de los Ríos, V Delgado, C Dorador, P Fierro, K García, Ó Parra, C Quezada-Romegialli, B Ried, P Rivera, C Soto-Azat, C Valdovinos, I Vera-Escalona, S Woelfl. 2019. Biodiversidad de Ecosistemas de Agua Dulce. En: PA Marquet et al. (editores), Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Comité Científico COP25 – Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.

Hauenstein, E. (2006). Visión sinóptica de los macrófitos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70: 16-23

Hernández, P.E. y Fernández, O.A. (1991). Estrategias de crecimiento y reproducción de *Tessaria absinthioides*. *Maleza de distritos de riego* (No. 040). Universidad Nacional del Sur.

IDE Chile. 2015. Cartas de Inundación por Tsunami Zapallar-Cachagua-La Laguna-Maitencillo (edición 2015). Recuperado desde: <https://www.ide.cl/index.php/oceanos-y-costa/item/1490-cartas-de-inundacion-por-tsunami-zapallar-cachagua-la-laguna-maitencillo-edicion-2015>

Iriarte A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Santiago, Chile.

Isasi E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*. 36(1):31-38.

Iturriaga, L. (2016). Informe Catastro flora y lineamiento de paisaje del humedal, La Laguna, Maitencillo. Fundación Kennedy.

Jader J, G Pinilla, Rangel J. 2013. Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables físicas y químicas en el humedal de Jaboque-Colombia. *Caldasia*. 35(2):389-408.

Jaramillo A. 2003. *Birds of Chile*. Christopher Helm. Londres, Reino Unido.

Jehle G, A Adams, J Savidge, S Skagen. 2004. Nest survival estimation: a review of alternatives to the Mayfield estimator. *Condor*. 106:472-484.

Jung AV, P Le Cann, B Roig, O Thomas, E Baurès, MF Thomas. 2014. Microbial Contamination Detection in Water Resources: Interest of Current Optical Methods, Trends and Needs in the Contexto f Climate Change. *Int J Environ Res Public Health*. 11(4):4292-4310

Kalesnik, F. A., y Malvarez, A. I. (2003). Las especies exóticas invasoras en los sistemas de humedales: El caso del Delta Inferior del Río Paraná.

Keddy, P. (2000). *Wetland Ecology.: Principles and Conservation*. Cambridge Studies in Ecology. Australia. Pág.: 3-80.

Kowalewski, M., Pontón, F., Ramírez Pinto, F., y Velázquez, M. (2019). Estado sanitario de perros en áreas de interfase entre animales domésticos y silvestres de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay.

Longcore T & C Rich. 2004. Ecological light pollution. *The Ecological Society of America. Front Ecol Environ* 2004. 2(4):191-198

Luebert, F. y Pliscoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile.

Mack, R., D. Simberloff, W., Lonsdalw, H. Evans, M. Clout y F. A. Bazzas (2000). Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecology Application*. 10:689-710

Malik S. 2021. 4 Ways that Noise Pollution Can Impact Wildlife (and 4 Ways to Help). Wildlife Habitat Council. Recuperado desde: <https://www.wildlifehc.org/4-ways-that-noise-pollution-can-impact-wildlife-and-4-ways-to-help/>

Malinarich V. 2010. Contaminación Lumínica, impacto sobre las poblaciones de aves costeras de la región de Tarapacá. Universidad de Santiago de Chile, Programa de Ordenamiento y Gestión Ambiental (PROGOA), Magíster en Medio Ambiente. 20 pp.

Medrano F, R Barros, HV Norambuena, R Matus & F Schmitt. 2018. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

Mendoza, R. y Kole, P. (2014). Introducción de especies exóticas acuáticas en México y en el mundo. pp. 17-41. En: Mendoza R & P Kole (eds.) *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Tlalpan, México. 310 pp.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (22 de septiembre de 2021). Data Social. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Subsecretaría de Evaluación Social, en base a información de Encuesta Casen. Fecha de actualización 30-09-2020. Obtenido de <https://datasocial.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/fichaIndicador/538/2> Ministerio de Desarrollo

Ministerio de Medio Ambiente. 2017. Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Quintero –Puchuncaví. Pp. 356.

Ministerio de Salud. Ordenanza N°1448 de 2011. Informa Análisis de Metales en polvo y suelos a Colegios en Puchuncaví.

Ministerio del Medio Ambiente. Contaminación Lumínica. Recuperado desde: <https://luminica.mma.gob.cl/>

Ministerio del Medioambiente. (2021). Ficha descriptiva de Humedal Urbano a declarar de oficio por el Ministerio del Medio Ambiente.

MMA – ONU Medio Ambiente. (2022). Guía de delimitación y caracterización de Humedales Urbanos de Chile. Santiago, Chile. 200 p. Elaborada mediante consultoría Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile” por Edáfica Suelos y Medio Ambiente.

MMA – PSG SPA. 2015. Muestreo de suelos para las comunas de Quintero y Puchuncaví, Región de Valparaíso. Informe Final. Santiago de Chile.

MMA. 2022. Ministro Naranjo anuncia nueva norma lumínica que protegerá los cielos de todo Chile. Recuperado desde: <https://mma.gob.cl/ministro-naranjo-anuncia-nueva-norma-luminica-que-protegera-los-cielos-de-todo-chile/>

Municipalidad de Puchuncaví, Fundación Superación de la Pobreza, Puchuncaví Nativo. (s.f.). Diagnóstico Socioambiental del entorno local. Proceso de Certificación Sello Escuelas Sustentables.

Municipalidad de Puchuncaví. (8 de febrero de 2022). Municipalidad de Puchuncaví. Antecedentes Históricos. Obtenido de <https://www.munipuchuncavi.cl/historia.php>

Municipalidad de Puchuncaví. 2009. Plan Regulador Comunal de Puchuncaví. Pp. 39.

Municipalidad de Puchuncaví. 2015. Sesión extraordinaria N° 019-2015 del Consejo Municipal de Puchuncaví. Periodo 2012-2016. Pp. 12.

Municipalidad de Puchuncaví. Decreto Alcaldicio N°1652 de 2017. Ordenanza municipal para la protección y prevención de la contaminación acústica en la comuna de Puchuncaví.

Municipalidad de Zapallar. 1999. Plan Regular Comunal de Zapallar. Pp. 47.

Municipalidad de Zapallar. 2005. Ordenanza general de protección y conservación del medio ambiente N° 1.688.

Municipalidad de Zapallar. 2019. Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Zapallar 2019-2023. Pp 416.

Municipalidad de Zapallar. Decreto Alcaldicio N°18 de 1996. Dicta Ordenanza sobre ruidos y sonidos molestos.

Muñoz-Pedrerros A & C Gil. 2009. Orden Rodentia. En: Muñoz-Pedrerros A & J Yáñez (editores), Mamíferos de Chile (pp. 93-157). CEA. Santiago, Chile.

Nahuelhual, L. y D. Núñez. 2011. Servicios ecosistémicos: contribución y desafíos para la conservación de la biodiversidad. En: J. SIMONETTI & R. DIRZO (eds.), Conservación Biológica: Perspectivas desde América Latina, pp. 175-193. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.

National Geographic Society. 2021. The many Effects of Flooding. Recuperado desde: <https://www.nationalgeographic.org/article/many-effects-flooding/>

Nieves-Aldrey, J., y Grez, A. (2007). Dos especies de cinípidos introducidas en Chile, inductoras de agallas en malezas herbáceas (Hym., Cynipidae).

Olivares, P. 2008. Análisis operacionales del sistema de distribución de producción del litoral norte, V región. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile. Pp. 130.

Oreska, M., Aldridge, D. (2011). Estimating the financial costs of freshwater invasive species in Great Britain: A standardized 89 approach to invasive species costing. *Biological Invasions* 13:305-319.

Oviedo, M. E. (2007). Propuesta para indicadores ambientales para humedales altoandinos: Humedal de Tibanica. Bogotá. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7599/OviedoCamargoMar%C3%ADaEugenia2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Páll E, M Niculae, T Kiss, Dana C, Spînu M. 2013. Human impact on the microbiological water quality of the rivers. *J Med Microbiol.* 62(11):1635-1640.

Paredes, D. (2010). Determinación de amenazas en humedales urbanos: Estudio de tres humedales de Valdivia, Chile.

Pascual, D., & Pavlovic, D. (2018). Informe Línea Base Arqueología Ruta Puchuncaví-Nogales.

Pimentel, D. (2002). *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species*. CRC Press, New York. 369 p.

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

Poff N. 2002. Ecological response to and management of increased flooding caused by climate change. *Philos Trans Royal Soc Lond A*. 360:1497-1510.

Préndez, M. y Calderón, V. 2013. Análisis de Contaminantes en la Cuenca del Río Aconcagua en Chile. *Evaluación de Riesgo Humano y Ambiental. Información tecnológica* 24(1): 3-14.

Prober S, K Thiele, P Rundel. 2012. Facilitating adaptation of biodiversity to climate change: a conceptual framework applied to the world's largest Mediterranean-climate Woodland. *Climate Change*. 110:227-248.

Recabarren, P. 1997. Plan Regular de Zapallar. Estudio de factibilidad de agua potable y evaluación de aguas servidas. Municipalidad de Zapallar. Pp. 69.

Redondo-Gómez, S., Wharmby, C., Castillo, JM, Mateos-Naranjo, E., Luque, CJ, De Cires, A., y Enrique Figueroa, M. (2006). Crecimiento y respuestas fotosintéticas a la salinidad en una halófila extrema, *Sarcocornia neei*. *Physiologia Plantarum* , 128 (1), 116-124.

Riedemann, P., G. Aldunate y S. Teillier (2014). Arbustos nativos de la zona centro-sur de Chile. *Guía de Campo*. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 308 p.

Rodríguez, R., & Fica, B. (2020). *Guía de Campo Plantas Vasculares Acuáticas en Chile*. Concepción, Chile, 216 pp: Corporación Chilena de la Madera.

Rodríguez-Jorquera, I., Rivera-Bravo, D., Sciaraffia, F., Márquez-García, M., Tomasevic, J.A., Mellado, C. y Möller, P. 2020. Propuesta de criterios mínimos para la sustentabilidad de humedales urbanos en Chile. Informe Final. Centro de Humedales Río Cruces de la Universidad Austral de Chile, Centro de Derecho y Gestión de Aguas de la Pontificia Universidad Católica de Chile, GeoAdaptive LLC y Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. Pp 316.

Romero MC. 2018. Formas de paisajes y sus definiciones. IV Cursos de Posgrado sobre Derecho Agrario y Ambiental y Jornada Internacional CUIA-UNLP sobre Recursos Hídricos (La Plata, 2018). Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. 245-252.

Romeu, E. (1995). La fauna introducida: Una amenaza para las especies de las islas. *Biodiversitas*, 1(4), 7-12.

SAG. (2006). Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. Centro de Ecología Aplicada Ltda. Obtenido de <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/GUIAV67JUNIO2007.pdf>

Salinas, R. G., Soto, M. C., Gozalvo, F. R., Alonso, A. V., Intveen, H. B., & Cerrillo, R. N. (2018). Remanentes del bosque esclerófilo en la zona mediterránea de Chile central: caracterización y distribución de fragmentos. *Interciencia*, 43(9), 655-663.

Schulz, J.J., Cayuela, L., Rey-Benayas, J.M., Schröder, B. (2011). Factors influencing vegetation cover change in Mediterranean Central Chile (1975-2008). *Appl. Veget. Sci.* 14: 571-582.

Servicio Nacional de Geología y Minería. 2003. Mapa Geológico de Chile. Versión Digital N° 4. Pp. 25.

Silva C. 2018. Cisne coscoroba *Coscoroba coscoroba* (pág. 50). En: Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R & Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.

Silva R, J Arancibia. 2015. Utilización de los índices de hábitat fluvial, bosque de ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del estero Catapilco, Región de Valparaíso. *Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso*. 26:9-122.

Silva, R., & Arancibia, J. (2015). Utilización de los índices de hábitat fluvial, bosque de ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del Estero Catapilco, región de Valparaíso. *Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso*, Vol. 26. Valparaíso, Chile.

Sitio del Suceso. 2017. Inundación por crecida de La Laguna de Zapallar. Recuperado desde:

https://web.facebook.com/sitiodelsuceso.cl/posts/1922558007982562/?_rdc=1&_rdr

Soto, M.V. y Arriagada, J. 2007. Características dinámicas de ensenadas estructurales de Chile central. Maitencillo- Cachagua y Papudo, región de Valparaíso. *Revista de Geografía Norte Grande*, 38: 99-112.

Soy Valparaíso. 2020. Así corrió el encauce de La Laguna de Zapallar tras la copiosa lluvia. Recuperado desde:

<https://www.soychile.cl/Valparaiso/Sociedad/2020/07/05/662665/VIDEO-Asi-corrio-el-encauce-de-la-Laguna-de-Zapallar-tras-la-copiosa-lluvia.aspx>

Subsecretaría de Evaluación Social. (2021). Principales resultados de la primera medición del Bienestar Social en Chile. Santiago.

Superintendencia de Medio Ambiente, 2021. Resolución Exenta N° 1475. Denuncia por elusión presentada por Fundación Kennedy protección humedales de Chile en contra del proyecto Parque Cachagua. Pp. 16.

Tabilo E, J Riquelme, A Mondaca, C Labra, J Campusano, Tabilo M, M Varela, M Sallaberry. 1996. Management and conservation of the habitats used by migratory shorebirds at Coquimbo, Chile. *International Waders Studies*. 8:79-84.

Talbot C, E Bennet, K Cassel, D Hanes, E Minor, H Paerl, P Raymond, R Vargas, P Vidon, W Wollheim, M Xenopoulos. 2018. The impact of flooding on aquatic ecosystem services. *Biogeochemistry*. 141:439-461

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 Profesional de Ingeniero Forestal. Departamento de Gestión Forestal y su Medio Ambiente, Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 66pp.

UICN Red List. 2022. Threats Classification Scheme (Version 3.2). Recuperado desde: <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>

UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: Segunda edición.

Uribe, JM., Cabrera, R., De la Fuente, A. y Paneque, M. (2012). Atlas bioclimático de Chile. Laboratorio de Bioenergía y Biotecnología Ambiental, Depto. de Ciencias Ambientales y Recursos Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. ANDROS Impresores, Santiago, Chile. 232 pp

Urrutia, Sánchez, Pauchard, & Hauenstein. (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile, 92 pp. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Villa, P., Cardinelli, L., Magnago, L., Heringer, G., Venâncio Martins, S., Viana, C., Rodrigues, A., Viana N., y Alves Meira-Neto, J. (2018). Relación especie-área y distribución de la abundancia de especies en una comunidad vegetal de un inselberg tropical: efecto del tamaño de los parches. *Revista de Biología Tropical*, 66 (2), 937-951.

Wallace, G; Lechner, L.; Stoll, D.; Newman, P. y Guajero, C. 2000 El Rango de Oportunidades para Visitantes en Áreas Protegidas (ROVAP). CIPAM, Consortium for International Protected Area Management y USDA, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Estados Unidos, 27 pp.

Wang, L., Showalter, A. y Ungar, I. (1997). Efecto de la salinidad sobre el crecimiento, el contenido de iones y la química de la pared celular en *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae). *Revista americana de botánica*, 84 (9), 1247-1255.

Woodroffe, R., Prager, K., Munson, L., Conrad, P., Dubovi, E., Mazel, J. (2012). Contact with domestic dogs increases pathogen exposure in endangered African wild dogs (*Lycaon pictus*). *PLoS One*; 7(1), e30099.

Young, J., Olson, K., Reading, R., Amgalanbaatar, S., Berger, J. (2011). Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *BioScience*; (61):125-132.

Zhang Y, Z Li, W Ge, X Chen, H Xu, H Guan. 2021. Evaluation of the impact of extreme floods on the biodiversity of terrestrial animals. *Science of the Total Environment*. 790(2021) 148227

Zora, J. y Andrade, V. 2015. Avances de un catastro de lugares de interés geológico y biológico del Geoparque aspirante de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile Central. XIV Congreso Geológico Chileno. Pp. 4.

MMA. (2020). Inventario De Humedales Urbanos y Actualización Catastro Nacional De Humedales (Ejecutor: Edáfica).

MOP-DGA. (2009). Análisis Metodológico para Determinar Caudales de Dilución en Zonas Estuarinas. SIT N°189.

PRITCHARD, D.W., (1967). What is an estuary: physical viewpoint. In: Lauff, G.H., (Ed.), *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science Publication 83, Washington D.C., pp. 3-5.

FAIRBRIDGE, R.W., (1980). The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E., Cato, I. (Eds.), *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. Wiley, New York, pp. 1-36.

WELKER ENVIRONMENTAL CONSULTANCY, (2002), *Study into Buffering Between Wetlands and Other Land Uses: A Management Framework for Wetland Buffering*, Report prepared for the Department for Planning and Infrastructure, Perth, Western Australia.

ENVIRONMENTAL LAW INSTITUTE (ELI) (2008). *Planner's Guide to Wetland Buffers for Local Governments*, Washington, D.C. ISBN 978-1-58576-137-1, ELI Project No. 0627-01.

EQUIHUA, Z., BENTEZ, B., SCHMIDT, M., EQUIHUA, B., & ÁLVAREZ, P. (2014). Integridad ecológica como indicador de la calidad ambiental. *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental*, 695-718.

7 ANEXOS

7.1 Anexo 1. Análisis de viabilidad de los OC

El análisis de viabilidad consiste en determinar, de acuerdo con la mejor información disponible, a través de revisión de literatura y consulta a expertos locales e investigadores, el estado actual de cada uno de los OC seleccionados (FOS, 2009).

La importancia del análisis de viabilidad radica en definir aquellos atributos claves para efectuar el monitoreo y la evaluación periódica del éxito de las actividades de manejo definidas en el PGI y, establecer orientaciones cualitativas y cuantitativas para la formulación de los Objetivos de manejo.

Para el análisis de viabilidad se utilizó la información levantada por Fotosíntesis en el marco de la elaboración del PGI y se complementó con bibliografía disponible sobre el estado de los OC en el área. Esta información permitió determinar los Atributos Claves (AC) de los OC, a los cuales se les asignaron indicadores que permitirán su monitoreo con el fin de dar seguimiento en el tiempo a las acciones de manejo establecidas en este PGI. Además, se identificaron brechas de información que permiten orientar las necesidades de investigación en el área.

En primer lugar, se definieron los Atributos Ecológicos Clave (AEC) de los OC. Los AEC se definen como “un aspecto de la biología o ecología de un objeto, que, en caso de falta o alteración, dará lugar a la pérdida de ese OC a través del tiempo” (FOS 2009). Para identificar los AEC se siguió la metodología descrita por CONAF (2017) la cual considera tres categorías de atributos que suelen determinar individual o colectivamente la salud del OC, estos son:

- Tamaño: medida de la extensión del OC (por ejemplo, superficie de un ecosistema, abundancia de una especie animal, caudal de un río).
- Condición: se refiere a la composición biológica de un OC (por ejemplo, diversidad de avifauna, regeneración de la vegetación, calidad del agua).
- Contexto del paisaje: corresponde a una evaluación del ambiente (por ejemplo, conectividad entre hábitats, vegetación ribereña, número de bosquetes).

En el caso del Paisaje y de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza, siguiendo los mismos pasos se definieron los Atributos Culturales Claves (ACC), en que se han distinguido tres tipos:

- Condición física: Tiene como parámetro de comparación el estado físico original del OBH. Existen al menos dos atributos típicos, para evaluar la condición física de los OCC: la integridad y la existencia.

- Funcionalidad: Considera la vigencia de los significados, valores, conocimientos y prácticas socioculturales del OBH, ya sea de una época pasada que representa, o en el presente, para la población actual que lo utiliza. Existen al menos dos atributos típicos, para evaluar la funcionalidad de los OCC: uso actual y transmisibilidad.
- Integridad del paisaje: Considera a aquellos factores naturales y culturales del entorno que contribuyen en la conservación o degradación de elementos culturales.

La definición de atributos clave, tanto para OCB, permiten seleccionar los indicadores a monitorear para evaluar el estado del Objeto de Conservación. De esta manera, los atributos clave se clasifican en cuatro rangos que van desde “Muy bueno”, “Bueno”, “Regular” y “Pobre”, donde:

- Muy bueno: es un estado deseable que requiere poca intervención para el mantenimiento del OC.
- Bueno: el indicador se encuentra dentro del rango aceptable de variación y requiere de cierta intervención para el mantenimiento.
- Regular: se encuentra fuera del rango aceptable de variación y requiere de intervención humana para su restauración.
- Pobre: la restauración es cada vez más difícil y puede resultar en la eliminación del OC.

Cabe mencionar que, la definición de los indicadores de seguimiento y la determinación de los rangos de variación y estado actual de cada atributo se obtuvieron en primera instancia de la información bibliográfica más actualizada del HU o áreas cercanas, o en su defecto de escenarios similares existentes en otros proyectos de conservación. Luego todo fue validado o completado por la información proporcionada en reuniones de discusión participativa con grupos de expertos.

En el “Anexo 5_Análisis de viabilidad” se encuentran las tablas para cada OC, junto con las fuentes de información disponible para cada indicador.

7.1.1.1 Aves de humedal y playeras

Las aves son consideradas indicadores biológicos de las condiciones de salud del medio ambiente o ecosistema, y son capaces de determinar la integridad ambiental a partir de sus funciones y poblaciones. Las aves son buenos predictores para evaluar la calidad del hábitat y el efecto de cambios ambientales, ya que son fáciles de detectar y su presencia es fácilmente observable en cualquier ambiente, por lo que si un hábitat no cumple con los requisitos ecológicos necesarios las aves lo abandonarán al ser capaces de volar (Egwumath et al., 2017).

Para el análisis de viabilidad del OC Aves de humedal y playeras, se determinaron cuatro AEC relativos a las categorías de tamaño y condición del objeto de conservación. En el "Anexo 3.4_Base de datos aves.xlsx", se encuentran todos los datos disponibles utilizados para el análisis de viabilidad.

En su mayoría, los AEC consideran dentro de su análisis nueve especies indicadoras que habitan el Humedal (Tabla 7-1), cinco acuáticas, dos playeras y dos terrestres. Estas especies se definieron a partir de los resultados del taller de especialistas, considerando abarcar el espectro de rasgos de este objeto de conservación en el área, seleccionando especies que cumplen con uno o más de los siguientes criterios:

- Presentar alta abundancia, para detectar cambios con facilidad.
- Presentar eventos de reproducción en el Humedal.
- Ser especies residentes y/o migratorias.
- Representar diferentes gremios alimenticios.

Tabla 7-1. Especies indicadoras de aves que habitan en el HU Laguna y Estero Catapilco.

| Nombre común | Grupo funcional | Abundancia alta | Reproducción | Migratoria/ Residente | Dieta ²³ |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------------|
| Cisne coscoroba | Humedal | - | sí | R | Invertebrados acuáticos |
| Pato real | Humedal | - | sí | R | Plantas acuáticas |
| Pato jergón grande | Humedal | - | sí | R | Hierbas, semillas, algas |
| Tagua común | Humedal | sí | sí | R | Plantas acuáticas |
| Huala | Humedal | - | sí | R | Peces e insectos acuáticos |
| Pilpilén común | Playera | - | sí | R | Invertebrados marinos |
| Zarapito común | Playera | sí | - | R/M | Invertebrados marinos |

²³ Extraído a partir de información de expertos y los contenidos de especies de www.aveschile.cl.

| Nombre común | Grupo funcional | Abundancia alta | Reproducción | Migratoria/ Residente | Dieta ²³ |
|---------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|
| Trabajador | Humedal | - | * | R | Insectos de pantano o acuáticos |
| Siete colores | Humedal | - | * | R | Insectos y otros invertebrados |

*: Se desconoce si estas especies se reproducen en el área; R: Residente; M: Migratoria.

Fuente: Elaboración propia.

a) Tamaño

i. Abundancia de aves indicadoras

Para evaluar el tamaño de este OC se utilizará la abundancia de las especies de aves indicadoras definidas para el área. Se refiere al total de individuos de una misma especie contados en una campaña de muestreo considerando todos los puntos de muestreo.

En la Tabla 7-2, se observa la abundancia total de aves indicadoras registradas en la caracterización de fauna del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis Consultores, 2022) y la abundancia promedio calculada a partir de los datos tomados por el SAG (2011-2021) en su monitoreo estacional.

Las especies pato real, siete colores y trabajador, no fueron registradas en el monitoreo realizado en 2022, por lo que el estado actual del indicador es cero. Sin embargo, estas especies han sido descritas previamente por otros estudios.

Tabla 7-2. Abundancia total y abundancia promedio de aves indicadoras en HU Laguna y Estero Catapilco.

| Nombre común | Abundancia promedio (SAG, 2011-2021) | Abundancia total (Photosíntesis consultores, 2022) |
|--------------------|--------------------------------------|--|
| Pato real | 9,29 | 0 |
| Cisne coscoroba | 3,48 | 16 |
| Pato jergón grande | 15,00 | 2 |
| Pilpilén | 4,05 | 12 |
| Zarapito | 73,90 | 373 |
| Tagua común | 130,29 | 140 |
| Huala | 4,33 | 5 |
| Trabajador | 0,05 | 0 |
| Sietecolores | 0 | 0 |

Como se observa en el gráfico de la Figura 7-1, los resultados de la abundancia a lo largo de los años denotan una alta variabilidad sin presentar una tendencia clara. El pato real y el pato jergón han evidencia una tendencia a disminuir su abundancia, lo que podría tener relación con el aumento de patos Mallard en el área.

En el caso del sietecolores este no ha sido registrado en los monitoreos realizados por el SAG y el trabajador se registró por única vez en primavera del 2012, por lo que se recomienda realizar una búsqueda dirigida con el fin de verificar y confirmar la presencia de estas especies en el área, ya que son un buen indicador de disponibilidad de hábitat, al ser especies territoriales y especialistas de ambientes de juncales y totorales.

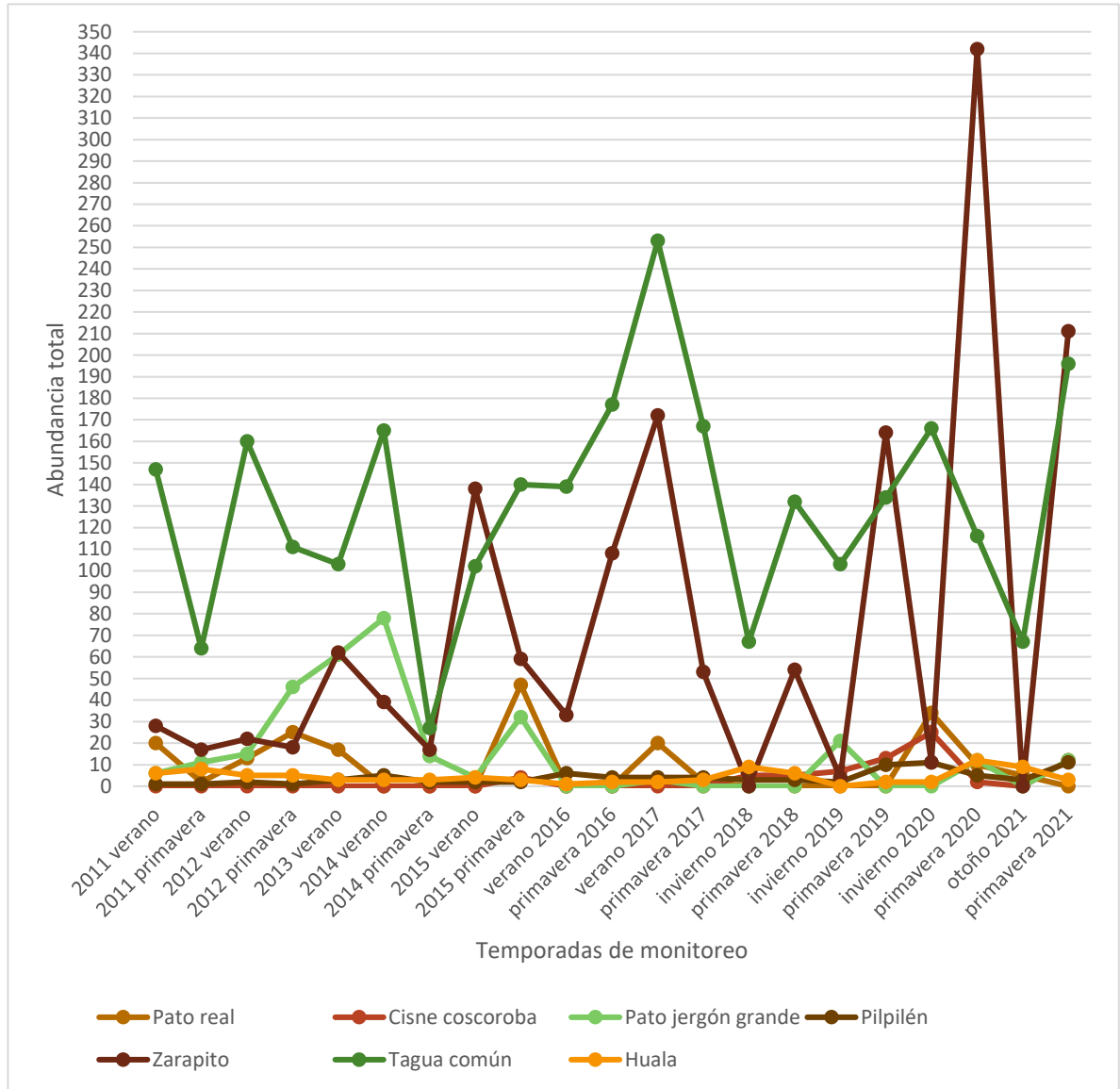


Figura 7-1. Gráfico de abundancia registrada de aves indicadoras entre verano de 2011 y primavera 2021. Elaboración propia en base a datos del SAG (2011-2021).

b) Condición

i. Riqueza de los ensambles de aves de humedal y playeras por estación

La riqueza de los ensambles de aves de humedal y playeras por estación, permitirá determinar el número de especies de aves registradas anualmente en el área, a través de un monitoreo semestral. Este parámetro se estima en base al número total de especies detectadas, ya sea por evidencia directa o indirecta, en un monitoreo, usando la siguiente fórmula.

En el caso del ensamble de aves de humedal, en el área se describen un total de 31 especies, sin embargo, en el último monitoreo en el área fueron registrados 14 especies (45,1%). El ensamble de especies playeras y marinas se encuentra representado por 18 especies, de las cuales 12 (66,6%) fueron registradas en 2022 (Tabla 7-3)

Tabla 7-3. Riqueza total y riqueza de ensamble de aves de humedal y ensamble de aves playeras (Photosíntesis Consultores, 2022)

| Ensamble | Riqueza total | Riqueza Photosíntesis consultores (2022) |
|-------------------------------------|---------------|--|
| Ensamble aves de humedal | 31 | 14 (45,1%) |
| Ensamble aves playeras | 18 | 12 (66,6%) |
| Ensamble aves de humedal y playeras | 49 | 26 (53%) |

En la Figura 7-2, se observa que la riqueza de especies registradas en los monitoreos ha sido muy variable, la menor riqueza se reporta en primavera del 2016, con 11 especies y la mayor en primavera 2012, en que se registraron 30 especies. El promedio de la riqueza registrada para este ensamble corresponde a 19,3 especies.

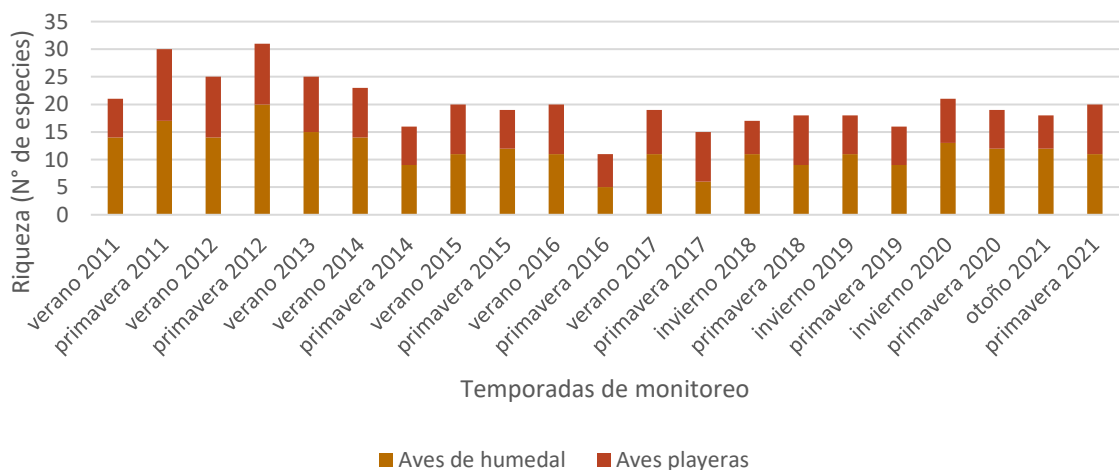


Figura 7-2. Riqueza de especies del ensamble aves de humedal y playeras registradas en monitoreos realizados por el SAG (2011-2021).

ii. Indicadores reproductivos

En el HU Laguna y Estero Catapilco se ha registrado evidencia de actividad reproductiva (presencia de nidos activos, huevos y/o polluelos) de trece especies de aves.

Dentro de las aves indicadoras seleccionadas, ocho han mostrado evidencia de reproducción en el área, por lo que este AEC considera el registro de nidos el éxito reproductivo y la sobrevivencia de los polluelos a través de un monitoreo en la temporada reproductiva, enfocado en las especies indicadoras que se reproducen en el área.

Tabla 7-4. Indicadores reproductivos de aves indicadoras.

| Indicador | Descripción |
|---|---|
| Registro de nidos de aves indicadoras | Se refiere al número de especies indicadoras que presentan nidificación en el Humedal durante su época de actividad reproductiva. |
| Éxito reproductivo de aves indicadoras | Evaluado mediante el método tradicional a través de la proporción de aquellos nidos en que, al menos, un huevo eclosionó (Jehle et al., 2004) y expresado como la relación: número de nidos exitosos/número de nidos totales. |
| Desarrollo de polluelos de especies indicadoras | Expresado como la relación: número de polluelos/número de volantones |

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.2 Coipo

Para el análisis de viabilidad del OC Coipo, se determinaron AEC relativos a las categorías de tamaño y condición.

a) Tamaño

i. Abundancia de coipo

En este caso, la abundancia absoluta de especies se refiere al número total de individuos por coipo (n) contados durante un muestreo, en el área (i).

$$Abundancia\ absoluta = \sum_{i=0}^{\infty} n_i$$

En talleres participativos se nombró la presencia de una pareja de coipos y la muerte de un individuo adulto provocada por perros en el año 2020. Posterior a este ataque, se registró la presencia de una pareja con dos crías cercano a la isla. Otro registro de enero del 2022 corresponde a un adulto muerto y una cría viva.

Según información de los guardaparques y Colectiva Las Garzas, actualmente en el área se estima la presencia de tres individuos de coipo, sin embargo, no existe un monitoreo sistemático de la población de esta especie en el área.

b) Condición

i. Evidencia reproductiva coipo

Los coipos se pueden reproducir a lo largo de todo el año y tienen una gestación de cuatro meses aproximadamente. Las hembras adultas pueden tener 2-3 camadas por año de 5 crías en promedio, siendo muy sensibles a perturbaciones antrópicas y abundancia de alimento durante la preñez (Guichon, 2003).

En el área, no se ha estimado el éxito reproductivo de la especie y se desconoce la localización de madrigueras presentes, por lo que con la implementación del PGI se pretende medir indicadores reproductivos del coipo, a través del número de crías por pareja adulta, y el desarrollo de las crías, mediante la relación número de juveniles/número de crías.

7.1.1.3 Vegetación palustre y acuática

a) Tamaño

i. Superficie de vegetación ribereña

La superficie es un atributo relevante a evaluar en la ribera del tramo asociado a la cubeta y al tributario principal, ya que posee alta productividad primaria, desempeñando funciones primordiales para el óptimo funcionamiento del humedal y como hábitat para la fauna que habita el área.

Esto se puede establecer mediante la fotointerpretación sobre ortografías y fotografías aéreas (Elosegi y Sabater, 2009), con sus respectivos controles de terreno (delimitando polígonos de zonas ribereñas con GPS de precisión).

Actualmente no se tiene conocimiento sobre la superficie de vegetación ribereña que existe en las riberas del HU, por lo que se relevante identificar la superficie de la vegetación, incluyendo la vegetación acuática y palustre, el matorral y bosque que se desarrolla en la ribera, para poder monitorearlo en el tiempo.

b) Condición

i. Cobertura vegetación ribereña

Este AEC es útil para evaluar la conectividad entre el área ribereña y los ecosistemas terrestres adyacentes, y representa a la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación ribereña, según tipo biológico: arbóreo, arbustivo y palustre.

ii. Composición vegetación palustre y acuática

La composición de la vegetación palustre y acuática que habita en el área ribereña es muy relevante para evaluar la condición y la calidad de la cobertura vegetal del área en el tiempo. Las especies macrófitas han demostrado ser buen bioindicador de la calidad de aguas continentales, jugando un rol muy relevante como proveedor básico de nutrientes en lugares hídricos de baja salinidad, para el sustento alimenticio y provisión de hábitat de la avifauna (SAG, 2006).

A partir de la información levantada por Fotosíntesis Consultores (2022), se observa que la composición de especies macrófitas en el área es similar en ambos tramos, observándose mayor proporción de flora exótica en la cubeta principal (Tabla 7-5).

Tabla 7-5. Número de especies en cubeta y tributario principal según origen (Fotosíntesis, 2022).

| Origen | Cubeta principal | | Tributario principal | |
|-------------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| | Nº especies (%) | Nº especies macrófitas | Nº especies | Nº especies macrófitas |
| Endémicas | 5 (8%) | 1 (5%) | 7 (13%) | 1 (5%) |
| Nativas | 18 (27%) | 8 (38%) | 16 (29%) | 9 (45%) |
| Exóticas | 32 (48%) | 8 (38%) | 20 (36%) | 5 (25%) |
| Exótica invasora | 11 (17%) | 4 (19%) | 12 (22%) | 5 (25%) |
| TOTAL | 66 | 21 | 55 | 20 |

iii. Estructura

La estructura de las formaciones vegetales es un indicador esencial para comprender la composición y funcionamiento de los hábitats. Evalúa la complejidad estructural del ecosistema ribereño, considerando que la heterogeneidad ambiental puede aumentar su biodiversidad. Considera el porcentaje de presencia de cada grupo funcional y la presencia de plantaciones y parches aislados dentro de la zona ribereña (Carrasco, 2014).

Según lo propuesto por Basílico et al., (2015) para determinar la estructura de la cubierta, se considera como indicador la cobertura de las hierbas palustres en ambos tramos. Para calificar este indicador se tomó como referencia la puntuación propuesta por este documento con ciertas variaciones, considerando muy bueno una cobertura de especies palustres mayor al 75%, y pobre una cobertura menor al 25%.

Actualmente, no se cuenta con la información sobre cobertura de especies en el área, por lo que se calculó el porcentaje de especies palustres en la cubeta y tributario principal área, como se muestra en la Tabla 7-6.

Tabla 7-6. Número de especies palustres nativas y totales registradas en los tramos del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022).

| Tramo | N° especies nativas | | N° especies | |
|-----------------------------|---------------------|---------|-------------|---------|
| | Palustres | Totales | Palustres | Totales |
| Cubeta principal | 7 (30%) | 23 | 18 (27%) | 66 |
| Tributario principal | 8 (35%) | 23 | 17 (31%) | 55 |

7.1.1.4 Humedal y red hídrica

En el caso del OC Humedal y red hídrica se identificaron seis AEC a evaluar, siguiendo las sugerencias del documento de Propuesta de criterios mínimos de sustentabilidad de humedales (Rodríguez-Jorquera, et al., 2020) y recomendaciones de especialistas en humedales en el taller realizado en el marco de este proceso.

a) Tamaño

i. Altura de la columna y profundidad del nivel freático

La altura de la columna de agua (m), y la profundidad del nivel freático en zonas donde no hay espejo de agua permanente, permiten evaluar como varía el agua superficial y subterránea en el tiempo, midiéndose a través de la instalación de una regleta y una puntera. Ambos métodos son de fácil manejo y bajo costo tanto técnicos, humanos y económicos, para llevarlos a cabo el monitoreo del OC durante la ejecución del PGI.

La altura de la columna de agua en la cubeta principal de La Laguna está sujeta a variaciones de origen natural y antrópica, como inundaciones por precipitaciones o disminuciones por períodos de sequía y aumento de población flotante durante temporadas específicas del año.

ii. Abundancia de fauna íctica

Con respecto a la abundancia, los mayores valores se registraron en el punto T-0 (130 ejemplares), destacando la especie introducida *C. decemmaculatus* con una representatividad del 78,46% (102 ejemplares). En los puntos T-1 y D-1 se registró la misma abundancia total (15 ejemplares), en ambos casos la mayor representatividad estuvo asociada a la especie *O. brevianalis* con un 96,33% (14 ejemplares) y con un 66,67% (10 ejemplares), respectivamente (Figura 7-3).

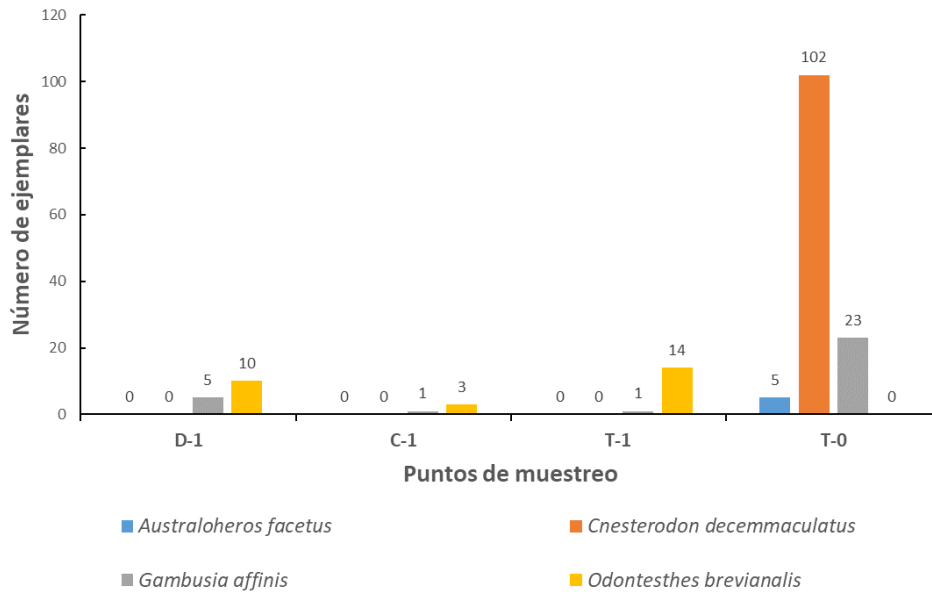


Figura 7-3. Abundancia de especies de fauna íctica en el HU Laguna y Estero Catapilco por punto de muestreo (Photosíntesis Consultores, 2022).

iii. Abundancia macroinvertebrados

Con respecto a la abundancia, el punto de muestreo T-1 presentó el mayor valor de este parámetro con 11.046,5 ind/m², mientras que el punto de muestreo D-1 presentó el menor valor con 3.139,5 ind/m². En el punto de muestreo T-1 dominaron los coleópteros de la clase Elmidae con un 52,6% del total de abundancia.

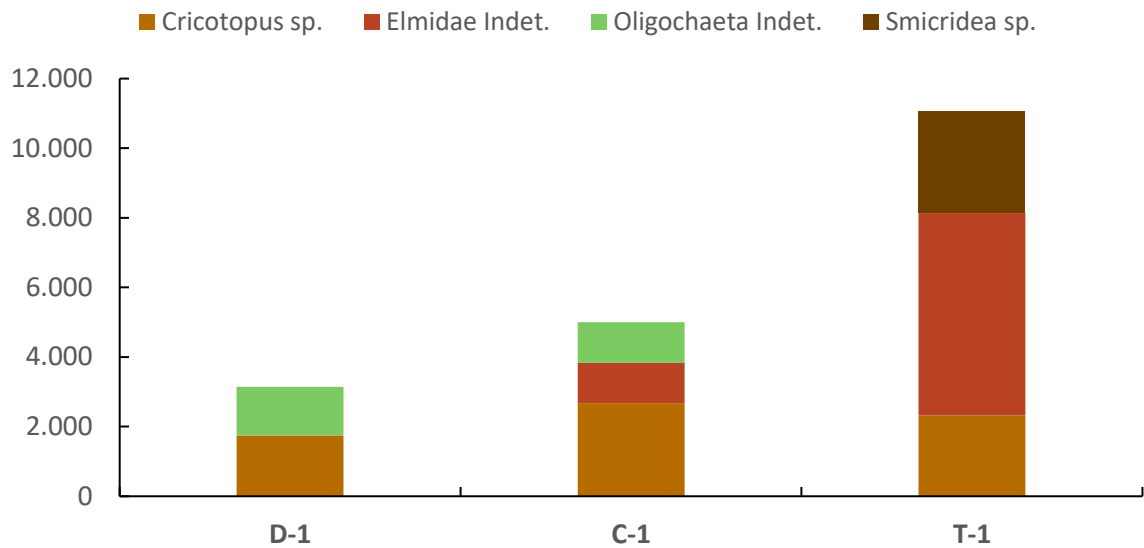


Figura 7-4. Abundancia macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en HU Laguna y Estero Catapilco (Photosintesis Consultores, 2022)

b) Condición

Para evaluar la condición se usarán los AEC eutroficación con los índices de transparencia (m), concentración de fósforo y nitrógeno totales (mg/L), y la riqueza de la fauna íctica y macroinvertebrados.

i. Condición trófica

El seguimiento del comportamiento global del Humedal puede ser monitoreado a través de la evaluación de las variables asociadas al proceso de eutrofización (Clorofila a, Nitrógeno orgánico total, Fósforo total y Disco Secchi).

En este contexto, se utilizó el índice de Smith para determinar la condición trófica en base a la concentración de clorofila "a", transparencia o disco Secchi, concentración de nitrógeno y fósforo. Los dos primeros parámetros corresponden a los indicadores directos del estado trófico del sistema, por otro lado, los dos restantes son utilizados para confirmar y explicar el estado observado, esto es debido a que están relacionados a los nutrientes inorgánicos principales, nitrógeno y fósforo, que limitan o determinan el crecimiento de algas (Smith et al., 1999).

En la Tabla 7-7 se indica el rango de valores de los cuatros parámetros antes mencionados relativo al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. De esta manera, la calificación del sistema se realiza en relación con el valor obtenido de los parámetros considerados y el rango de valores en el cual se encuentran.

Los valores obtenidos de estos cuatro parámetros en el HU Laguna y Estero Catapilco, en verano 2022, se indican en la Tabla 7-8. Al respecto, la mayoría de los parámetros se encontraron bajo el límite de detección de la técnica analítica (<LD). No obstante, la profundidad del disco Secchi y el fósforo total **sugieren un estado Hipereutrófico** en todos los tramos evaluados.

Tabla 7-7 Rango de valores de los cuatros parámetros relativos al estado trófico que representan, ordenados de menor a mayor, es decir desde el estado oligotrófico al hipereutrófico. (Smith et al., 1999).

| Condición trófica | Fósforo total | Nitrógeno total | Clorofila“a” | Disco Secchi |
|----------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|
| | ug/L | ug/L | ug/L | m |
| Oligotrofia | < 10 | < 350 | < 3.5 | >4 |
| Mesotrofia | 10 - 30 | 350 - 650 | 3.5 - 9 | 2-4 |
| Eutrofia | 30 - 100 | 650 – 1.200 | 9 - 25 | 1-2 |
| Hipereutrofia | >100 | > 1.200 | > 25 | <1 |

Tabla 7-8 Valores obtenidos en el HU Laguna y Estero Catapilco, de los cuatros parámetros relativos al estado trófico que representan, en acuerdo con Smith et al. (1999). Campaña verano 2022. Destacado en rojo los valores que sugieren un estado Hipereutrófico. LD, indica bajo el límite de detección de la técnica analítica.

| Puntos de muestreo | Fósforo Total | Nitrógeno total | Clorofila-a | Disco Secchi |
|--------------------|---------------|-----------------|-------------|--------------|
| | ug/L | ug/L | ug/L | m |
| C-1 | <LD500 | <LD500 | <LD200 | 0,5 |
| D-1 | <LD500 | <LD500 | <LD200 | 0,5 |
| T-1 | 2.400 | <LD500 | <LD200 | - |

ii. Riqueza de fauna íctica

La riqueza de especies como AEC, permitirá determinar el número de especies de fauna íctica y macroinvertebrados acuáticos registradas anualmente en el área, a través de un monitoreo por estación. Este parámetro se estima en base al número total de especies detectadas, ya sea por evidencias directas o indirectas, en un muestreo.

El ensamble íctico de mayor riqueza se obtuvo en el punto de muestreo T-0 (3 especies). No obstante, todas las especies registradas fueron introducidas (*Gambusia affinis*, *Cnesterodon decemmaculatus* y *Australoheros facetus*). Por otra parte, en los puntos T-1, C-1 y D-1 se registró una riqueza de 2 especies, una introducida (*G. affinis*) y otra endémica de Chile (*O. brevipinnis*) (Figura 7-3).

iii. Riqueza macroinvertebrados acuáticos

La riqueza y abundancia de la fauna íctica y macroinvertebrados, son bioindicadores de la salud del medio, pues tienen un rol importante en las redes tróficas, en la producción secundaria y en la contribución a la biodiversidad (Jader et al., 2013).

Considerando todos los puntos de muestreo en el área de estudio, se registró un total de 4 taxa, de los cuales 3 taxa (80%) correspondieron a representantes de la clase Insecta. Dentro de esta clase, los órdenes más representativos fueron los dípteros, tricópteros y coleópteros con 1 taxón cada uno. La mayor riqueza de especies se registró en los puntos de muestreo C-1 y T-1, con un total de 3 taxa, mientras que la menor riqueza se registró en el punto de muestreo D-1, con 1 taxón.

Es importante determinar los ensamblajes de macroinvertebrados asociados a los distintos tipos de sustratos presentes en el Humedal y relacionar las familias detectadas de peces y macroinvertebrados con variables físicas y químicas del agua (como oxígeno disuelto, pH, temperatura del agua, conductividad eléctrica, alcalinidad, nitritos y nitratos) e hidrológicas (profundidad). Esta información, permitirá conocer la estructura funcional de las comunidades y la red trófica del Humedal.

7.1.1.5 Paisaje

Actualmente, no se cuenta con información disponible para estimar el estado actual del Paisaje del HU Laguna y Estero Catapilco, por lo que se definieron dos ACC que permitirán evaluar el paisaje visual y el paisaje sonoro del área.

a) Condición física

i. Paisaje visual

Para la evaluación visual del paisaje, se propone la implementación de la metodología planteada por Pedraza y Tello (2019), que se caracteriza por tener un enfoque cualitativo, considerando que el paisaje contiene aspectos subjetivos, como elementos estéticos, emocionales y concepciones culturales.

Siguiendo esta metodología se propone establecer los “atributos paisajísticos” que definen el carácter de este paisaje de manera participativa, en base a criterios ecológicos y emotivos, considerando la memoria socio-ambiental. Una vez establecidos estos atributos, su estado podrá ser monitoreado mediante fotografías comparativas a lo largo del tiempo, pudiendo establecer puntos y transectos clave para esta estimación.

ii. Paisaje sonoro

El paisaje sonoro se puede definir como el ambiente acústico que es percibido o experimentado y/o entendido por una persona, en un determinado contexto²⁴. Poder monitorear este atributo en el tiempo, se debe, definir lugares relevantes para realizar una evaluación de los sonidos que son característicos de diferentes sectores del HU Laguna y Estero Catapilco. Con esto se podrán definir principales elementos del paisaje sonoro que se desean conservar. Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza

Como atributos para estimar y evaluar en el estado de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza, se utiliza la metodología del Rango de Oportunidades para Visitantes en Áreas Protegidas (ROVAP).

Según esta metodología, los visitantes de un área protegida o sus alrededores buscan determinados entornos o escenarios que tiene características o “atributos” que hacen más probable la realización de sus expectativas particulares y experiencias deseadas (Wallace et al., 2000).

Dentro del entorno, se describen una serie de indicadores o componentes de acuerdo al entorno biofísico, social y de gestión (Wallace et al., 2000). Para estimar el estado actual de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza, se propone utilizar el entorno social y el entorno de gestión como ACC de funcionalidad (Wallace et al., 2000).

²⁴ <https://ruido.mma.gob.cl/paisaje-sonoro/>

7.1.1.6 Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza

Como atributos para estimar y evaluar en el estado de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza, se utiliza la metodología del Rango de Oportunidades para Visitantes en Áreas Protegidas (ROVAP).

Según esta metodología, los visitantes de un área protegida o sus alrededores buscan determinados entornos o escenarios que tiene características o "atributos" que hacen más probable la realización de sus expectativas particulares y experiencias deseadas (Wallace et al., 2000).

Dentro del entorno, se describen una serie de indicadores o componentes de acuerdo al entorno biofísico, social y de gestión (Wallace et al., 2000). Para estimar el estado actual de la Oportunidad de recreación, encuentro y vinculación con la naturaleza, se propone utilizar el entorno social y el entorno de gestión como ACC de funcionalidad (Wallace et al., 2000).

a) Funcionalidad

i. Entorno de gestión

Dentro del entorno de gestión se desprenden dos tipos de indicadores, de infraestructura y presencia de gestión.

En cuanto a la infraestructura, por el tramo de La Laguna propiamente tal, el único sector de aproximación al área corresponde a la vereda por la ribera norte en Laguna de Zapallar, no existen senderos oficiales delimitados para acceder al área. Solo en este tramo existen, actualmente, carteles de interpretación ambiental, sin embargo, no existe señalética sobre normativas asociadas al área.

Por la ribera sur no existe infraestructura para acceder al área, sin embargo, la Municipalidad de Puchuncaví proyecta un espacio de uso público en el sector de la playa. En el tramo del Estero Catapilco no existen senderos para peatones y existe un camino vehicular por la ribera sur. En las áreas residenciales aledañas existen instalaciones para los visitantes (restaurantes, fuentes de agua, alojamiento, entre otras).

Con respecto a la presencia de gestión (referido a la evidencia de gestión del área dirigida a los visitantes, actualmente se realizan patrullajes por parte de guardaparques, y hace falta una mayor regulación y control de malas prácticas que se realizan en el área.

A partir de las sugerencias obtenidas en el Taller de especialistas, los indicadores se plantearon de acuerdo a niveles de alcance, existiendo un **nivel micro**, que refiere a los

elementos de infraestructura que permiten aproximarse al lugar *in situ* y poder acceder al conocimiento del área (miradores, señalética). El **nivel meso** da cuenta de la infraestructura que permite llegar hasta el área, como son los accesos, rutas y caminos tanto formales como informales. Finalmente, el **nivel macro**, refiere a elementos que permiten posicionar ésta como un área de interés atractiva, acercándola a posibles visitantes que se encuentren en distintos puntos de origen a escala regional o nacional.

Cabe señalar que estos indicadores se plantearon teniendo como horizonte para el estado “muy bueno” el alcanzar criterios de accesibilidad universal, así como plantear relatos de visitación que apelen a la multisensorialidad, invitando a vincularse con el área desde diversos sentidos (vista, olfato, oído, tacto), y no sólo desde su componente visual. De esta manera, se busca que las oportunidades de recreación, encuentro y vinculación con el área, consideren la diversidad funcional y la posibilidad de visitación para personas con movilidad reducida.

A continuación, se señalan los indicadores establecidos para este atributo:

Infraestructura:

- Accesibilidad para la visitación
- Señalética
- Infraestructura para contemplación/observación
- Rutas y senderos

Presencia de gestión

- Presencia de guardaparques
- Presencia digital en plataformas

ii. Entorno social

Sobre la dimensión social, en torno al Humedal ocurren situaciones de interacción entre las personas de la comunidad local, tales como ferias, encuentros, escuelas, entre otros, y se realizan actividades turísticas, especialmente en el verano y fines de semana (visita de playas y parques, servicios de hotelería, entre otros), y actividades locales, como pesca y cabalgatas.

Para este atributo, se plantearon tres indicadores que busca dar cuenta de la vinculación entre la comunidad colindante y el HU Laguna y Estero Catapilco, por medio de actividades de extensión y difusión, respondiendo a la inquietud de que no solamente la comunidad visite el área, sino también de que “el área visite a la comunidad”.

- Actividades locales: son actividades tradicionales o sostenibles que las comunidades locales o usuarios tradicionales realizan en el lugar (Wallace et al., 2000).
- Actividades turísticas recreativas: son las actividades típicas que realizan los visitantes. Tienen aspectos importantes que están relacionados con el equipamiento disponible, nivel de impacto de las actividades, tamaño de los grupos (Wallace et al., 2000).
- Visitas de equipo de gestión a instancias sociales locales (escuelas, JJVV, clubes de adulto mayor).

7.2 Anexo 2. Análisis territorial

A través de los talleres participativos e información levantada en terreno fueron ubicados espacialmente los diferentes componentes a considerar en la planificación y zonificación del HU Laguna y Estero Catapilco.

A partir de esta información, se elaboró una cartografía que se presenta con una vista general en la Figura 7-5, y luego la vista detallada de cuatro tramos que componen el área; dos asociados a La Laguna desde su desembocadura al puente de la ruta F-30 (Figura 7-13 y Figura 7-18); y dos asociados al su tributario principal, el Estero Catapilco (Figura 7-22 y Figura 7-25).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

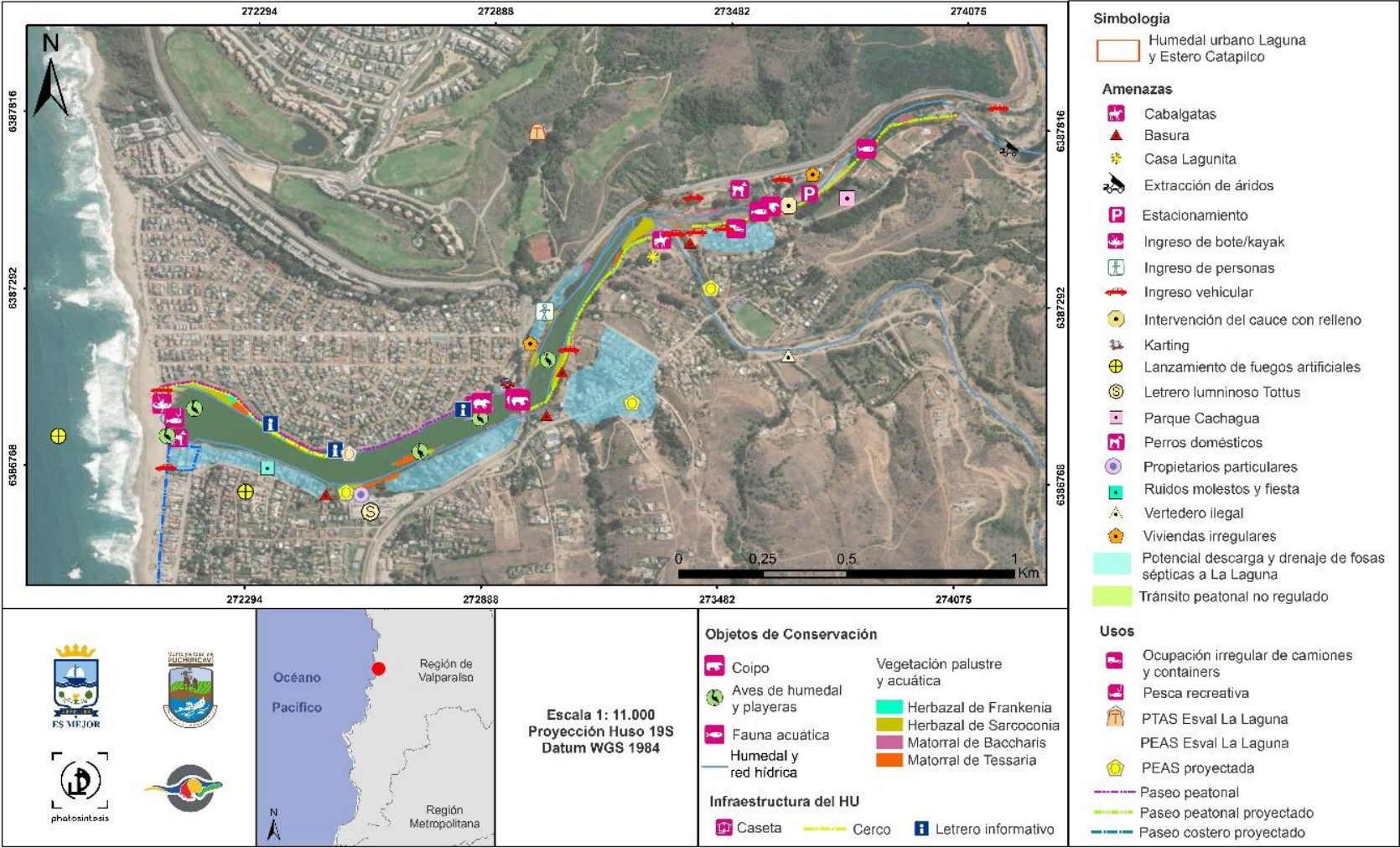


Figura 7-5. Cartografía del análisis territorial general del HU Laguna y Estero Catapilco.

7.2.1.1 *Tramo Cubeta 1*

Los usos del tramo 1 corresponden a la navegación con bote y/o kayak y pesca, actividades que no se encuentran permitidas, que se realiza, principalmente, en esta área haciendo ingreso por la desembocadura. A lo largo de la playa existe tránsito de vehículos entre La Laguna de Zapallar y Maitencillo.

Por la ribera norte por Av. La Laguna en la comuna de Zapallar, está habilitado un paseo peatonal que va desde la playa hasta la caseta de la PEAS La Laguna de propiedad de ESVAL (Figura 7-10). El paseo tiene un cerco de pilotes de madera y cuerda para evitar el ingreso hacia el Humedal y existen letreros informativos del área. Además, hay un espacio con motivo religioso con un cristo y una gruta (Figura 7-8), y una plaza de juegos para niños (Figura 7-9). En esa área también se encuentra el desagüe de aguas lluvias, que es una estructura de canal de hormigón que desemboca al Humedal sin conexión a la red sanitaria (Figura 7-11).

Por la ribera sur, en la localidad de Maitencillo, la Laguna colinda con terrenos privados de uso principalmente residencial, que no cuenta con sistema de alcantarillado. En este sector se encuentran las Cabañas Leo, donde se han identificados problemas asociados a ruidos molestos. Además, por esta ribera se proyecta la PEAS-3 en el proyecto "Redes Primarias y Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Localidad de Maitencillo" de la empresa ESVAL.

La Municipalidad de Puchuncaví tiene proyectado en el sector de la desembocadura un proyecto de espacio público proyecto de paseo costero peatonal para la mejora del espacio público. Este se encuentra en proceso de evaluación con plano arquitectónico realizado y proyectado para ser construido (Figura 7-12).



Figura 7-6. Paseo peatonal habilitado correspondiente a la vereda de la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022).



Figura 7-7. Letrero informativo en Tramo 1 ribera norte del HU Laguna y estero Catapilco (Foto: Fotosíntesis, 2022).



Figura 7-8. Cristo y gruta que se encuentran en la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Fuente: Photosíntesis Consultores, 2022).



Figura 7-9. Plaza de niños en ribera norte Tramo 1.



Figura 7-10. Caseta de la PEAS La Laguna de la empresa ESVAL (Foto: Photosintesis, 2022).



Figura 7-11. Canal de desagüe de aguas lluvia que desemboca en el HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Photosintesis, 2022).



Figura 7-12. Espacio público proyectado por la Municipalidad de Puchuncaví en desembocadura por ribera sur.

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

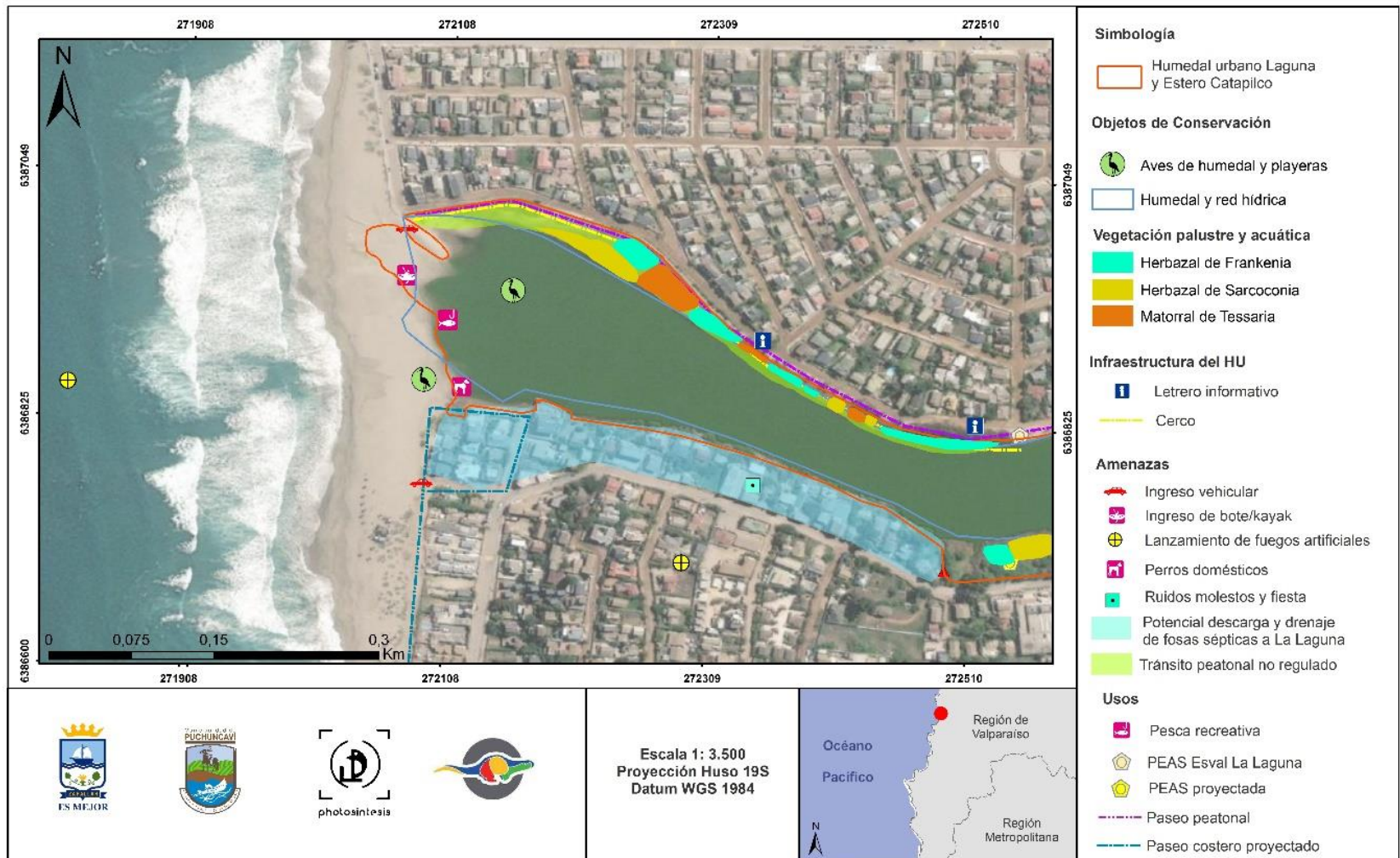


Figura 7-13. Cartografía de análisis territorial Tramo Cubeta 1 del HU Laguna y Estero Catapilco.

7.2.1.2 *Tramo Cubeta 2*

En este tramo se encuentra la caseta de guardaparque (Figura 7-14) y letrero informativo del HU Laguna y Estero Catapilco (Figura 7-16), la plaza de niños y multicancha donde se realizan también eventos de la comunidad local (Figura 7-15), como la Gratiferia y talleres deportivos como baile entretenido, pilates, y otras.

Además, se encuentra un sector de juegos mecanizados y un karting que podría ser fuente de emisión de ruidos y luces que podrían tener impacto para la biodiversidad del área (Figura 7-17).



Figura 7-14. Caseta de guardaparque por la ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Photosintesis, 2022).



Figura 7-15. Plaza de juegos que se encuentra en el sector de la caseta de guardaparque por ribera norte del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Photosíntesis, 2022).



Figura 7-16. Letrero informativo y puente ruta F-30 desde plaza de niños ubicada en ribera norte.



Figura 7-17. Karting ubicado en ribera norte, Tramo 2 del HU Laguna y Estero Catapilco.

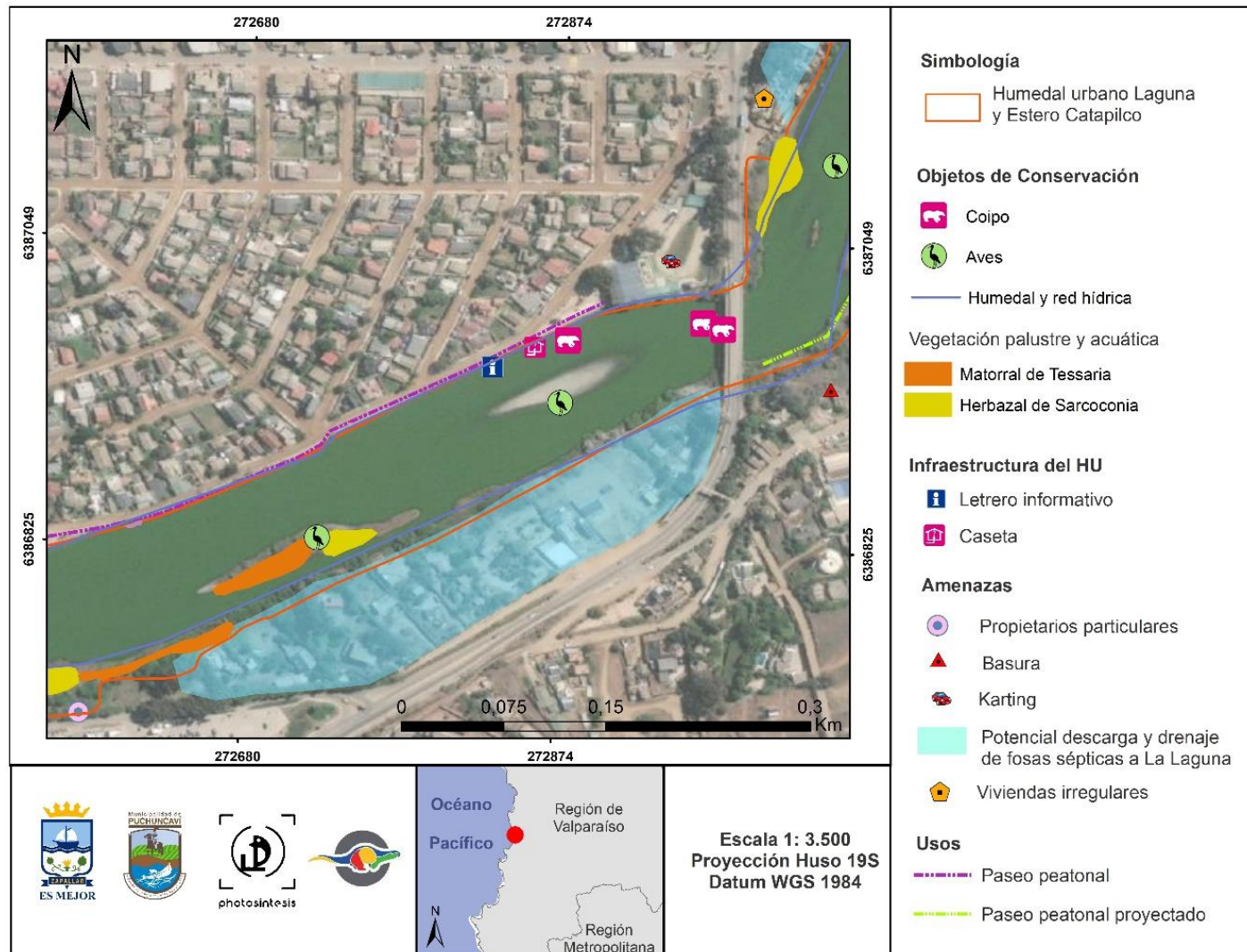


Figura 7-18. Cartografía de análisis territorial Tramo Cubeta 2 del HU Laguna y Estero Catapilco.

7.2.1.3 *Tramo Tributario 1*

En el Tramo 3 se proyecta un paseo peatonal que va por la ribera sur del Estero Catapilco hasta el final del polígono. En este tramo se observa el mayor impacto por el tránsito vehicular por el lecho del Estero Catapilco, siendo la principal vía de acceso desde la ruta E-46 hacia Población Estadio y condominios privados (Figura 7-21). También se observa un puente peatonal que interrumpe el flujo natural del Estero Catapilco en temporada invernal (Figura 7-19).

En este tramo se ubica Casa Lagunita, donde se organizan eventos, que podrían tener impactos de contaminación lumínica y acústica. También se encuentra una infraestructura asociada al arriendo de caballos (Figura 7-20).

Además, se proyecta la instalación de dos PEAS (PEAS 7 y 8) asociadas al proyecto “Redes Primarias y Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Localidad de Maitencillo” de la empresa ESVAL.



Figura 7-19. Puente peatonal Estero Catapilco en tramo Estero Catapilco (Foto: Photosíntesis, 2022).



Figura 7-20. Lugar de arriendo de caballos en ribera sur del HU Laguna y Estero Catapilco (Foto: Photosíntesis, 2022).



Figura 7-21. Huella de tránsito vehicular desde ruta E.46 hacia Población Estadio, Laguna de Puchuncaví y condominios privados.

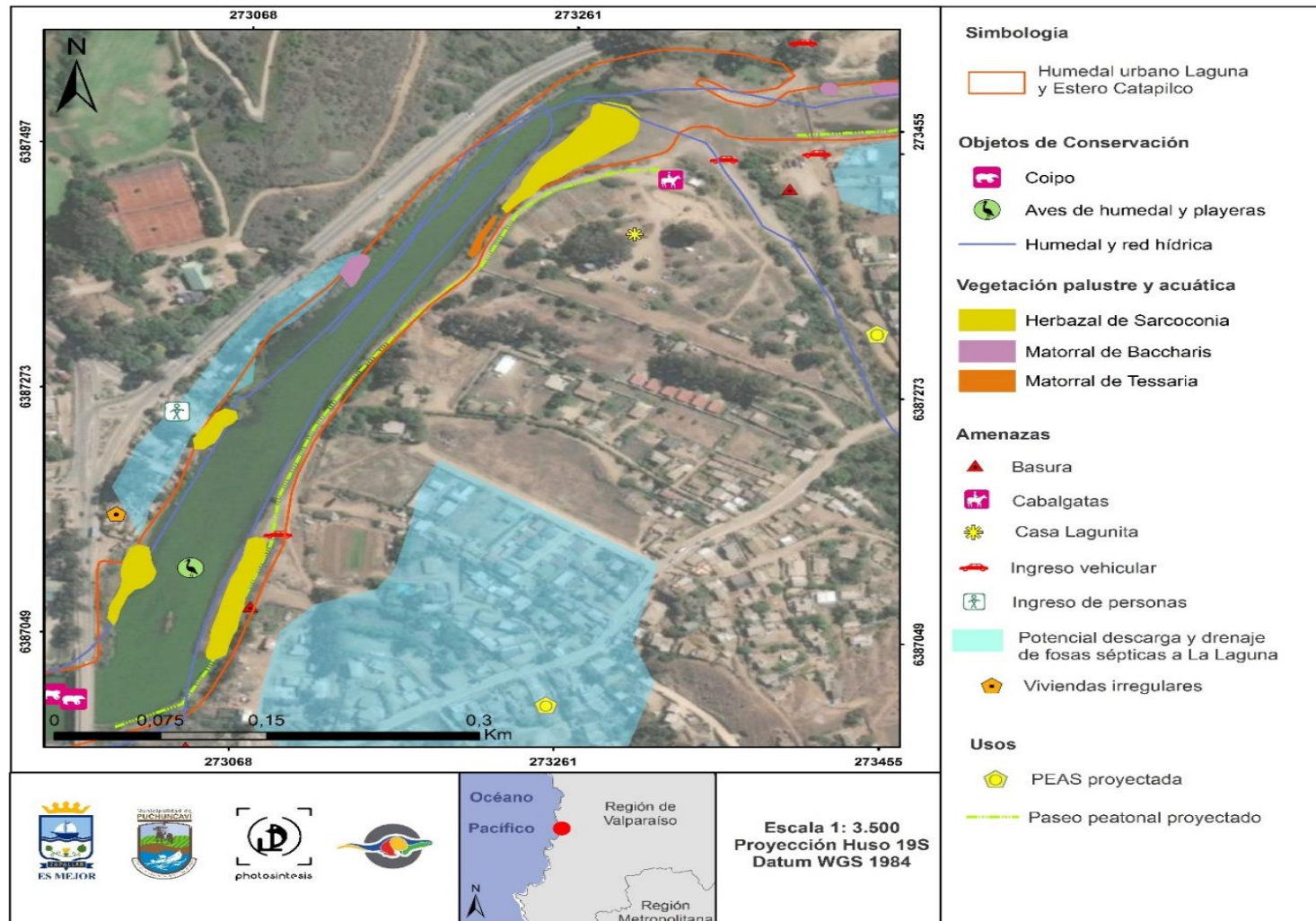


Figura 7-22. Cartografía de análisis territorial Tramo Tributario 1 del HU Laguna y Estero Catapilco.

7.2.1.4 *Tramo Tributario 2*

En el Tramo 4 se encuentra el Parque Laguna (ex Parque Cachagua), lugar donde se realizan eventos y ferias (Figura 7-23) y que en ocasiones han utilizado el lecho del Estero Catapilco como estacionamiento (Figura 7-24).

Además, se describe la presencia de viviendas irregulares ubicadas en la ribera norte que se asocia a la acumulación de basura y presencia de perros.



Figura 7-23. Acceso a Parque Laguna (ex Parque Cachagua) por lecho del Estero Catapilco.



Figura 7-24. Lecho del Estero Catapilco, que ha sido utilizado como estacionamientos en eventos del ex Parque Cachagua.

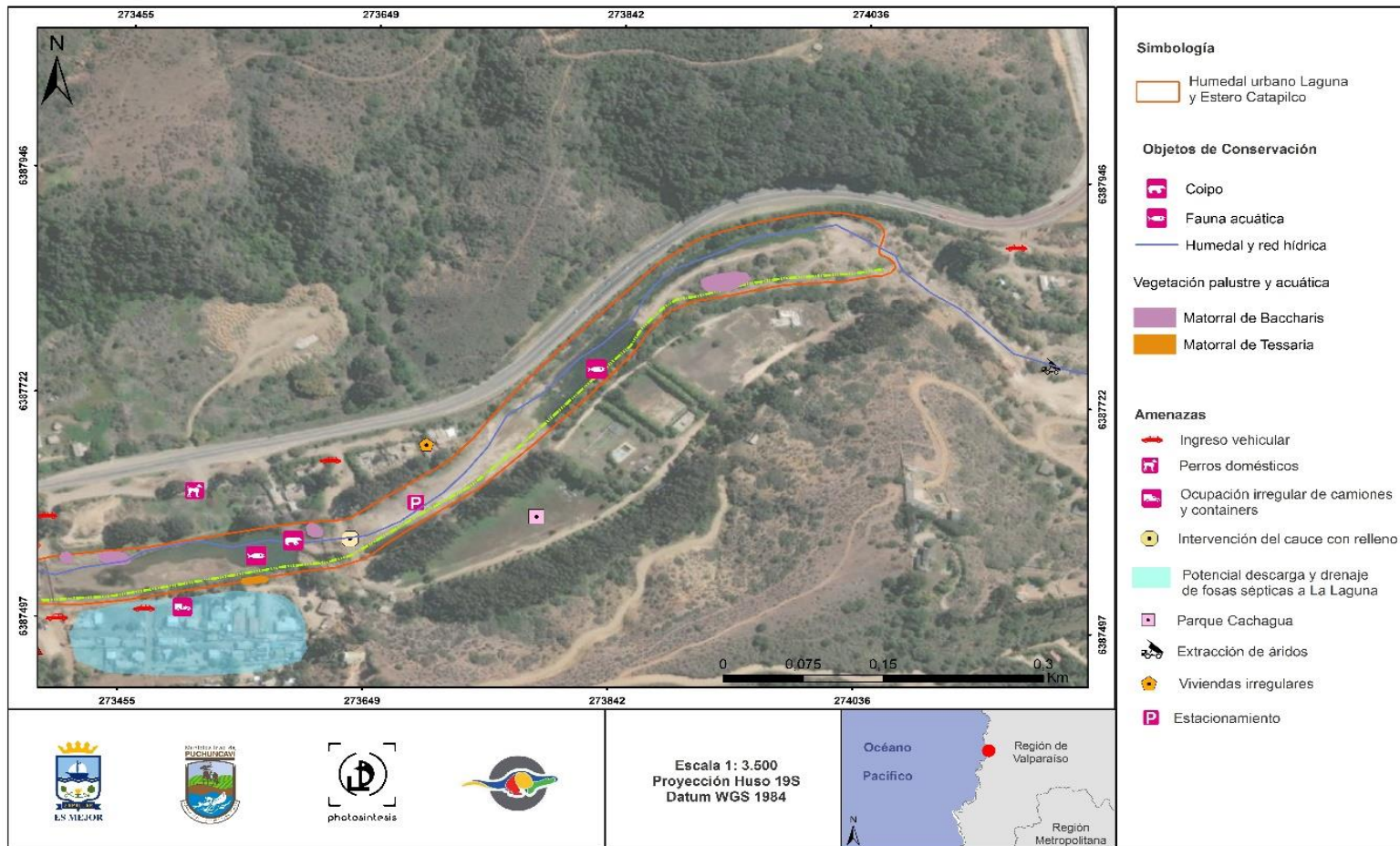


Figura 7-25. Cartografía de análisis territorial Tramo Tributario 2 del HU Laguna y Estero Catapilco.

7.3 Anexo 3. Zonificación por tramo

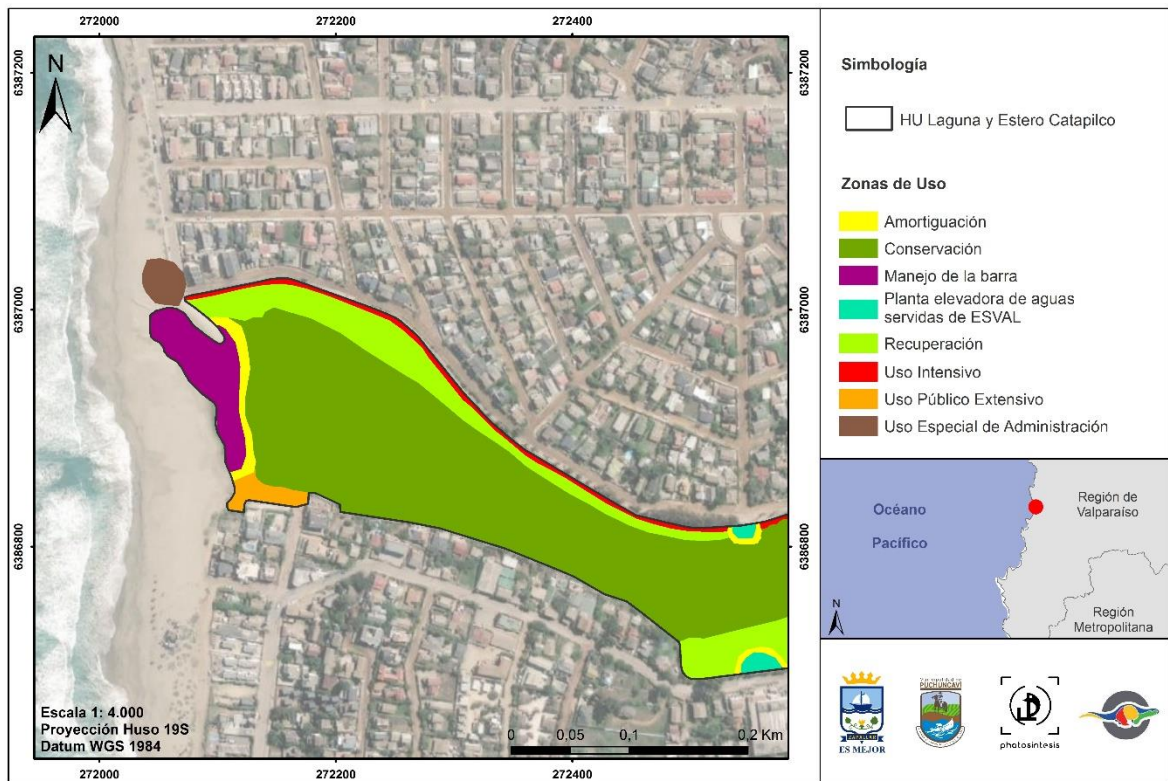


Figura 7-26. Zonificación Tramo Cubeta 1 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

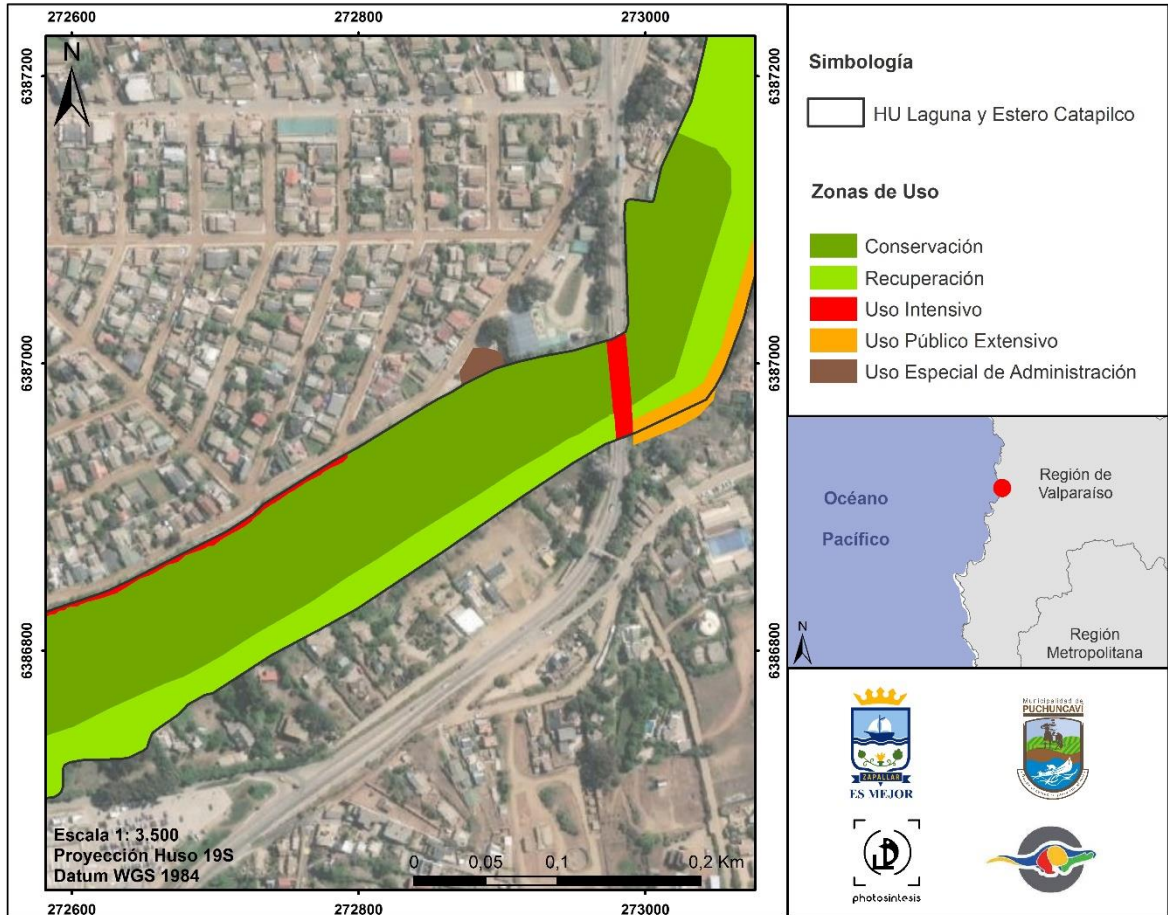


Figura 7-27. Zonificación Tramo Cubeta 2 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosíntesis, 2022).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

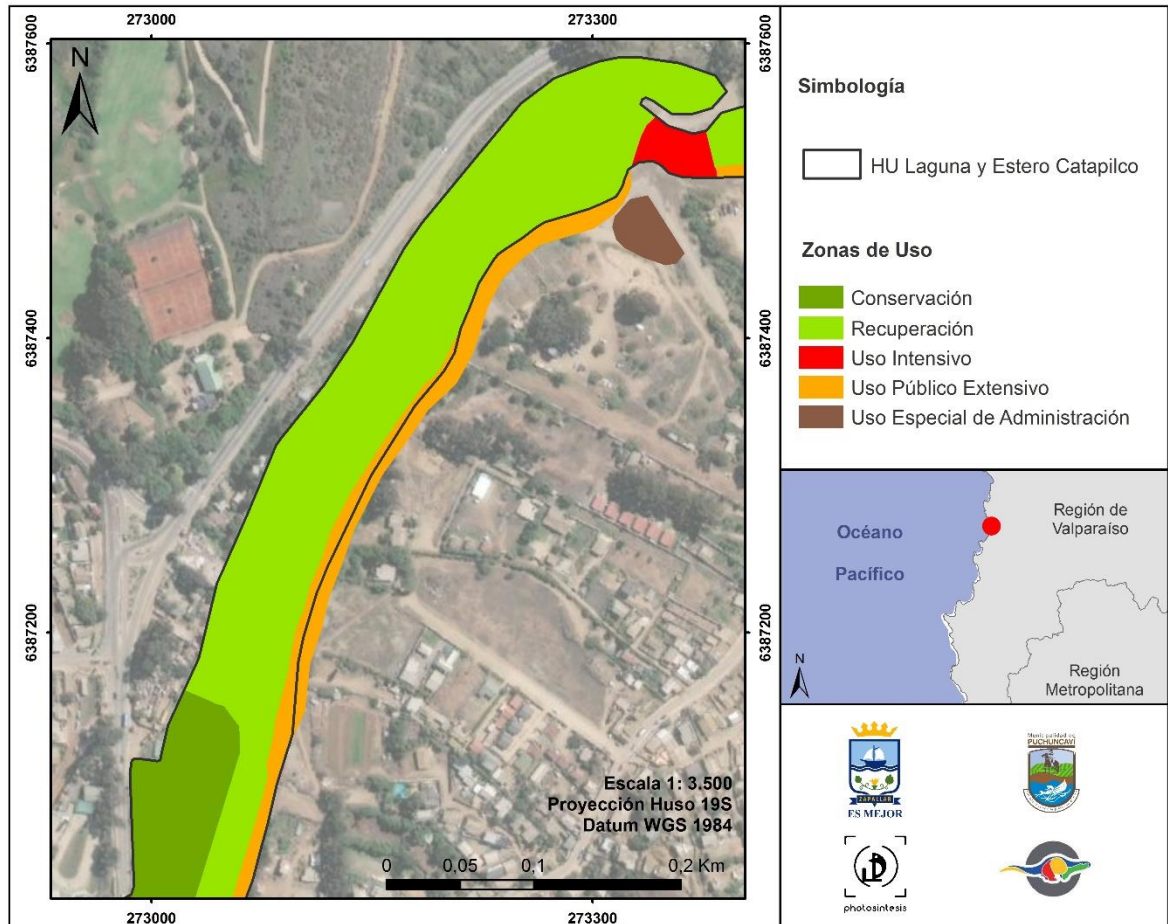


Figura 7-28. Zonificación Tramo Tributario 1 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosintesis, 2022).

Humedal Urbano Laguna y Estero Catapilco
Plan de Gestión Integral

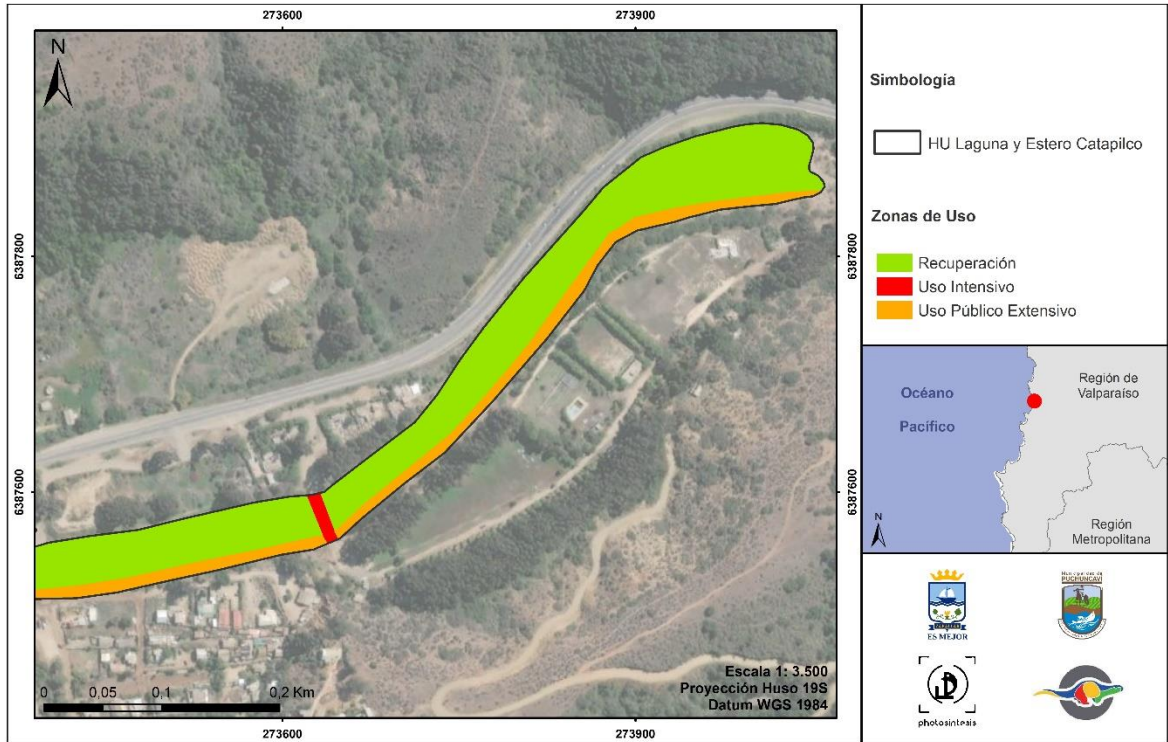


Figura 7-29. Zonificación Tramo Tributario 2 del HU Laguna y Estero Catapilco (Photosintesis, 2022).

7.4 Anexo 4. Marco normativo asociado a humedales

La normativa relacionada a la protección de los humedales se puede detallar desde los instrumentos legales generales a los que tienen un alcance local. A partir de esta información, se pueden identificar las brechas de normativas que existen para abordar las amenazas presentes en el área y reconocer los aliados necesarios para elaborar e implementar la ordenanza general de humedales urbanos de la comuna.

7.4.1.1 Instrumentos normativos nacionales

A continuación, se detallan los instrumentos normativos aplicables a humedales con alcance nacional, comunal e internacional. Luego se detallan los instrumentos indicativos a nivel nacional y comunal.

Tabla 7-9. Instrumentos normativos aplicables de carácter nacional

| Instrumento | Descripción |
|--|---|
| Ley N°21.202/2020. MMA. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos | Norma para proteger los humedales, específicamente los ecosistemas de humedales dentro de áreas urbanas (humedales totales o parcialmente). |
| Decreto 15. Establece Reglamento de la Ley N° 21.202. | El presente Reglamento establece los criterios mínimos para la sustentabilidad de los humedales urbanos, para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento. |
| Decreto Ley 1.939. Ministerio de Tierras y Colonización. Sobre adquisición, administración y disposición de Bienes del Estado | Norma respecto a que terrenos fiscales cuya ocupación comprometa el equilibrio ecológico en cualquier forma, sólo podrá destinarse o concederse para finalidades de conservación y protección del medio ambiente. |
| Código Civil DFL. N°1. Ministerio de Justicia. Fija texto Refundido, coordinado y sistematizado del Código Civil Decreto N°386/1981 Reglamento orgánico del Ministerio de Bienes Nacionales. | Norma sobre la afectación de Bienes Nacionales de Uso Público, terrenos fiscales y extracción de áridos. |
| DFL N° 850 Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 15.840/1964 y del DFL N°206/1960. Orgánica del Ministerio de Obras Públicas. | Norma sobre la supervigilancia, reglamentación y determinación de zonas prohibidas para la extracción de materiales áridos. En ejercicio de esta facultad la DOH informará sobre la factibilidad de dicha extracción a fin de que las Municipalidades competentes puedan decidir el otorgamiento de los permisos y concesiones de extracción correspondiente. |

| Instrumento | Descripción |
|--|--|
| D.S. N°291/1993 del Ministerio del Interior. Orgánica Constitucional sobre gobierno y administración regional. | Determina funciones de los gobiernos regionales en orden a fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente. |
| D.F.L N°1.122/1981 que contiene el Código de Aguas. Reforma al Código de aguas N° 21.435/2022. | Norma sobre otorgamiento de Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA), obras no autorizadas en cauce, extracción de áridos. Modificaciones sobre regulación de áreas para extracciones y exploraciones de DAA para humedales urbanos. Norma sobre caudal ecológico mínimo (Qe) y otorgamiento de DAA en áreas protegidas. |
| Decreto 203/2014. MOP. Aprueba el Reglamento de aguas subterráneas | Norma la obligatoriedad de solicitud de Resolución de Calificación Ambiental (RCA) para exploración y explotación de aguas subterráneas en áreas con protección oficial. Además, prohíbe la constitución de derechos de aguas subterráneas a menos de 200 metros de afloramientos o vertientes, cuando ello afecte la relación entre aguas superficiales y subterráneas o perjudique derechos de terceros. |
| Decreto N° 14/2013 MMA. A prueba reglamento para la determinación de caudal ecológico mínimo | Norma para establecer un caudal ecológico mínimo para los nuevos derechos de aprovechamiento de aguas que se constituyan en cada fuente superficial. |
| Ley N° 18.695/1988 Orgánica Constitucional de Municipalidades | Norma sobre asociaciones entre municipalidades para para los efectos de facilitar la solución a amenazas como extracción de áridos, tenencia irresponsable de mascotas, basurales, rellenos entre algunos mediante programas y ordenanzas municipales. Norma funciones y atribuciones del organismo. |
| DFL N° 458/1976. MINVU. Aprueba la Ley General de Urbanismo y Construcción. Y su reforma 2022 que aprueba nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones | Norma que todo instrumento de planificación territorial deberá incluir los humedales urbanos existentes en cada escala territorial en calidad de área de protección de valor natural, para efectos de establecer las condiciones bajo las que deberán otorgarse los permisos de urbanizaciones o construcciones que se desarrollen en ellos. |
| Decreto N° 47/1992. que contiene la Ordenanza general de la Ley general de Urbanismo y Construcciones | Norma puede incluirse áreas de protección de recursos de valor natural en los instrumentos de planificación territorial, con ciertas condiciones urbanísticas asociadas. Entre tales áreas se menciona bordes lacustres o fluviales. |
| Ley N° 20.417. MINSEGPRES. | Crea el Ministerio de Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental y Superintendencia de Medio Ambiente. |

| Instrumento | Descripción |
|---|---|
| Ley N°19.300/1994, MINSEGRES. Aprueba Ley de Bases Generales del Medio Ambiente | Establece obligaciones de someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) las obras, programas o actividades al interior de áreas protegidas. Además, obliga al cumplimiento de planes de manejo. |
| D. S. N° 40/2012. MMA. | Norma el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). |
| Ley N°18.892/1989. Ley General de Pesca y Acuicultura. | Norma que los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas están sometidos a la soberanía del Estado de Chile en las aguas terrestres, aguas interiores y mar territorial. |
| Ley 19.473/1996 y Reglamento de la Ley de Caza (D. S. N°5, año de 1998) | Las disposiciones de esta ley se aplicarán a la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos, cuya preservación se rige por la ley N° 18.862. |
| Ley N°21.020/2017 sobre tenencia responsable de mascotas y animales de compañía. | Norma tenencia responsable para protección del medio ambiente y área protegidas. |
| Decreto RRA-16/1963 Ministerio de Hacienda, Sanidad y Protección animal. | Norma sobre la protección y sanidad animal, marcas y transporte del ganado. |
| Ley 18.755/ 1989. MINAGRI. Establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero. Deroga Ley 16.640 y otras disposiciones. | Actualiza y fortalece los procedimientos y sanciones normados para el Servicio y sus facultades. |
| Decreto 82/2010. MINAGRI. Aprueba el Reglamento de suelos, aguas y humedales. | Norma sobre contaminación por descarga de aguas en cuerpos y cursos de manantiales y humedales. Obstrucción del libre escurrimiento de los cauces naturales por la construcción de caminos. |
| Decreto N° 90/2001. MINSEGPRES. | Norma para la emisión para la Regulación de contaminantes asociados a la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. |
| Decreto N° 46/2002. MINSEGPRES. Estable norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas | Norma sobre la prevención de contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero. |
| Ley N° 21.075/2018. MOP. Regula la descarga y disposición de aguas grises. | Norma la reutilización de aguas tratadas para fin ambiental como el riego de especies reforestadas, mantención de humedales y todo otro uso que contribuya a la conservación y sustentabilidad ambiental. |

| Instrumento | Descripción |
|---|---|
| Ley N° 20.423 de Turismo | Norma sobre el desarrollo de actividades turísticas en áreas silvestres protegidas de propiedad del Estado. |
| Ley N°21.123/2018 Ministerio de Bienes Nacionales | Tipifica como falta el ensuciar, arrojar o abandonar basura, materiales o desechos de cualquier índole en playas, riberas de ríos o lagos, parques nacionales, reservas nacionales, Monumentos Naturales o en otras áreas de conservación de la biodiversidad declaradas bajo protección oficial. |
| Ley 20.256 /2008. MINECOM. | Norma sobre el desarrollo de la actividad de pesca recreativa en aguas bajo protección oficial. |
| Orden Ministerial N°2/1998. Ministerio de Defensa. | Norma sobre el ingreso y tránsito de vehículos en áreas de playa, terrenos de playa, dunas costeras y demás bienes nacionales que administra el Ministerio de Defensa. |
| Decreto N° 609. Deroga Decreto N°1.204/1947. | Norma sobre deslindes de propietarios riberaños con bienes nacionales de uso público por las riberas de los ríos, lagos y esteros. |
| Ley N°19.625/1997. MOP. Regula sistemas de evacuación de aguas lluvias. | La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Para lo anterior desarrollará Planes Maestros de Aguas Lluvias que pueden incorporar a humedales en la red primaria de aguas lluvias. |
| Ley Marco de Cambio Climático N° 21. 455 | En su artículo 9, norma la elaboración del Plan sectorial de adaptación para los recursos hídricos. El objetivo principal de este Plan será establecer instrumentos e incentivos para promover la resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático sobre los recursos hídricos, tales como la sequía, inundación y pérdida de calidad de las aguas, velando por la prioridad del consumo humano, de subsistencia y saneamiento, la preservación ecosistémica, la disponibilidad de las aguas y la sustentabilidad acuífera. |

Como normativa base a nivel comunal está la Resolución que reconoce Humedal urbano Laguna y Estero Catapilco, la cual se complementa con las Ordenanzas Generales de protección de medio ambiente de Zapallar y Puchuncaví. La extracción del agua de los acuíferos está regulada declarándose zona de prohibición y área de restricción para las nuevas explotaciones de aguas subterráneas en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común basados en los informes técnico de la DARH (Tabla 7-10).

Tabla 7-10. Instrumentos normativos aplicables de carácter comunal

| Instrumento | Descripción |
|--|--|
| Resolución Exenta N°1.409/2021 | Reconoce de oficio Humedal urbano Laguna y Estero Catapilco. |
| Decreto N°1.688. Ordenanza General de protección y conservación del medio ambiente de Zapallar. | Tiene por objeto establecer un estatuto regulatorio para la protección, preservación y conservación del medio ambiente comunal, de manera de propender al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, residentes y transeúntes. |
| Decreto Alcaldicio N° 1723/2022 Ordenanza que regula explotación y extracción de áridos. | Define los procedimientos generales para la extracción de áridos, ya sea en un Bien Nacional de Uso Público, Bienes fiscales, como también en pozos lastreros y canteras de propiedad particular, emplazados en la comuna de Zapallar. |
| Decreto Alcaldicio N° 3013/2022 Ordenanza que regula aspectos públicos de los contratos de arriendo o cesión temporal de ocupación de bienes inmuebles durante la temporada estival en la comuna de Zapallar. | Establece el marco regulatorio respecto a los contratos de arriendo suscritos entre particulares en la comuna de Zapallar, en aquellos aspectos que relacionan con el funcionamiento y el normal desarrollo de la comuna, en particular de sus ordenanzas vigentes y particularmente, respecto de la obligación del municipio de generar las condiciones para una convivencia respetuosa entre veraneantes y vecinos de la comuna. |
| Decreto Alcaldicio N°1298/2018. Ordenanza de medio ambiente de Puchuncaví. | Tiene por objeto regular, proteger y conservar el derecho constitucional a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. |
| Resolución N° 20/2019. Declara zona de prohibición para las nuevas explotaciones de aguas subterráneas en los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común denominados estero Guaquén estero Cachagua, estero Catapilco, La Laguna, y Horcón, región de Valparaíso. | Esta resolución fue declarada conforme al Informe Técnico DARH N° 260, de 13 de noviembre de 2019, el cual señala que, a partir del análisis de la oferta de recursos hídricos y la demanda de aguas subterráneas, es esta última supera y compromete la disponibilidad total factible de otorgar. |
| Resolución N° 250/2011. MOP. Declara Área de restricción de los sectores hidrogeológicos de | Esta resolución fue declarada conforme al Informe Técnico DARH N° 338, de 17 agosto de 2011. |

| Instrumento | Descripción |
|---|--|
| <p>aprovechamiento común denominados Estero Los Molles, Catapilco-subsector La Canela, Quintero-subsector Pucalán, Quintero Subsector Mantagua, Estero Laguna Verde, Quintay, Estero el Membrillo, Estero El Rosario y El Tabo, región de Valparaíso.</p> | |
| <p>Decreto N°465/2008 Exento, que establece área prohibida de caza al Humedal Laguna y Estero Catapilco, comunas de Puchuncaví y Zapallar, Región de Valparaíso</p> | <p>Establece como zona prohibida de caza el área denominada "Humedal Laguna y Estero Catapilco", ubicada en el límite de las comunas Zapallar y Puchuncaví, provincia de Petorca de la Región de Valparaíso, por un período de prohibición temporal de 30 años, contados desde la fecha de publicación de este decreto en el Diario Oficial, para la caza y captura de anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres</p> |

7.4.1.2 Instrumentos normativos internacionales

Los instrumentos normativos internacionales son dirigidos por el Ministerio de Relaciones Exteriores y corresponden a compromisos que ha adquirido Chile en relación a la protección de flora, fauna, bellezas escénicas naturales, zonas húmedas de importancia internacional y especies migratorias (Tabla 7-11).

Tabla 7-11. Instrumentos normativos de carácter internacional

| Instrumento | Descripción |
|---|--|
| D.S. N°531 del año 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores | Promulga Convención de Washington para la protección de la flora, fauna y las bellezas escénicas naturales de América. |
| D.S. N°771, del año 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores | Promulga la Convención sobre zonas Húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de las Aves Acuáticas. |
| D.S N°868 de 1981, Ministerio de Relaciones Exteriores | Convención sobre la conservación de especies migratorias de la fauna salvaje. |
| D.S. N°1.963, del año 1994, del Ministerio de Relaciones Exteriores, promulga el Convenio sobre la Diversidad Biológica | Este Convenio tiene como principal objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. |

7.4.1.3 Instrumentos indicativos

Los instrumentos indicativos son documentos estratégicos que guían la gestión del territorio a nivel nacional, regional o comunas. Además, se incluyen en este acápite, guías asociadas a los humedales urbanos, que dan ciertos marcos metodológicos y de gestión para el manejo de éstos (Tabla 7-12).

Tabla 7-12. Instrumentos indicativos de carácter nacional

| Instrumento | Descripción |
|---|---|
| Guía de delimitación y caracterización de Humedales urbanos de Chile | Guía que se refiere a la descripción y sustento técnico del levantamiento en terreno de los indicadores de hidrología, vegetación y suelos de los humedales urbanos. |
| Guía para facilitar la gestión de denuncias sobre actividades que afectan a humedales | Guía para mejorar el estado ecológico y de conservación de humedales costeros del centro-sur de Chile, reduciendo amenazas y presiones sobre ellos y sus cuencas aportantes. |
| Propuesta de criterios mínimos para la sustentabilidad de humedales urbanos | Propuesta que forman parte de los insumos utilizados por el Ministerio del Medio Ambiente, para la construcción del Reglamento de la Ley de humedales urbanos. |
| Guía de monitoreo de humedales | Guía metodológica de orientación para el monitoreo de humedales, siendo una herramienta para los municipios y la implementación de la Ley de humedales urbanos. |
| Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030. MMA | Tiene cinco objetivos estratégicos, con los cuales se espera, principalmente: Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano; Desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la población en el resguardo de la biodiversidad como fuente bienestar; Proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. |
| Estrategia Regional de Biodiversidad | |
| Evaluación Ambiental Estratégica. MMA 2010. | Herramienta que da un enfoque ambiental a los Instrumentos de Planificación y Ordenamiento Territorial, tales como: Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Planes Reguladores Comunales (PRC) y Planes Seccionales (PS), y Zonificaciones del Borde Costero (ZBC) y el Manejo Integrado de Cuencas. |

Los instrumentos indicativos a nivel comunal son planes de la comuna de Zapallar y Puchuncaví, para definir los lineamientos de desarrollo y regular el ordenamiento territorial comunal e intercomunal (Tabla 7-13).

Tabla 7-13. Instrumentos indicativos de carácter comunal

| Instrumento | Descripción |
|--|---|
| Plan de Desarrollo Comunal 2019-2023. Municipalidad de Zapallar | Su objetivo es definir en una macro planificación las áreas urbanizables distinguiéndolas de aquellas destinadas a la preservación, restricción o protección por diversos conceptos. |
| Plan de Desarrollo Comunal 2017-2022 Municipalidad de Puchuncaví | Se definen líneas de acción relacionadas al medio ambiente y protección del patrimonio. |
| Plan Regulador Comunal de Zapallar | Contempla la planificación urbana colindante al Humedal. |
| Plan Regulador Comunal de Puchuncaví 2009 | Contempla la planificación urbana de la localidad de Puchuncaví, localidades costeras de Maitencillo, Horcón y Ventanas. |
| Plan Intercomunal Satélite Borde Costero Norte de Valparaíso | Instrumento de planificación territorial, que norma la utilización del territorio en las zonas no urbanas, es decir, fuera de los radios urbanos de las respectivas comunas de Zapallar y Puchuncaví. |



7.5 Anexo 5. Propuesta de modelo de gobernanza

La importancia de plantear un adecuado modelo de gobernanza, que permita desarrollar una gestión y conservación efectiva de las Áreas Protegidas, es un tema ampliamente sustentado en la literatura y práctica de la conservación. En el caso particular de Chile, así se ha expresado en la Propuesta de criterios mínimos para la sustentabilidad de humedales urbanos (Rodríguez-Jorquera, 2020), en la cual se menciona que “la participación e involucramiento de los actores identificados en la gestión del humedal es clave para asegurar la viabilidad de las medidas impulsadas y el éxito de las estrategias de conservación.”, definiendo a su vez la participación como “los mecanismos a través de los cuales los ciudadanos interesados son sujetos activos en la gestión de los humedales, en una o varias etapas del ciclo de manejo”. En dicha propuesta, se sugiere además que la participación en la gestión de humedales debiera de ser de tipo vinculante, así como también incorporar el “modelo de cuatro hélices”, vale decir, considerar actores públicos, actores privados, sociedad civil y academia (Rodríguez-Jorquera, 2020).

Estas sugerencias son recogidas en el Reglamento de la Ley N° 21.202 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020), específicamente en su Título III: Criterios para la gestión sustentable y gobernanza de los humedales urbanos, en el cual se establece la participación efectiva y gobernanza para la conservación y protección de humedales, estipulando que “los mecanismos de gobernanza que se establezcan deben permitir y asegurar la información y participación efectiva de los actores involucrados en la conservación, protección y uso racional de los humedales urbanos, incluyendo a los organismos y empresas públicas a cargo de la administración, planificación y desarrollo de áreas afectas a un uso específico por ley.”

Junto con ello, se menciona que se considerarán instancia de gobernanza a nivel local con los objetivos de:

- Promover activamente acciones de conservación y protección del humedal urbano de que se trate
- Apoyar la difusión y seguimiento del cumplimiento de la ordenanza general de los humedales urbanos de la comuna
- Desarrollar acciones de educación ambiental para la conservación y protección del área
- Apoyar la elaboración de un plan de gestión del área
- Apoyar en la gestión y protección del humedal urbano.

Considerando la importancia anteriormente expuesta de la implementación de modelos de gobernanza apropiados para una adecuada gestión para la conservación, y usando como base los modelos de gobernanza propuestos por la UICN, se generó una propuesta de modelo de gobernanza para el HU Laguna y Estero Catapilco, a partir de los resultados

obtenidos en las reuniones de equipo núcleo en que se dialogó en torno al modelo de gobernanza (ver Anexo 1_Proceso participativo).

Para el HU Laguna y Estero Catapilco, se propone un modelo de gobernanza en colaboración que incluye un Organismo tomador de desiciones (OTD), un Equipo de implementación, un Consejo de la comunidad local, y comisiones técnicas que apoyan la implementación del PGI.

El OTD se compone de los alcaldes de las Municipalidades de Zapallar y Puchuncaví, con sus respectivos Directores de la Secretaría de Planificación (SECPLA), y el Equipo de implementación, este último integrado por la oficina de Sustentabilidad de Zapallar y de medio ambiente de Puchuncaví y un representante de la OBC Chinchimén quien administra actualmente el área.

El OTD se retroalimenta de un consejo de la comunidad local, un organismo pluralista a cargo de canalizar propuestas por parte de la comunidad, con influencia considerable en la decisión, participando de instancias vinculantes, consultivas e informativas. El Consejo de la comunidad local se deberá constituir el primer año de implementación del PGI.

Además, se proponen comisiones técnicas compuestas por representantes de departamentos municipales, servicios públicos, universidades, ONGs e investigadores, que apoyan la implementación del PGI.

A continuación, se proponen los siguientes roles y atribuciones para las entidades que componen la gobernanza del área.

| OTD | Equipo de implementación | Administrador |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> •Validar propuestas •Validar presupuestos •Destinar recursos para implementación de planes operativos anuales •"Rol político" para vincularse con servicios públicos •Definir instancias de participación vinculantes •Proponer y presidir instancias para generar acuerdos formales con consejo consultivo, comisiones técnicas y otras instituciones | <ul style="list-style-type: none"> •Diseñar propuestas •Definir plan operativo anual • Revisar los costos de implementación de acciones •Búsqueda y postulación a fondos •Implementar acciones •Generación de alianzas •Coordinar instancias de retroalimentación con comisiones técnicas y consejo comunidad local. •Supervigilar la ejecución del plan. | <ul style="list-style-type: none"> •Brindar la secretaria técnica para el equipo de implementación y tomador de decisiones. •Ejecutar las actividades que el equipo de implementación le encomiende. |

| Comisiones técnicas | Consejo comunidad local |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con equipo de implementación • Apoyo en ejecución de actividades según misión institucional o área de trabajo • Desarrollo de propuestas técnicas en torno a la mitigación de amenazas y protección de OC. | <ul style="list-style-type: none"> • Vínculo entre comunidad local y equipo implementación y OTD. • Apoyo en ejecución de actividades del plan. • Desarrollo de propuestas técnicas en torno a la mitigación de amenazas y protección de OC. |

Para las comisiones técnicas y consejo comunidad local, se entregan algunas ideas de roles que podrían tener, no obstante, esto debería ser elaborado participativamente en conjunto con instituciones y personas naturales que las componen.

Tabla 7-14. Instituciones a considerar para implementación del PGI.

| Tipo de institución | Instituciones |
|---|--|
| Departamentos y Oficinas Municipalidad de Zapallar | <ul style="list-style-type: none"> - Alcaldía - Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) - Oficina de sustentabilidad (OS) - Dirección Medioambiente, Mantenimiento, Aseo y Ornato (DIMAO) - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) - Departamento de Educación - Dirección de Obras Municipales (DOM) - Departamento de Inspección - Departamento de Seguridad y Emergencia - Oficina Jurídica - Oficina de Comunicaciones - Juzgado de Policía Local |
| Departamentos y Oficinas Municipalidad de Puchuncaví | <ul style="list-style-type: none"> - Alcaldía - Secretaría Comunal de Planificación SECPLA - Oficina de Medio Ambiente (OMA) - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) - Departamento de Educación Municipal - Dirección de Obras Municipales (DOM) - Dirección de Seguridad pública - Departamento de Turismo - Juzgado de Policía Local |
| Servicios públicos de nivel regional- nacional | <ul style="list-style-type: none"> - SEREMI Medio Ambiente - Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) - Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (DIRECTEMAR) |

| Tipo de institución | Instituciones |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> -Capitanía de Puerto -Dirección General de Aguas (DGA) -Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) -Dirección de Obras Portuarias (DOP) -Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) -Corporación Nacional Forestal (CONAF) -SEREMI de Bienes Nacionales -SEREMI de Desarrollo Social -SEREMI de Vivienda y Urbanismo -Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio de Interior (ONEMI) -Gobierno Regional (GORE) - Carabineros |
| Comunidad y organizaciones territoriales | <ul style="list-style-type: none"> -Colectiva La Garzas -Establecimientos educacionales de ambas comunas - JJVV de áreas residenciales aledañas al HU |
| Corporaciones y fundaciones | <ul style="list-style-type: none"> -Fundación Kennedy - Fundación Ibáñez Atkinson -Fundación La Caleta |
| Universidades e investigadores | <ul style="list-style-type: none"> -ROC -Reobserva (UDP) -UTEM -Universidad Mayor |
| Sector privado | <ul style="list-style-type: none"> -ESVAL |

