Diagnóstico de plantas acuáticas y palustres en el Humedal Angachilla

Informe elaborado para el proyecto:

"Cuidando el estero del Humedal Angachilla: ¡Somos fuerza comunitaria!"

Subvención de Actividades de Medio Ambiente
Gobierno Regional de Los Ríos

Elaborado por:

- Montserrat Lara Sutulov, Bióloga, Master of Environment.
- Camila Molina González. Ing. en Conservación de Recursos Naturales, MCs. Bosques y Medioambiente.

13/FEB/2023

Contenidos

1 INTRODUCCIÓN 5
2 DESCRIPCIÓN GENERAL HUMEDAL ANGACHILLA 5
2.1 Ubicación 5
2.2 Superficie 7
2.3 Tipo de humedal 7
2.4 Estado ambiental general 7
2.5 Figuras de protección 8
3 VEGETACIÓN Y FLORA 9
3.1 Metodología 9
3.1.1 Actividad de terreno 9
3.1.2 Revisión bibliográfica 10
3.2 Descripción de la vegetación 10
3.3 Listado de especies de flora de humedal 13
3.3.1 Totora (*Schoenoplectus californicus*) 13
3.3.2 Vatro (*Typha angustifolia*) 14
3.3.3 Clavito de agua (*Ludwigia peploides*) 14
3.3.4 Lenteja de agua (*Lemna valdiviana*) 15
3.3.5 Luchechillo (*Egeria densa*) 15
3.3.6 Sombrerito de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) 16
3.3.7 Flor del pato o Tembladerilla (*Azolla filiculoides*) 16
3.3.8 Duraznillo (*Polygonum hydropiperoides*) 17
3.3.9 Cortadera (*Cyperus eragrostis*) 17
3.3.10 Menta de lobo (*Lycopus europaeus*) 18
3.4 Características fenológicas y reproductivas de las especies dominantes 18
3.5 Tabla resumen 19
4 RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LA VEGETACIÓN 20
4.1 Revisión de experiencias de manejo de vegetación en humedales 21
4.2 Recomendaciones 23

5 BIBLIOGRAFÍA 25
6 GLOSARIO 4
7 ANEXOS 27
Anexo 1. Principales características de plantas invasoras de humedales e implicancias para su manejo. 27

Índice de Tablas

Tabla 1. Métodos de control de vegetación en humedales. Fuente: Elaboración propia en base a Paul (2013). 20
Tabla 2. Resumen experiencias de manejo de vegetación en humedales. 22

Índice de Figuras

Figura 1. Sistema de humedales del río Angachilla en azul y lugar del estudio en círculo rojo. Fuente: Forecos (2019) 6
Figura 2. Mapa del humedal Angachilla en el sector del estudio de vegetación. Fuente: OpenStreetMap 6
Figura 3. Mapa figuras de protección del humedal Angachilla. Círculo rojo indica el sector de este estudio. 8
Figura 4. Recorrido realizado en kayak para el muestreo de plantas del humedal Angachilla. 9
Figura 5. Fotografías terreno recorrido humedal y recolección de plantas. 10
Figura 6. Zonación típica de la vegetación en un humedal del centro sur de Chile. Fuente: Guía de Delimitación de Humedales (MMA – ONU Medio Ambiente, 2022). 11
Figura 7. Vegetación del humedal Angachilla. Fuente: UACh (2019) 12
Figura 8. Cobertura de comunidades de macrófitas dominantes en el humedal del estero Angachilla, aguas abajo de calle Pedro Montt. Fuente: UACh (2019) 13
Figura 9. Totora (Schoenoplectus californicus) 13
Figura 10. Vatro (Typha angustifolia) 14
Figura 11. Clavito de agua (Ludwigia peploides) 14
Figura 12. Lenteja de agua (Lemna valdiviana) 15
Figura 13. Luchecillo (Egeria densa) 15

Figura 14. Sombrerito de agua (Hydrocotyle ranunculoides) 16
Figura 15. Flor del pato (Azolla filiculoides) 16
Figura 16. Duraznillo (Polygonum hydropiperoides) 17
Figura 17. Cortadera (Cyperus eragrostis) 17
Figura 18. Menta de lobo (Lycopus europaeus) 18

GLOSARIO

Anoxia: carencia o disminución de los niveles de oxígeno en las células, los órganos o los ecosistemas.

Culmo: falso tallo de los pastos y otras plantas.

Eutroficación (o eutrofización): proceso de aporte excesivo de nutrientes (fósforo y nitrógeno) a un ecosistema acuático, que conlleva a un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas y disminución de los niveles de oxígeno.

Hábito de crecimiento: Aspecto o porte general de una planta. Forma de crecimiento. Incluye aspectos como la duración del tallo, el patrón de ramificación, el desarrollo, y la textura.

Helófita (sinónimo de palustre): plantas que presentan sus raíces en el sustrato húmedo o anegado, teniendo la mayor parte del tallo y hojas emergiendo fuera del agua.

Hidrófita: planta que tiene todas sus estructuras vegetativas en el agua.

Necromasa: Conjunto de cadáveres y materia vegetal muerta unida aún a las plantas vivas (madera muerta en pie en los bosques, raíces muertas, etc.).

Oblongo: forma que se caracteriza por ser más larga que ancha.

Perenne: referido a plantas cuyas hojas no se caen durante la estación fría.

Planta palustre: (sinónimo de helófitas o emergentes) son plantas que presentan sus raíces en el sustrato húmedo o anegado, teniendo la mayor parte del tallo y hojas emergiendo fuera del agua.

Productor primario: organismos que generan su alimento a partir de la energía del sol (fotosíntesis).

Rizoma: tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos, los cuales cumplen la función de órgano de reserva de nutrientes.

Umbela: grupo de flores que nacen en un mismo punto del tallo, de modo semejante a las varillas de un paraguas.

1 INTRODUCCIÓN

Este informe fue solicitado por el Comité Ecológico Humedal Angachilla, en el marco del proyecto "*Cuidando el estero del Humedal Angachilla: ¡Somos fuerza comunitaria!*", como un antecedente para orientar sus actividades de rehabilitación del espejo de agua del humedal Angachilla, en el sector frente al Parque Comunitario La Punta.

En este informe se describe la vegetación y flora del humedal Angachilla en el área de intervención del Comité Ecológico y se entregan algunas recomendaciones para su control. Para cada especie dominante, se describe su forma de vida, su ambiente preferido, características que facilitan su identificación, junto con indicar si son nativas/exóticas y/o invasoras, además de sus características fenológicas y reproductivas. En la última sección del informe se entregan recomendaciones de manejo de la vegetación, que puedan orientar las actividades de limpieza del humedal realizadas por el Comité Ecológico.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL HUMEDAL ANGACHILLA

2.1 Ubicación

El sistema de humedales del río Angachilla (Figura 1), del cual el humedal Angachilla es parte, se ubica en la región de Los Ríos, Provincia de Valdivia, Comuna de Valdivia, en el sector sur de la ciudad de Valdivia (39° 38' S, 73° 05' W), y corresponde a la parte baja de la cuenca del río Angachilla antes de su confluencia con el río Valdivia.

La sección del humedal Angachilla en la cual se desarrolló este estudio, es parte del estero Angachilla, uno de los esteros tributarios del río Angachilla. El estudio se desarrolló en el sector del humedal denominado localmente "Parque Comunitario La Punta", ubicado entre la Villa galilea y la Villa Portal del Sol (Figura 2).

Figura 1. Sistema de humedales del río Angachilla en azul y lugar del estudio en círculo rojo. Fuente: Forecos (2019)

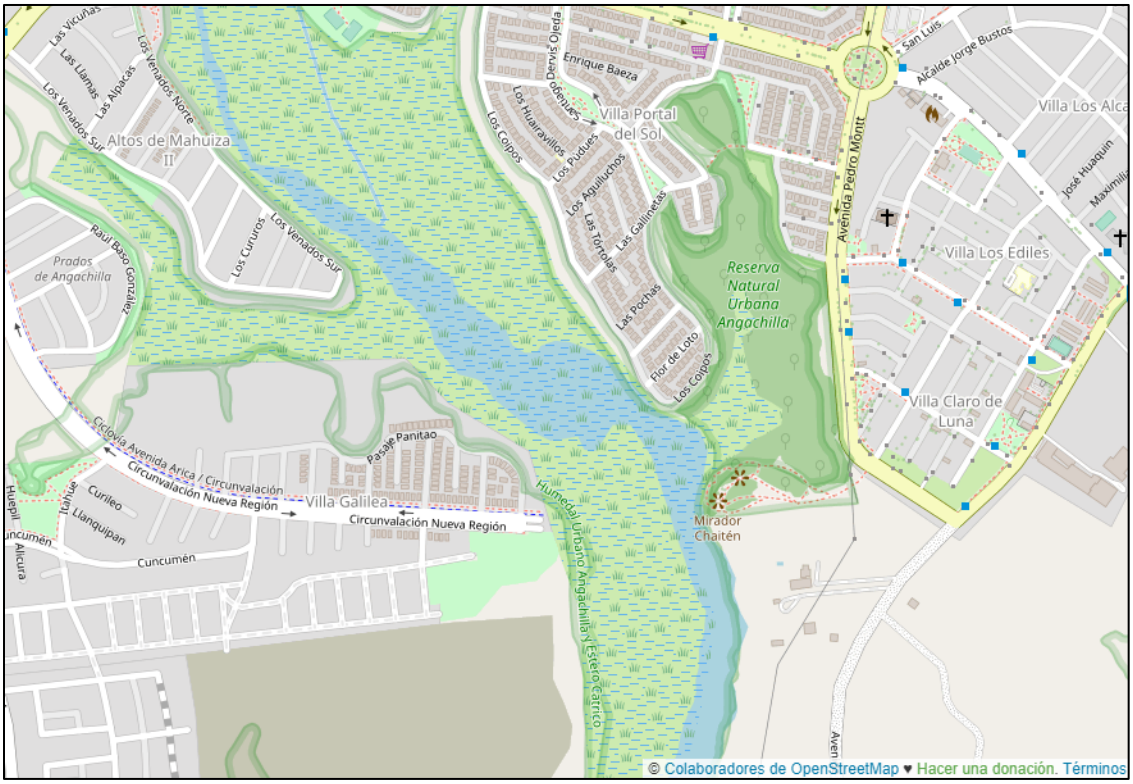

Figura 2. Mapa del humedal Angachilla en el sector del estudio de vegetación. Fuente: OpenStreetMap

2.2 Superficie

La superficie del sistema de humedales del río Angachilla es de alrededor de 2.200 ha, mientras la superficie del humedal del estero Angachilla es de alrededor de 165 ha, cuya cuenca drena un área de 714 ha en plena zona urbana de Valdivia. La sección del humedal donde se desarrolló el estudio, tiene una superficie de alrededor de 50 ha, de los cuales se recorrió un sector de alrededor de 2 ha.

2.3 Tipo de humedal

El humedal Angachilla es un humedal de tipo palustre emergente, lo que significa que su vegetación se compone de plantas palustres.

Los humedales palustres son humedales continentales que, en el caso del sistema de humedales del río Angachilla, tiene influencia mareal (pero baja salinidad) en su porción inferior debido al efecto estuarial del río Valdivia. Estas zonas se conocen como *bañados* y son ambientes lénticos, someros y de condiciones semi salobres inundados permanentemente, con influencia mareal que genera una fluctuación en el nivel del agua entre 0,5 y 1,5 m, con un sustrato de abundante sedimento orgánico (San Martín, 1992).

2.4 Estado ambiental general

Tomando como referencia datos de estudios previos de UACh (2019), se puede indicar que el estado ambiental del humedal Angachilla en el sector donde se realizó este estudio es regular a malo, de acuerdo con los datos de calidad del agua. Según el estudio mencionado, el humedal Angachilla se encuentra eutroficado, con una alta carga de sólidos suspendidos totales (40-120 mg/l), bajos niveles de oxígeno (0,5-3 mg/l) y altas concentraciones de nitrógeno (100-1500 ug/l) y fósforo (30-1600 ug/l). Los niveles de nitrógeno y fosforo son de los más altos, y los de oxígenos de los más bajos, de todo el sistema de humedales del río Angachilla (UACh 2019).

Al respecto es interesante mencionar que los ecosistemas naturales tienen la capacidad de transformar, retener y transportar nutrientes influenciados por variables físicas del cuerpo de agua. Sin embargo, cuando el aporte de nutrientes supera la capacidad que posee el cuerpo receptor de autodepurarse, se genera eutrofización, efecto que consiste en el aumento de la productividad primaria en el ecosistema, causando un aumento excesivo de plantas acuáticas y, en consecuencia, una disminución de oxígeno, ocasionando turbidez y anoxia y, por ende, la muerte de organismos que no son tolerantes a estas condiciones en el sistema (Battin *et al*. 2003).

También existe información del año 2018-19 sobre coliformes fecales en el sector del humedal Angachilla donde se realizó el estudio, que muestran que su concentración es la más alta del sistema de humedales del río Angachilla con 240 NMP/100 ml medidos en enero 2019 (UACh 2019). Por otra parte, existen mediciones en el humedal Catrico, aguas arriba del humedal Angachilla, que muestran eventos de altas concentraciones de coliformes alcanzando hasta 79.000 NMP/100 ml en muestras de agua tomadas a la altura

de calle nueva San Luis con Rubén Darío en julio 2019 (Informe de ensayos Q/496/2019 Lab. Alimentos y Agua UACh). Esto se explica (en parte al menos) por el vertimiento del desborde de un aliviadero de tormentas de aguas servidas, al colector de aguas lluvia de Rubén Darío, que descarga al humedal Catrico, justamente a la altura de calle San Luis (DOH 2014).

2.5 Figuras de protección

El humedal Angachilla se encuentra reconocido oficialmente como humedal urbano por el Ministerio del Medio Ambiente y además es parte del Santuario de la Naturaleza Humedales de Angachilla (Figura 3). Al ser un humedal urbano las actividades que se desarrollen en él deben cumplir con lo dispuesto en la ley 21.202 de humedales urbanos y seguir los lineamientos de los criterios de sustentabilidad contenidos en el reglamento de la ley (ver Anexo 1 para detalles sobre los criterios). Al ser parte de un Santuario de la Naturaleza, todas las actividades que se realicen en él deben ser informadas a su entidad administradora (en este caso la Corporación Humedales de Angachilla) y en caso de intervenciones mayores se debe solicitar autorización al Consejo de Monumentos Nacionales. Por otra parte, se debe procurar siempre no afectar los objetos de conservación del santuario de la naturaleza.

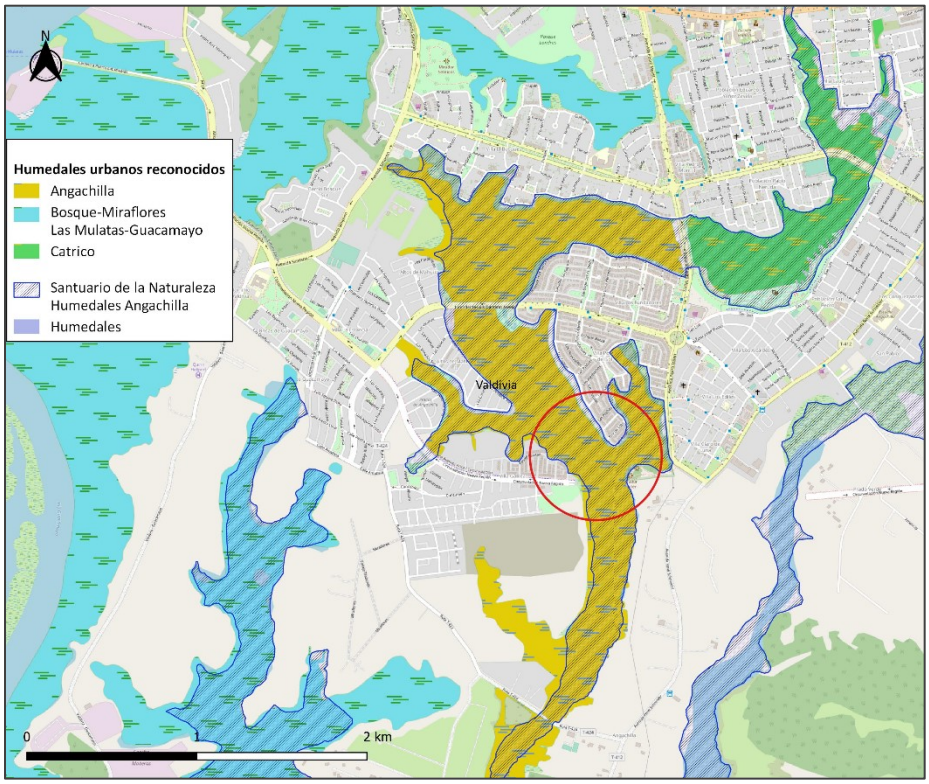

Figura 3. Mapa figuras de protección del humedal Angachilla. Círculo rojo indica el sector de este estudio.

3 VEGETACIÓN Y FLORA

3.1 Metodología

3.1.1 Actividad de terreno

El día 1 de diciembre de 2022 se realizó un recorrido en kayak de alrededor de 500 m por el humedal Angachilla desde el sector “Parque Comunitario La Punta” (Figura 4 y Figura 5), con el objetivo de muestrear las especies de flora que se encuentran dentro de la zona de intervención del Comité Ecológico Humedal Angachilla para rehabilitar el espejo de agua del estero. Se registraron y se tomaron fotografías de las especies de flora observadas.

Figura 4. Recorrido realizado en kayak para el muestreo de plantas del humedal Angachilla.

Figura 5. Fotografías actividades de terreno recorrido humedal y recolección de plantas.

3.1.2 Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica a nivel nacional y latinoamericano para conocer otras experiencias similares relacionadas a la extracción y control de plantas acuáticas invasoras en humedales.

Para la descripción de las especies se utilizaron como base los siguientes textos: Guía de Campo de Plantas Vasculares Acuáticas en Chile (Rodríguez y Fica 2020) y el libro de Flora acuática y palustre introducida en Chile (Urrutia *et al.* 2017).

3.2 Descripción de la vegetación

El humedal Angachilla es principalmente de tipo palustre emergente, lo que significa que su flora se compone de plantas palustres. Las plantas palustres, también llamadas helófitas o emergentes, son plantas que presentan sus raíces en el sustrato húmedo o anegado, teniendo la mayor parte del tallo y hojas emergiendo fuera del agua.

En el humedal también se encuentran plantas acuáticas, llamadas macrófitas o hidrófitas, que tienen todos sus órganos en el agua. Las hidrófitas en general se clasifican de la siguiente forma (MMA – ONU Medio Ambiente, 2022):

Flotantes de vida libre: viven sobre la superficie del agua, y la mayor parte de sus estructuras, tallos, hojas y flores son flotantes. Sus raíces no están sujetas al fondo del cuerpo de agua, es decir no están arraigadas.

Flotantes arraigadas o natantes: viven arraigadas en el fondo fangoso del humedal y sólo las hojas sobresalen del agua.

Sumergidas arraigadas: permanecen completamente sumergidas, con sus raíces, tallos y hojas bajo la superficie del agua.

Sumergidas de vida libre: tienen sus raíces, tallos y hojas bajo la superficie del agua, pero sus raíces no se anclan en el fondo del cuerpo de agua.

Para comprender de mejor manera estos conceptos, se presenta la siguiente ilustración.

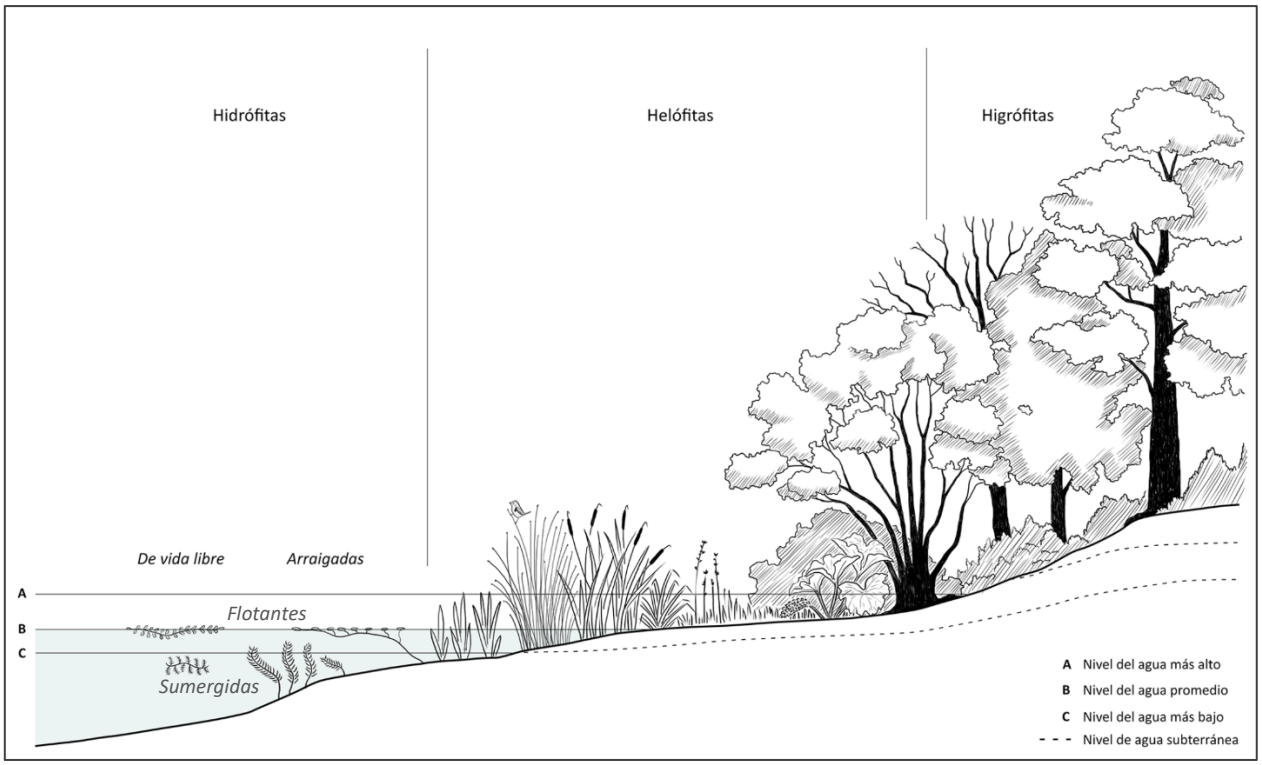

Figura 6. Zonación típica de la vegetación en un humedal del centro sur de Chile. Fuente: Guía de Delimitación de Humedales (MMA – ONU Medio Ambiente, 2022).

La vegetación del estero Angachilla está dominada por un pantano palustre de totora (*Schoenoplectus californicus*), asociado a otras especies, principalmente vatro (*Typha angustifolia*), cortadera (*Cyperus eragrostis*) y a las especies natantes clavito de agua (*Ludwigia peploides*) y sombrerito de agua (*Hydrocotile ranunculoides*).

En el área muestreada, también es relevante la comunidad libre flotante de lenteja de agua (*Lemna valdiviana*) junto a la flor del pato (*Azolla filiculoides*).

En la Figura 7 y Figura 8 se presenta una cartografía general de la vegetación del humedal Angachilla.

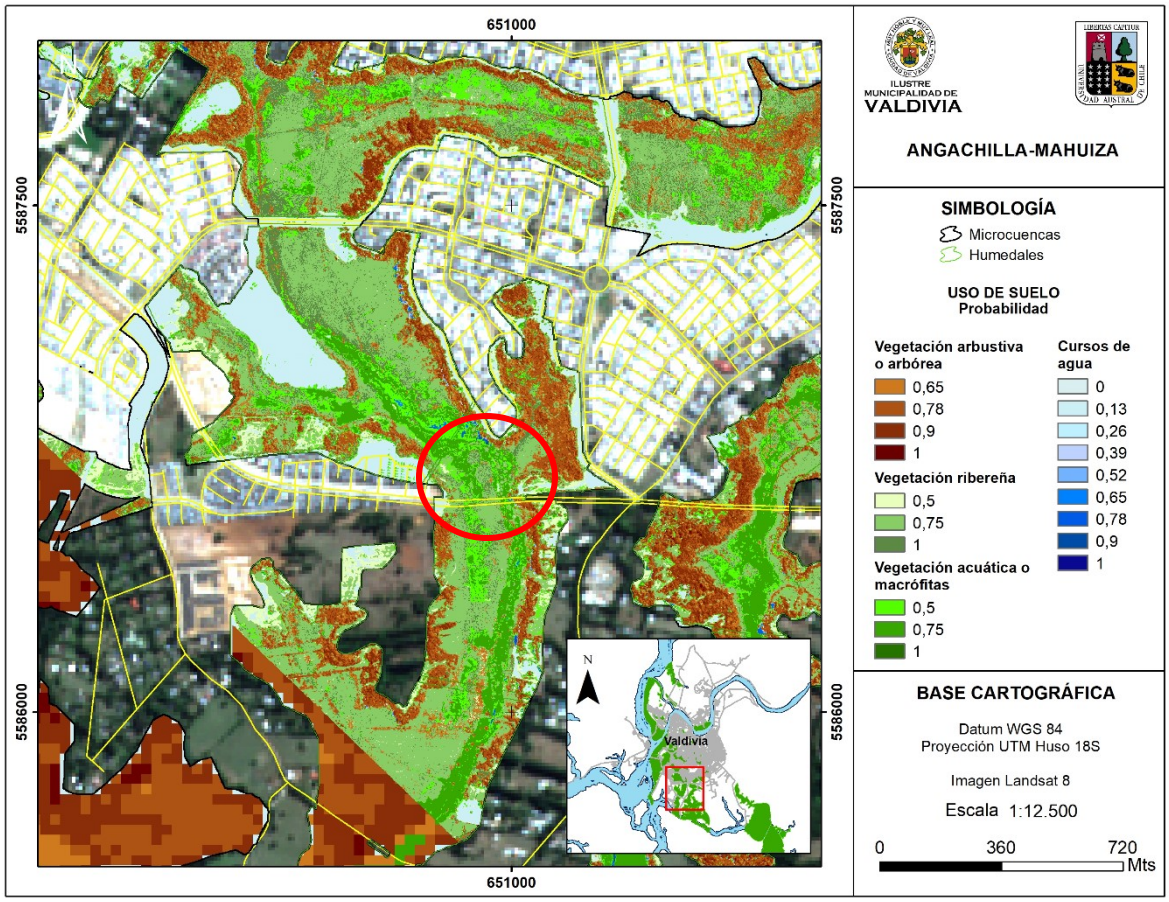

Figura 7. Vegetación del humedal Angachilla. Círculo rojo es el sector donde se realizó este estudio. Fuente: UACh (2019)

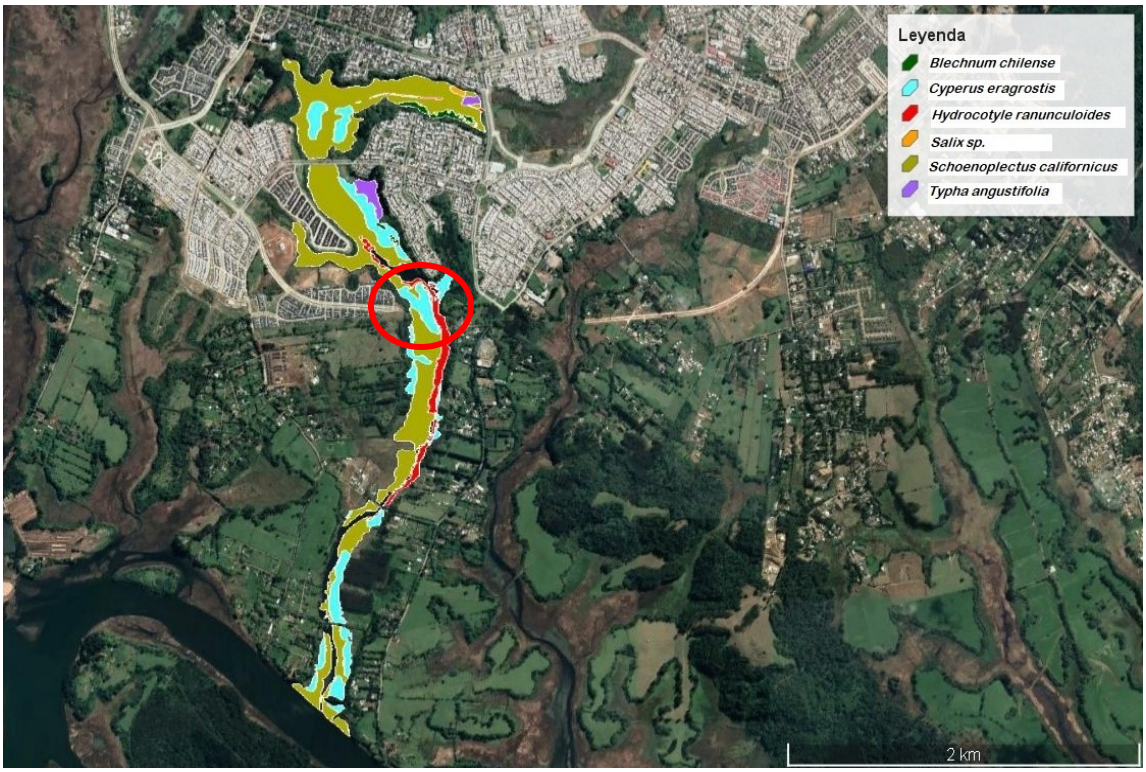

Figura 8. Cobertura de comunidades de macrófitas dominantes en el humedal del estero Angachilla, aguas abajo de calle Pedro Montt. Círculo rojo es el sector donde se realizó este estudio. Fuente: UACh (2019)

3.3 Listado de especies de flora de humedal

En esta sección se describe cada una de las especies que fue observada en el recorrido realizado en el humedal. Esta información se complementa con un herbario digital en documento anexo.

3.3.1 Totora (*Schoenoplectus californicus*)

Figura 9. Totora (Schoenoplectus californicus)

Especie Nativa. Es una hierba acuática perenne, arraigada al sustrato, con un rizoma (tallo subterráneo) horizontal robusto, que repta en el fango. Su tallo aéreo es triangular, mide de 60 a 120 cm de alto, es liso y sobresale de la superficie del agua. Su flor es una inflorescencia del tipo espiguilla que sale de manera seudolateral, en la parte superior del tallo.

Habita terrenos inundados, orillas de cuerpos y cursos de aguas, ambientes de poca profundidad y con gran cantidad de materia orgánica en el sustrato.

Tiene uso como fibra vegetal para la elaboración de artesanías. Se destaca como planta depuradora por la gran cantidad de nutrientes que absorbe. Crea hábitat para una gran variedad de seres vivos

3.3.2 Vatro (*Typha angustifolia*)

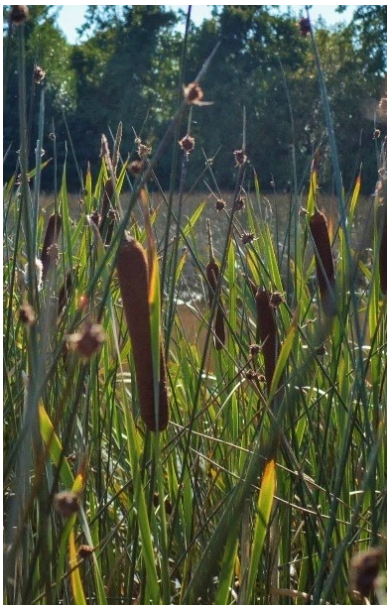

Figura 10. Vatro (Typha angustifolia)

Especie introducida. Es una hierba perenne acuática, arraigada al sustrato, emergente. Sus tallos son erectos, simples, cilíndricos, de 0,5 a 1,7 metros de alto. Sus hojas son lineares, alternas y miden de 25 a 50 cm de largo. Posee una inflorescencia terminal densa, que se utiliza de manera ornamental.

Su ambiente es similar al pantano de totora, pero en sectores menos anegados, principalmente con poca corriente y poco profundos (más elevados).

Sus hojas son utilizadas como fibra vegetal para la elaboración artesanal de canastos, y bases de sillas y sillones.

3.3.3 Clavito de agua (*Ludwigia peploides*)

Figura 11. Clavito de agua (Ludwigia peploides)

Especie nativa de Sudamérica, introducida en Chile a comienzos del siglo XX. Es una hierba acuática perenne, arraigada al sustrato, emergente. Sus tallos son débiles, flotantes, de 30 a 80 cm de alto. Posee dimorfismo foliar, es decir, dos tipos de hojas, natantes y aéreas. Las hojas natantes son redondeadas y las hojas aéreas más alargadas. Tiene flores solitarias, de un color amarillo vistoso.

Se desenvuelve en ambientes lénticos (de poca corriente), con aguas someras y orillas fangosas. Es invasora y provoca embancamiento, desplazando a plantas sumergidas y flotantes libres. Genera grandes cantidades de biomasa y disminuye los niveles de oxígeno del agua.

3.3.4 Lenteja de agua (*Lemna valdiviana*)

Figura 12. Lenteja de agua (Lemna valdiviana)

Especie nativa, se distribuye desde América del Norte hasta la Patagonia. Es una hierba acuática perenne, libre flotante. Tiene hojas muy pequeñas, de 1 a 5 mm de largo, de forma ovada (como huevo)-oblongas a ovado-alargadas.

Cumple un importante rol ecológico dentro de su ambiente, siendo un productor primario que cobija a especies pequeñas de peces e insectos acuáticos, al ser sustrato de sus huevos.

3.3.5 Luchechillo (*Egeria densa*)

Figura 13. Luchecillo (Egeria densa)

Especie introducida en Chile desde Europa. Es una hierba perenne, acuática sumergida, de tallo delgado y que se fragmenta fácilmente, de 3 mm de diámetro y de más de 1 m de longitud, muy ramificado. Las hojas son de color verde oscuro, angostas y agudas, en unidades de 3 a 6 por espiral. Tiene flores blancas que emergen hasta 3 cm sobre la superficie del agua.

Habita generalmente en aguas poco profundas. Es invasora en gran parte del mundo, aumenta la sedimentación y reduce la diversidad de plantas por desplazamiento. En los humedales de Valdivia y alrededores es el principal alimento del cisne de cuello negro.

3.3.6 Sombrerito de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*)

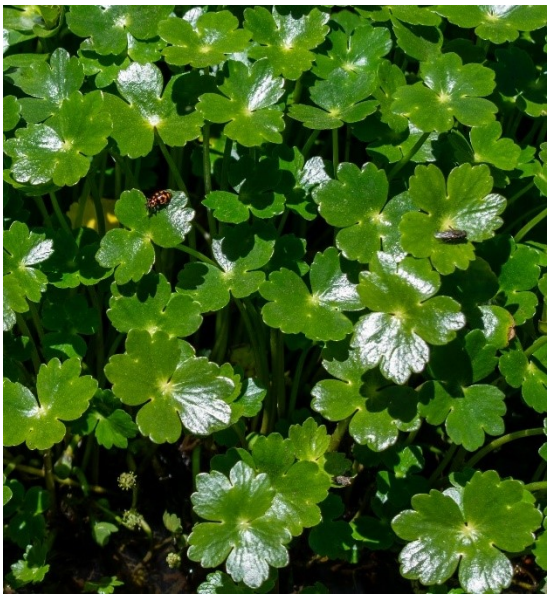

Figura 14. Sombrerito de agua (Hydrocotyle ranunculoides)

Especie nativa, habita en el continente americano. Es una hierba perenne con rizomas arraigados al sustrato, emergente. Tiene hojas flotantes, con forma redondeada-reniforme (en forma de riñón), que miden entre 5 a 18 cm de largo. El pecíolo (rabillo que une la hoja al tallo) es delgado y mide hasta 35 cm de largo. Tiene una inflorescencia, de tipo umbela simple.

Crece enraizada al fango en aguas poco profundas. La presencia de sombrerito de agua está asociada a ambientes altamente eutroficados y con altos niveles de contaminación del agua por nitrógeno (UACh 2019). Tiene un alto potencial colonizador.

3.3.7 Flor del pato o Tembladerilla (*Azolla filiculoides*)

Figura 15. Flor del pato (Azolla filiculoides)

Especie nativa. Es un helecho acuático, que corresponde a una hierba anual, de hábito libre flotante. La planta mide de 1 a 6 cm de largo y tiene estructura ramificada. Sus hojas son muy pequeñas, de más o menos 1 mm de largo, sésiles (sin tallo), con colores que van de verde, a rojo o morado.

Puede cubrir amplias superficies en el cuerpo de agua, formando una capa continua. Es muy invasora si no está en un ambiente controlado. Su principal forma de reproducción es por fragmentación.

3.3.8 Duraznillo (*Polygonum hydropiperoides*)

Figura 16. Duraznillo (Polygonum hydropiperoides)

Especie introducida, originaria de Norteamérica. Es una hierba perenne de hasta 30 cm de alto. Las hojas miden de 4 a 10 cm de largo, de distribución alternada, lineares a ovado-lanceoladas. Tiene una inflorescencia en forma de espiga que produce muchas flores blancas o rosadas.

Crece en zonas húmedas, pantanosas, a orillas de esteros y cuerpos de agua de escurrimiento lento. No existen antecedentes respecto de su potencial invasor.

3.3.9 Cortadera (*Cyperus eragrostis*)

Figura 17. Cortadera (Cyperus eragrostis)

Especie nativa. Hierba perenne de tallos generalmente triangulares, que alcanzan una altura de hasta 1 m.

Las hojas son planas o en forma de V, de 25 a 50 cm de largo, que nacen de la parte superior del tallo, dispuestas en roseta, dándole a la planta un aspecto estrellado.

Crece en áreas pantanosas, riberas de ríos y lagos, también en praderas húmedas.

3.3.10 Menta de lobo (*Lycopus europaeus*)

Figura 18. Menta de lobo (Lycopus europaeus)

Especie introducida. Es una hierba perenne de hasta 90 cm de alto, con raíces rizomatosas de las que surgen tallos erectos, simples o ramosos, de sección cuadrangular. Las hojas, de hasta 11 cm, se hacen más pequeñas cada vez hacia la parte superior del tallo; tienen el ápice agudo y el margen dentado o profundamente dentado. Las flores tienen cuatro lóbulos y son de color blanco con manchas moradas.

Habita en lugares húmeros y riberas de esteros y ríos.

3.4 Características fenológicas y reproductivas de las especies dominantes

De manera general, durante el ciclo de vida de las plantas macrófitas o acuáticas, las flotantes y sumergidas al morir (por falta de espacio o menos oxígeno) se van al fondo aumentando el sedimento. Esto hace que las plantas enraizadas vayan ganando terreno disminuyendo la superficie del espejo de agua.

La **totora** tiene un robusto rizoma que repta en el fango, del cual nacen culmos aéreos que sólo viven una temporada. La muerte de estos culmos aporta gran cantidad de necromasa (tallos muertos), que se agregan al sustrato, elevando su nivel y consecuentemente, disminuyendo la profundidad del agua. Sin embargo, esta especie produce permanentemente nuevos culmos aéreos, de manera que, siempre presenta biomasa asimiladora (tallos vivos), lo que le da un alto grado de competitividad y justifica su dominancia en los pantanos valdivianos (González, 2005).

El **vatro** (*Typha angustifolia*) se reproduce sexualmente por semillas y vegetativamente a través de crecimiento clonal por medio de la propagación del rizoma subterráneo. La división de los rizomas luego de que se marchiten las flores (al fin de la época estival) favorece su reproducción.

El **sombrerito de agua** (*Hydrocotyle ranunculoides*) tiene como principal forma de reproducción la fragmentación de sus raíces.

El **clavito de agua** (*Ludwigia peploides*) cambia estacionalmente su forma de crecimiento. Esta especie crece natante en primavera y sumergida en período invernal; mientras en época de floración muestra hábito palustre (San Martín, 1992). La época de reproducción de esta especie es la época estival, por lo que aumenta su cobertura.

El **luchecillo** se propaga principalmente por factores físicos o mecánicos a través de la ruptura de tallos, pudiendo formar nuevos individuos.

3.5 Tabla resumen

En la siguiente tabla se indican aspectos relevantes de las principales especies presentes en el humedal Angachilla. Se indica origen (nativa o introducida), potencial invasor, estado de conservación (NC: No Clasificada, NA: No Aplica, al ser introducida), si es una especie bioindicadora y el ambiente óptimo para cada una.

Especie	Origen	Potencial invasor	Estado de Conservación	Bioindicadora	Ambiente ideal
Schoenoplectus californicus	Nativa	No	NC	-	Bañados y riberas de cuerpos acuáticos, lóticos y lénticos, de poca profundidad y con gran cantidad de materia orgánica en el sustrato.
Typha angustifolia	Introducida	Si	NA	-	Se distribuye en zonas estacionalmente anegadas, con sustrato limoso, diferenciándose del totoral, por encontrarse en ambientes sin corriente, ocupando aquellos sitios más elevados.
Ludwigia peploides	Introducida	Si	NA	-	Lagunas permanentes o temporales, riberas de ríos y esteros, aguas retenidas o con corriente suave.
Lemna valdiviana	Nativa	No	NC	-	Aguas estancadas
Egeria densa	Introducida	Si	NA	-	Aguas de hasta 1 m de profundidad con sustrato fangoso, en ambientes con poca corriente.
Hydrocotyle ranunculoides	Nativa	Si	NC	Si	Lagos, lagunas mesotróficas y aguas estancadas.
Azolla filiculoides	Nativa	Si	NC	-	Aguas estancadas
Polygonum hydropiperoides	Introducida	No	NA	-	Áreas pantanosas
Cyperus eragrostis	Nativa	No	NC	No	Sustrato suelo orgánico con anegamiento estacional
Lycopus europaeus	Introducida	No	NA	No	Zonas encharcadas, a orillas de ríos y lagos, áreas húmedas.

4 RECOMENDACIONES DE MANEJO DE LA VEGETACIÓN

El desarrollo de ciertas poblaciones de vegetación palustre, puede alterar sustancialmente la fisonomía de humedales o de lagos en pocos años. Asociado a esto, la expansión no deseada de ciertas plantas palustres, puede interferir en la conservación y restauración de la biodiversidad de los humedales (Cirujano 2004). Los impactos de las plantas acuáticas invasoras en los humedales son diversos, e incluyen: reducción de la disponibilidad de oxígeno disuelto, disminución del flujo de agua, degradación del hábitat de flora y fauna nativa, afectación de actividades recreativas y belleza del paisaje, impactos económicos, ambientales y sociales (Paul 2013). Debido a ello, en muchos casos se requiere del manejo de la vegetación de los humedales para mantener o mejorar su condición.

Los métodos de control de la vegetación en humedales más utilizados son el manual, mecánico, químico y biológico (o una mezcla de estos) (ver detalles en Tabla 1). Existen diversas técnicas de control manual y mecánico, incluyendo: corte manual, corte o extracción con herramientas, siega, pastoreo, cubrir para evitar la llegada de luz, arado (remover, rotar el suelo).

Tabla 1. Métodos de control de vegetación en humedales. Fuente: Elaboración propia en base a Paul (2013).

Método de control	**Usos recomendados**	**Consideraciones**
Manual	Es un método factible cuando se utiliza al inicio de la invasión, o cuando la densidad y/o extensión de la invasión se puede remover a mano	Minimiza los impactos sobre especies que no son el objetivo de manejo y los impactos ambientales en general
Mecánico	Remoción de grandes cantidades de plantas flotantes, natantes, arraigadas y de vida libre, o remoción de sustrato con plantas invasoras.	Requiere equipo y máquinas especializadas para el corte, recolección y remoción de vegetación. Es útil en casos que no se puede controlar el nivel del agua en el humedal.
Químico	Recomendado solo para casos muy específicos.	Se debe tener mucha precaución para no provocar contaminación del agua con los químicos usados.
Biológico	Recomendado solo para casos específicos cuando existe un conocimiento muy acabado de la especie a controlar y el agente biológico que se utiliza como controlador.	

Cultural	Se debería incorporar a todos los programas de manejo de la vegetación	Incluye acciones como disminución de la carga de nutrientes aguas arriba, manejo de las plantas invasoras a nivel de cuenca, programas de educación.

En el caso del manejo de especies vegetales invasoras, la mejor estrategia es la prevención, que se logra a través de su detección temprana, una respuesta rápida y una aproximación integrada al manejo de las especies que incluye, la comprensión de las características que la hacen un invasor exitoso (fenología, mecanismos de reproducción y dispersión), monitoreo y educación continua (Paul 2013).

Al momento de manejar plantas invasoras en humedales se deben tener las siguientes precauciones, que determinarán el método de control a escoger (Alliance for the Chesapeake Bay 2004):

- Riesgo de contaminación química del agua superficial y subterránea.
- Riesgo de perturbar el hábitat de la fauna nativa que vive en el humedal al remover la vegetación invasora.
- Riesgo de erosión y sedimentación del curso de agua al remover la vegetación.

Una regla general para contribuir a mantener la biodiversidad de estos ecosistemas es promover la existencia de dos tipos de hábitats diferentes dentro de los humedales: 1) superficies de aguas abiertas (espejos de agua) sin poblaciones de plantas acuáticas emergentes, pero con vegetación sumergida como fuente de alimento para las aves acuáticas; 2) poblaciones de vegetación palustre en aguas someras y zonas de borde de humedal, que sirven de refugio para aves (Cirujano 2004). Es difícil lograr el equilibrio de estos dos hábitats, sobre todo, si el humedal es rico en nutrientes que aumentan el crecimiento desenfrenado de las plantas palustres (Cirujano 2004), como es el caso del humedal Angachilla. Por otra parte, el ciclo de vida de las plantas macrófitas o acuáticas incluye que las flotantes y sumergidas al morir, por espacio o menos oxígeno, se van al fondo aumentando el sedimento. Esto hace que las plantas enraizadas vayan ganando terreno disminuyendo la superficie del espejo de agua.

En el Anexo 2 se describen características típicas de las plantas invasoras de humedales y recomendaciones generales para su manejo.

4.1 Revisión de experiencias de manejo de vegetación en humedales

Existen diversas experiencias de manejo de vegetación de humedales que se pueden usar como referencias para las actividades realizadas en el humedal Angachilla. Un resumen de las experiencias revisadas se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen experiencias de manejo de vegetación en humedales.

Humedal	**Problemática**	**Medidas manejo de la vegetación**	**Observaciones**	**Referencia**
Complejo laguna La Nava, España	Eutroficación por acumulación de biomasa de plantas helófitas	• Corta manual • Corta mecánica • Pastoreo con caballos • Retiro de sedimento	La corta manual y mecánica se realiza 1 vez al año al final del verano. Fundamental retirar toda la biomasa cortada del humedal.	Gattenlöhner et al. (2004)
Humedales urbanos de Bogotá	Control de especies acuáticas invasoras	• Entresacado manual (o con maquinaria liviana) periódico	Debe permitir la recuperación del espejo de agua y un flujo adecuado del agua. Extraer la red de raíces y rizomas. Alta demanda de mano de obra especializada.	Secretaría Distrital de Ambiente (2008)
Laguna de Sonso, Cali, Colombia	Invasión de la laguna con la planta acuática buchón (*Eichornia crassipes*)	• Control manual • Control mecánico con huinches, bandas transportadoras y trituradora. • Control con herbicidas orgánicos a base de ácido cítrico • Recientemente control mecánico con maquinaria especializada tipo anfibio	Máquina anfibia parece ser la solución más eficiente, dado el tamaño de la laguna y magnitud de la invasión. Invasividad de la planta se relaciona con los altos niveles de nitrógeno y disminución de la frecuencia de grandes inundaciones invernales que antiguamente arrastraban el buchón fuera de la laguna.	CVC (2007) Link video de máquina anfibia
Río Peconic, Estado de Nueva York, EEUU	Invasión del río con la planta acuática clavito de agua (*Ludwigia peploides*)	• Remoción manual desde 2006 • Control químico con herbicidas sistémicos y de contacto, autorizados para su uso en ambientes acuáticos.	Remoción manual ha sido importante para mantener acceso a áreas de recreación, pero no es efectiva por si sola. Requiere gran cantidad de mano de obra. El año 2022 se optó por control químico con herbicidas sistémicos, complementado con actividades de mantención a través de remoción manual.	Department of Environmental Conservation (2022)

Mexico	Invasión de lirio de agua (*Eichhornia crassipes*	• Controladores biológicos (neoquetino) que se alimentan y desarrollan su ciclo biológico en la planta. Controlan y reducen significativamente el peso de las plantas, haciendo más fácil y menos costosa su extracción • Extracción con maquinaria especializada	El controlador biológico (neoquetino) es específico para el lirio de agua, por lo que no es replicable para otras malezas acuáticas.	IMTA (2013)

En países como Colombia y México se ha realizado control mecánico con maquinaria especializada tipo anfibio, que facilita la labor de la extracción de plantas acuáticas. Estas máquinas pueden ser fijas o flotantes, y pueden colectar o destruir la vegetación (SEMARNAT, 2012).

4.2 Recomendaciones

- Generar un plan de trabajo de manejo de la vegetación para cada temporada (acordado entre todos los actores involucrados), donde se especifique la ubicación del lugar donde se realizará el trabajo y el área hacia donde se avanzará (ideal incluir un pequeño esquema o plano), las labores a realizar, estimación de la mano de obra requerida, especies que se extraerán, lugar de disposición de los restos vegetales, etc.
- Mantener un registro por escrito y con fotografías de las actividades de manejo de la vegetación, cada día que se realicen labores. Se recomienda registrar información sobre: fecha y horas de trabajo, ubicación de las actividades de manejo de la vegetación (incluir un pequeño esquema o mapa), especies y cantidad de plantas retiradas, lugar de disposición de las plantas, número de personas involucradas en las labores, tipo de labores realizadas, uso de herramientas, presencia de fauna nativa, etc. Esto servirá para evaluar el resultado de las actividades, conocer la cantidad de mano de obra requerida y planificar actividades futuras.

- Realizar un balance previo y posterior respecto a la superficie de plantas extraídas. Medir la superficie de plantas extraídas por semana (o mes), según la época del año, para cuantificar la efectividad de la extracción.
- Realizar estudios experimentales con diferentes métodos de corte o extracción de plantas, con evaluación semanal. Por ejemplo, se puede estudiar cómo varía el crecimiento de clavito de agua realizando cortes de tallo a diferentes alturas, sobre o bajo el límite del agua, teniendo la precaución de no generar grandes aportes de necromasa en el fondo del estero.
- Evaluar el cambio en la cobertura de la vegetación acuática del humedal, a través de imágenes satelitales (en Google Earth) de años anteriores, para cuantificar la superficie perdida del espejo de agua y cómo responde a las acciones de limpieza del humedal.
- Evaluar si el actual método de control manual de plantas acuáticas se podría complementar con algún método más eficiente, como el control mecánico.
- Es importante contar con información sobre la calidad de agua del humedal Angachilla en el sector donde se realizan las actividades de control de la vegetación, ya que la disponibilidad de nutrientes en el agua (principalmente nitrógeno y fósforo) influye en la capacidad de reproducción y vigorosidad de las plantas. Una alternativa sencilla es utilizar un kit básico de calidad de agua que permite medir pH, salinidad, coliformes, nitratos, cloruros, entre otros.
- En relación a lo anterior, la calidad de agua del humedal Angachilla depende de su calidad aguas arriba, que está determinada por las descargas de aguas lluvia y aguas servidas, entre otros factores. Por ello es importante desarrollar un trabajo a nivel de cuenca con los diversos actores involucrados, para regular la calidad del agua del humedal completo y así disminuir las condiciones de altas concentraciones de nutrientes que hacen favorables el crecimiento de plantas acuáticas invasoras.
- Antes de las actividades de remoción y corte de plantas, identificar claramente áreas de nidificación de aves y evitarlas, para no interferir con su ciclo reproductivo. Es importante monitorear las fechas de reproducción de las aves que viven y anidan en el humedal para no alterar su ciclo reproductivo.
- Al remover las plantas, retirar el sistema radicular completo y los rizomas, ya que las plantas acuáticas pueden rebrotar desde estas estructuras.
- Elegir un lugar alejado del humedal para disponer todos los restos de plantas retirados. Idealmente compostar estos restos de plantas.

5 BIBLIOGRAFÍA

Battin, T. J., Kaplan, L., Findlay, S., Hopkinson, E., Marti, E., Packman, A., Newbold, J y Sabater, F., (2008). Biophysical controls on organic carbon fluxes in fluvial networks. Nature Geosci. 1. 95-100.

Alliance for the Chesapeake Bay (2004) Citizen's Guide to the Control of Invasive Plants in Wetland and Riparian Areas. Disponible en: https://conservationtools-production.s3.amazonaws.com/library_item_files/534/529/deliverables-251-1-2005.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIQFJLILYGVDR4AMQ&Expires=1676323422&Signature=tx7yGYlH%2F3GFHyv9CctoUSEnnSU%3D

Cirujano, S. (2004) Gestión de plantas acuáticas. En: Gattenlöhner, M. Hammerl-Resch, S. Jantschke, Eds. (2004). Restauración de Humedales – Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros.

Comité Científico del Proyecto GEF-Invasoras (2017). Primer Reporte del Comité Científico del Proyecto GEF Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI" con respecto a los avances alcanzados de 2015 al primer trimestre de 2017. CDMX. Pp. 80.

CVC (2007) Plan de Manejo Ambiental Integral Humedal Laguna de Sonso Municipio de Guadalajara de Buga. Corporación Autónoma Regional del Valle Del Cauca Dirección Técnica Ambiental. Convenio 136 De 2005. Asociación de Usuarios para la Protección y Mejoramiento de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Yotoco y Mediacanoa ASOYOTOCO. Santiago de Cali, Febrero de 2007. Disponible en: https://ecopedia.cvc.gov.co/sites/default/files/archivosAdjuntos/informe_final_pmai_laguna_sonso_marzo_07.pdf

Department of Environmental Conservation (2022). Peconic *Ludwigia peploides* Control Project Five-Year Management Plan. New York State Department of Environmental Conservation, febrero 2022. Disponible en: https://www.dec.ny.gov/docs/lands_forests_pdf/peconicludwigiamanagementplan.pdf

IMTA - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2013). *Control biológico del lirio acuático en México: primera experiencia exitosa con neoquetinos en distritos de riego. volumen 1.*

Rodríguez, R. y B. Fica. 2020. Guía de Campo Plantas Vasculares Acuáticas en Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 216 pp.

DOH (Dirección de Obras hidráulicas) (2014). consultoría pm-36 actualización y ampliación cobertura plan maestro de aguas lluvias, Valdivia, XIV Región de Los Ríos. AC Ingenieros Consultores Ltda. Dirección de Obras Hidráulicas, Gobierno de Chile.

Fundación Centro de los Bosques Nativos FORECOS (2019). Levantamiento, sistematización y elaboración de informe técnico para la solicitud de declaración de santuario de la naturaleza, del sector denominado humedal Angachilla, comuna de Valdivia, Región de los Ríos. Informe Final Licitación 608897-9-LE19.

Gattenlöhner U, M. Hammerl-Resch, S. Jantschke, Eds. (2004). Restauración de Humedales – Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros.

Paul, S. (Ed). (2013). 'Workbook for managing urban wetlands in Australia'. 1st edn. (Sydney Olympic Park Authority), eBook disponible en www.sopa.nsw. gov.au/education/WETeBook/, ISBN 978-0-9874020-0-4.

San Martín, C.C. (1992) Flora, vegetación y dinámica vegetacional de la Laguna Santo Domingo (Valdivia, Chile). Tesis Magíster en Ciencias mención Botánica, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias.

Secretaría Distrital de Ambiente (2008) Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de Humedales En Centros Urbanos. Alcaldía Mayor de Bogotá

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2012). Informe Final "Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago". Elaborado por Fundación Gonzalo Río Arronte, para la Subcoordinación de Hidrobiología y Evaluación Ambiental, en el marco del programa de Recuperación Ambiental de la cuenca del lago Pátzcuaro.

UACh (Universidad Austral de Chile) (2019). Catastro de Humedales Urbanos de Valdivia. Informe Final. Municipalidad de Valdivia, Valdivia.

Urrutia J, P Sánchez, A Pauchard & E Hauenstein (2017). Flora acuática y palustre introducida en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 92 pp.

6 ANEXOS

Anexo 1. Criterios de sustentabilidad en humedales urbanos

Según el Reglamento de la Ley de Humedales Urbanos (21.202), se deben seguir los siguientes criterios en aquellos humedales urbanos reconocidos por el Ministerio del Medio Ambiente:

A. Criterios para resguardar las **características ecológicas** y el funcionamiento de los humedales urbanos:
    a. Conservación, protección y/o restauración de las *características ecológicas* del humedal: propender a la mantención y/o restauración, según corresponda, de los componentes abióticos y bióticos del humedal, su composición, estructura y funcionamiento.
    b. Mantención de la *conectividad biológica* de los humedales urbanos: evitar la fragmentación de hábitats, promoviendo acciones que permitan mantener y, cuando sea posible, mejorar la conectividad biológica en, y entre, humedales urbanos adyacentes.
    c. Mantención de la *superficie* de humedales urbanos. Se deberá propender a la mantención de la superficie de los humedales urbanos, y con ello evitar la pérdida o disminución de la provisión de los servicios ecosistémicos que dichos humedales entregan, contribuyendo al bienestar y calidad de vida de la sociedad.

B. Criterios mínimos que permiten mantener el **régimen hidrológico** superficial y subterráneo de los humedales urbanos:
    a. Mantención del *régimen y conectividad hidrológica* de los humedales urbanos: mantener su régimen hidrológico y balance hídrico. Mantener 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 dentro y entre humedales adyacentes, y entre el agua superficial y subterránea que lo constituye.
    b. Enfoque de *manejo integrado de recursos hídricos*: manejo integrado de los recursos hídricos superficiales y subterráneos como base para su conservación. Considerar que son parte de un sistema más amplio e interconectado hidrológicamente.

C. Criterios mínimos para el **uso racional** de los humedales urbanos:
    a. Enfoque de *desarrollo sustentable*: integrar las dimensiones sociales, económicas y ambientales. Evitar la degradación de los humedales urbanos, considerando el uso racional de estos ecosistemas
    b. Integración de los humedales urbanos como *infraestructura ecológica* de las ciudades: Los humedales urbanos constituyen elementos claves en el

funcionamiento y desarrollo de los sistemas urbanos contribuyendo al manejo de la escorrentía urbana, gestión sustentable de aguas lluvias, control de inundaciones, configuración del paisaje urbano, entre otros.

D. Criterios para la **gestión sustentable y gobernanza** de los humedales urbanos Articulo

   a. *Participación efectiva y gobernanza* para la conservación y protección de humedales urbanos: 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.

   b. *Gestión adaptativa y manejo activo* del humedal: el manejo de los humedales urbanos debe realizarse por medio de un enfoque adaptativo, abordando las amenazas que los afectan. Deben considerarse las prácticas culturales significativas que se desarrollan en estos ecosistemas, reduciendo las múltiples amenazas que éstos enfrentan y aumentando su capacidad de adaptación y mitigación al cambio climático.

   c. Educación ambiental, formación integral e investigación para la protección y conservación de humedales urbanos. Se deberán considerar estrategias de educación y comunicación para promover la conciencia pública sobre el valor de los humedales, fortalecer las prácticas y relaciones sociales y culturales que unen a las comunidades con estos ecosistemas, y fomentar cambios de comportamiento por parte de la sociedad en beneficio del cuidado de estos espacios.

Anexo 2. Principales características de plantas invasoras de humedales e implicancias para su manejo.

Característica	**Descripción**	**Consideraciones para su manejo**
Reproducción vegetativa	La planta se reproduce por rizomas (dispersión lateral) o a partir de pedazos de la planta. En muchas especies invasoras es el único método de reproducción (o el más común).	Al extraer las plantas se deben disponer de forma adecuada los restos vegetales, para evitar su propagación e invasión de nuevos sitios.
Semillación prolífica	Plantas que producen grandes cantidades de semillas pequeñas. Común en especies de los géneros Juncus, Cyperus y pastos.	Remover las plantas antes de que semillen. Evaluar si es necesario remover el sustrato si contiene altas densidades de semillas.
Altas tasas de reproducción	Común en plantas anuales	Minimizar las condiciones que favorecen el crecimiento de estas especies, como por ejemplo, el contenido de nutrientes del agua. Detección y remoción temprana.
Pequeños propágulos vegetativos	Son pequeños fragmentos de plantas y semillas que tienen diferentes mecanismos para dispersarse (ej. por el viento, agua y sobre aves)	Entender los patrones de viento, movimiento de la fauna y flujos de agua, para conocer y predecir el origen de los propágulos de plantas que pudieran causar futuras invasiones.
Dispersión por actividades humanas	Los propágulos de las plantas son introducidos o dispersados, a través de vehículos, en los zapatos, herramientas, etc.	