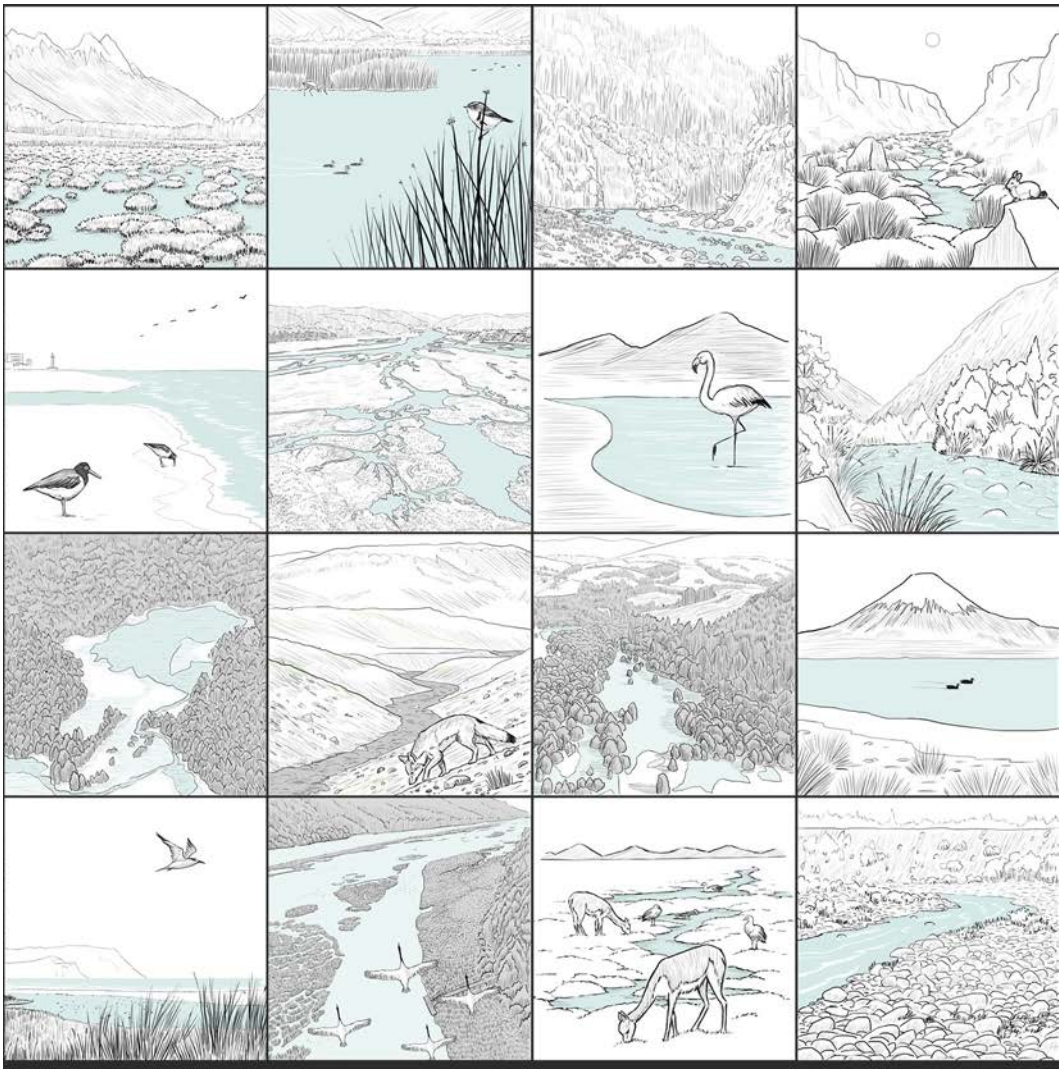
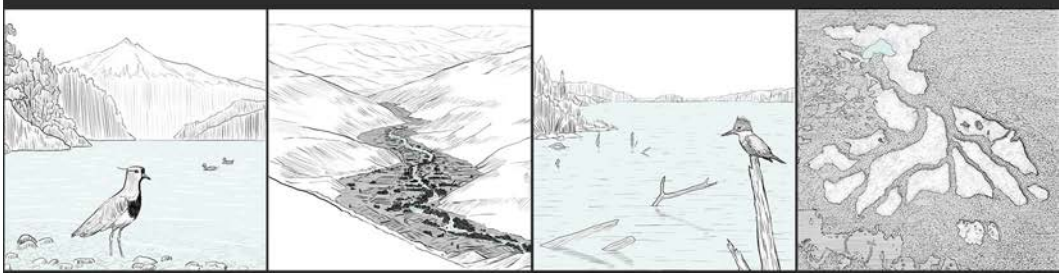


Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile



CRÉDITOS
Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile

Elaboración de contenidos
Pablo Norambuena V.
Cristina Orchard G.
Pablo Vernal H.
Camila Molina G.

Validación listado especies de flora indicadoras de humedales
Carlos Ramirez G.
Cristina San Martin P.

Edición
Jimena Ibarra C. Profesional Depto. Ecosistemas Acuáticos, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente.
Claudia Silva A. Coordinadora Nacional Proyecto GEF Humedales Costeros.
Lorena Flores T. Profesional Seremi del Medio Ambiente de Valparaíso.

Ilustraciones y portada
Vanessa Brown R.

Diseño y diagramación
Rodrigo Díaz A.

Fotografías
Todas las fotografías utilizadas son propiedad de EDÁFICA salvo en los casos que se indica otra autoría.

Agradecimientos
Amerindia Jaramillo A.
Revisores especies flora indicadora de humedales: Gloria Rojas Villegas y Francisco Javier Amigo Vázquez.

Proyecto GEF Humedales Costeros
Este material ha sido desarrollado como parte de las acciones del Proyecto GEF Humedales Costeros para mejorar el estado ecológico y de conservación de los ecosistemas costeros del Centro-Sur de Chile, a través de la promoción de un manejo sustentable. Incorporando y/o mejorando la gestión de humedales costeros, para su conservación y recuperación o mantención de los servicios ecosistémicos que proveen, reduciendo también las amenazas y presiones sobre los humedales costeros y su cuenca aportante que soportan las actividades humanas de importancia local.

Se autoriza la reproducción parcial de los contenidos de la presente publicación para los efectos de su utilización a título de cita o con fines de enseñanza e investigación, siempre citando la fuente correspondiente, título y autor.

Cita:
MMA – ONU Medio Ambiente, 2022. Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile. Elaborada mediante consultoría Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centrosur de Chile” por EDÁFICA Suelos y Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 200 p.

Ministerio del Medio Ambiente
Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”

Marzo 2022

Guía de Campo

Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile









ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN 9

I. USUARIOS DE LA GUÍA 11
II. INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTA GUÍA 12
III. USO DE LA GUÍA 13

2. TRABAJO DE GABINETE 16
2.1. IDENTIFICACIÓN DE HUMEDALES Y DELIMITACIÓN PRELIMINAR 17
2.1.1. REVISIÓN DE INVENTARIOS Y BASES DE DATOS EXISTENTES 17
2.1.2. IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN PRELIMINAR CON SENSORES REMOTOS 19
2.1.2.1. Fotointerpretación realizada por el usuario de imágenes satelitales 19
2.1.2.2. Identificación y delimitación mediante el procesamiento computacional de imágenes mediante algoritmos específicos 20
2.1.3. Generación de cartografía actualizada preliminar 22
2.2 TIPOS DE HUMEDALES PARA EFECTOS DE DELIMITACIÓN 24
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA ZONAS BIOGEOGRÁFICAS 26
2.4 DETERMINACIÓN DE LA CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES (CAN) 30
2.4.1. DEFINICIÓN Y UTILIDAD DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES 30
2.4.2. TIPOS DE EVIDENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAN 31
2.4.3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAN 32
2.4.3.1. Aplicación de CAN a la delimitación en el sitio 33
2.4.3.2. ¿Qué pasa cuando no se pueden determinar las CAN? 34

2.4.4. CASOS DONDE LA DETERMINACIÓN DE CAN NO ES APLICABLE 34
2.4.4.1. Humedales de límite costero y marismas 34
2.4.4.2. Humedales de ocurrencia cíclica 34
2.5. PREPARACIÓN DEL TRABAJO EN TERRENO 36
2.5.1. SELECCIÓN DE SITIOS DE EVALUACIÓN EN TERRENO O ÁREAS MUESTRALES 36
2.5.2. MATERIALES A UTILIZAR EN TERRENO 38

3. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES MEDIANTE EVALUACIÓN DE CRITERIOS EN TERRENO 39
3.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS 40
3.2. EVALUACIÓN DE LAS ÁREAS DE MUESTREO 41
3.2.1. EVALUACIÓN DEL PAISAJE Y RECONOCIMIENTO DEL ÁREA 41
Evaluación de la topografía 41
Observación de la vegetación 41
Identificación de situaciones atípicas 41
Identificación de zonas del humedal 42
3.3. IMPLEMENTACIÓN DE CRITERIOS PARA RECONOCIMIENTO Y DELIMITACIÓN DE HUMEDALES 44
3.3.1. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES EN FUNCIÓN DE LA HIDROLOGÍA 44
3.1.1.1. Proceso general de delimitación de humedales en función de la hidrología 44
3.1.1.2. Indicadores de hidrología en humedales 47
Grupo A - Observación de aguas superficiales o suelos saturados 47
Grupo B - Evidencia de inundación reciente 50
Grupo C - Evidencia de saturación del suelo actual o reciente 52
Grupo D - Evidencia de otras condiciones del lugar o datos 54
3.1.1.3. Interpretación de los indicadores de hidrología de humedales 55
3.3.2. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES EN FUNCIÓN DE LA VEGETACIÓN 57
3.3.2.1. Definición de Vegetación Hidrófita 57
2.3.2.2. Indicadores de vegetación hidrófita en humedales 57
3.3.2.3. Consideraciones para el proceso de delimitación 58
3.3.2.4. Proceso general de delimitación de humedales en función de la vegetación hidrófita 59

3.3.3. CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VEGETACIÓN HIDRÓFITA 63
3.3.4. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES EN FUNCIÓN DE SUELOS HÍDRICOS 64
3.3.4.1. Definición de suelos hídricos 64
3.3.4.2. Horizontes de diagnóstico del suelo 64
3.3.4.3. Indicadores de suelos hídricos 65
3.3.5. PROCEDIMIENTO 66
3.3.6. INDICADORES DE SUELO DE HUMEDALES 68
3.3.7. DELINEACIÓN CARTOGRÁFICA DE HUMEDALES URBANOS 69

4. ANEXOS 73
Anexo 1. Listado Referencial de Flora de Humedales de Chile 74
Anexo 2. Formulario de toma de datos 81
Anexo 3. Formulario de toma de datos criterio vegetación hidrófita 81
Anexo 4. Formulario de registro de indicadores de hidrología 83
Anexo 5. Formulario de registro de variables de suelo 84
Anexo 6. Matrices típicas de suelos hídricos 85

5. ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS 86
5.1. HIDROLOGÍA Y HUMEDALES 87
5.1.1. ROL E IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA EN RELACIÓN CON LOS HUMEDALES 87
5.1.2. TIPOS DE HUMEDALES EN RELACIÓN CON LA HIDROLOGÍA 88
5.1.3. CONSIDERACIONES RELEVANTES EN CUANTO A LA HIDROLOGÍA DE HUMEDALES 89
5.1.3.1. Grado de humedad de un humedal 91
5.1.3.2. Importancia de la “temporada de crecimiento” en la definición de la hidrología de humedales 93
5.1.3.3. Humedales y período de anaerobiosis y reducción 94
5.1.3.4. Humedales y ecotono 94
5.1.3.5. Humedales y hábitats ribereños 95
5.2. CLASIFICACIÓN DE LA FLORA HIDRÓFILA 96
5.2.1. HIDRÓFITAS O PLANTAS ACUÁTICAS 96
5.2.1.1. Flotantes arraigadas o natantes 96
5.2.1.2. Flotantes de vida libre 97
5.2.1.3. Sumergidas arraigadas 98
5.2.1.4. Sumergidas de vida libre 99
5.2.2. HELÓFITAS O PLANTAS PALUSTRES 99
5.2.2.1. Herbáceas glicófilas 100
5.2.2.2. Halófilas 100
5.2.2.3. Anfibias 101
5.2.2.4. Leñosas 102

5.2.3. HIGRÓFITAS 104
5.3. VEGETACIÓN TÍPICA DE HUMEDALES SEGÚN ZONA BIOGEOGRÁFICA 105
5.3.1. ZONA HIPERÁRIDA 105
5.3.1.1. Vegetación estuarina 105
5.3.1.2. Vegetación de los ríos del Norte Grande y Norte Chico 105
5.3.2. ZONA ÁRIDA ESTEPÁRICA DE ALTURA 106
5.3.2.1. Bofedal 107
5.3.2.2. Bofedal salino 107
5.3.2.3. Pajonal hídrico 107
5.3.2.4. Vega 108
5.3.2.5. Lagunas 108
5.3.3. ZONA ÁRIDA 109
5.3.3.1. Vegetación de humedales costeros 109
5.3.3.2. Vegetación ribereña 109
5.3.4. ZONA SEMIÁRIDA 110
5.3.4.1. Vegetación de cuerpos de agua 110
5.3.4.2. Vegetación de vegas y palustre 110
5.3.4.3. Bosques pantanosos de mirtáceas 111
5.3.5. ZONA SUBHÚMEDA 113
5.3.5.1. Vegetación de cuerpos de agua 113
5.3.5.2. Vegetación de vegas y palustre 113
5.3.6. ZONA HÚMEDA 114
5.3.7. ZONA HIPERHÚMEDA 115
5.3.7.1. Vegetación de cuerpos de agua 115
5.3.7.2. Vegetación de vegas y palustre 115
5.3.7.3. Bosques pantanosos de mirtáceas 115
5.3.7.4. Turberas 116
5.3.8. ZONA SEMIÁRIDA ESTEPÁRICA FRÍA 118
5.3.8.1. Vegetación asociada a cuerpos de agua 118
5.3.8.2. Turberas de Sphagnum y de pulvinadas 118
5.3.9. ZONA COSTERA 119
5.3.9.1. Bosques de macroalgas 119
5.3.9.2. Marismas 119
5.3.9.3. Praderas salobres 120
5.4. INDICADORES DE SUELOS HÍDRICOS 121
5.4.1. SUELO Y AGUA 121
5.4.2. REDUCCIÓN, TRANSLOCACIÓN Y ACUMULACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO 125
5.4.2. MATERIALES ORGÁNICOS 125
5.4.4. MATERIA ORGÁNICA ESTRATIFICADA 126
5.4.5. MATRIZ DE COLORES GLEY 127
5.4.6. MATRIZ DE SUELO REDUCIDA 128
5.4.7. CONCENTRACIONES REDOX 129
5.4.8. ALGUNOS SUELOS DE HUMEDALES DE CHILE 130

6. CASOS DE ESTUDIO 131
6.1. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, ALTOANDINO, VEGA SALINA. JACHUCOPOSA, SALAR DE COPOSA, TARAPACÁ 133
6.2. HUMEDAL MARINO COSTERO, ESTUARINO, INTERMAREAL. DESEMBOCADURA DEL RÍO ELQUI, LA SERENA 140
6.3. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, HUMEDAL DE BATUCO, LAMPA 147
6.4. HUMEDAL MARINO Y COSTERO, ESTUARINO, INTERMAREAL, HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO RAPEL, LA BOCA, COMUNA DE NAVIDAD 153
6.5. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, PAICAVÍ, CONCEPCIÓN, REGIÓN DEL BIOBÍO 159
6.6. HUMEDAL PALUSTRE BOSCOSO, PITRANTO DE TRUMAO, LA UNIÓN 165
6.7. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE. HUMEDAL DE TRES PUENTES, PUNTA ARENAS 176

7. REFERENCIAS 183

8. GLOSARIO 191

9. ÍNDICE ALFABÉTICO 194

1. PRESENTACIÓN

Los humedales cumplen importantes funciones que resultan en servicios ambientales en beneficio para el ser humano, entre las que destacan: 1) Servir de hábitat, ya que brindan refugio para una gran variedad de fauna acuática, terrestre y de aves, 2) Provisión de agua y productos que sirven como materia prima para construcción, recursos alimenticios, medicinales y ornamentales, todos éstos, resultado de los procesos químicos y biológicos de los humedales, 3) Belleza escénica y aporte recreativo y educacional son funciones culturales de los humedales, 4) Regular procesos ecológicos esenciales para la vida, ejemplo de ello son los ciclos hidrológicos y de carbono y 5) Regulación de áreas de riesgos naturales, como inundaciones, eventos aluvionales, y área de amortiguación de tsunamis.

Sin embargo, los humedales en Chile están sujetos a diversas amenazas, principalmente generadas por actividades antropogénicas, como el cambio de uso de suelo, la degradación, la tala excesiva y la contaminación. Entre los cambios de uso del suelo destaca, la transformación de humedales a praderas para la producción agropecuaria y el relleno de humedales para la construcción de viviendas, centros comerciales o infraestructura turística.

Para avanzar en la protección de estos ecosistemas, Chile cuenta hoy con la Ley de Protección de Humedales Urbanos (Ley N°21.202), que tiene por objeto proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo, entendiendo por tales, en concordancia con la definición de la Convención de Ramsar, “todas aquellas extensiones de marismas,

pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano".

En este contexto, la "Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile" viene a cumplir con la obligación establecida al Ministerio del Medio Ambiente a través del Reglamento de la Ley de Humedales Urbanos N°21.202 (Decreto N°15 del 24 de noviembre 2020), en específico su artículo 20, mediante el cual se establece que, "el Ministerio del Medio Ambiente elaborará una guía metodológica que oriente técnicamente la delimitación y caracterización de humedales urbanos en base a los criterios definidos en el Artículo 8".

A través de esta guía se entregan herramientas para el proceso de delimitación de humedales en el contexto de solicitudes de reconocimiento de Humedal Urbano por parte de Municipios y los procesos de declaración de oficio del Ministerio del Medio Ambiente, acorde a lo establecido en el reglamento de la Ley, sustentando la representación cartográfica del área objeto de la solicitud bajo los criterios de régimen hidrológico, vegetación hidrófita y/o suelos hídricos, detallado en el Artículo 8 del citado reglamento.

I. USUARIOS DE LA GUÍA

Dado que el reglamento asociado a la Ley N°21.202, establece que los humedales urbanos deben ser declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo, y que "la solicitud de reconocimiento de Humedal Urbano por parte de uno o más municipios se deberá presentar mediante oficio dirigido al Ministro (a) del Medio Ambiente, debidamente firmada por el (la) Alcalde(sa) del municipio solicitante", esta guía está dirigida a **profesionales de municipios** o contratados por el municipio para tales fines, así como para profesionales de las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente a nivel nacional, u otros profesionales competentes de servicios públicos ligados a proyectos de conservación y gestión de humedales y ordenamiento territorial.

Sin embargo, al ser la delimitación de humedales un proceso científico de observación, recolección y sistematización de información como evidencia para tales fines, en la práctica esta guía puede ser aplicada por cualquier interesado que cuente con la preparación adecuada provenientes de organizaciones científicas, el sector académico o la sociedad civil.

II. INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTA GUÍA

La información contenida en esta guía se refiere principalmente a la descripción y sustento técnico del levantamiento en terreno de los indicadores de hidrología, vegetación y suelos de los humedales urbanos. Esta información es contextualizada a zonas biogeográficas dentro del país de manera de facilitar y guiar en detalle el proceso de delimitación (Figura 1).



Figura 1. Información contenida en la guía.

III. USO DE LA GUÍA

A modo de facilitar la delimitación de humedales urbanos, y sólo para fines prácticos, esta guía propone la evaluación secuencial de los 3 criterios de delimitación establecidos en el artículo 8° del Reglamento de la Ley de Humedales Urbanos (Decreto N° 15/2020). En este sentido, la existencia de al menos uno de estos criterios, es suficiente para determinar la existencia de un humedal y su correcta delimitación.

Para que un humedal pueda ser reconocido como Humedal Urbano, junto con identificar los límites del ecosistema a partir de al menos uno de los tres criterios de delimitación, es requisito que al menos una porción del humedal se encuentre dentro del límite urbano (artículo 1° Ley N°21.202). Dado lo cual resulta clave dentro de la delimitación verificar la existencia de un límite urbano asociado al humedal. Para el establecimiento del límite urbano, se debe considerar artículo 2° del Reglamento de la Ley, letra l) Límite urbano: línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal.

Acorde a la Figura 2, se incluye en el procedimiento: 1) la descripción del trabajo previo en gabinete de delimitación a partir de información preexistente y procesamiento de información de sensores remotos; 2) una fase de campo, para la aplicación en terreno de los criterios que definen un humedal; y 3) una fase posterior para el desarrollo de la cartografía de los límites del humedal estudiado. Además la guía considera capítulos anexos con fichas de apoyo para el levantamiento de información en terreno y una sección de antecedentes complementarios.

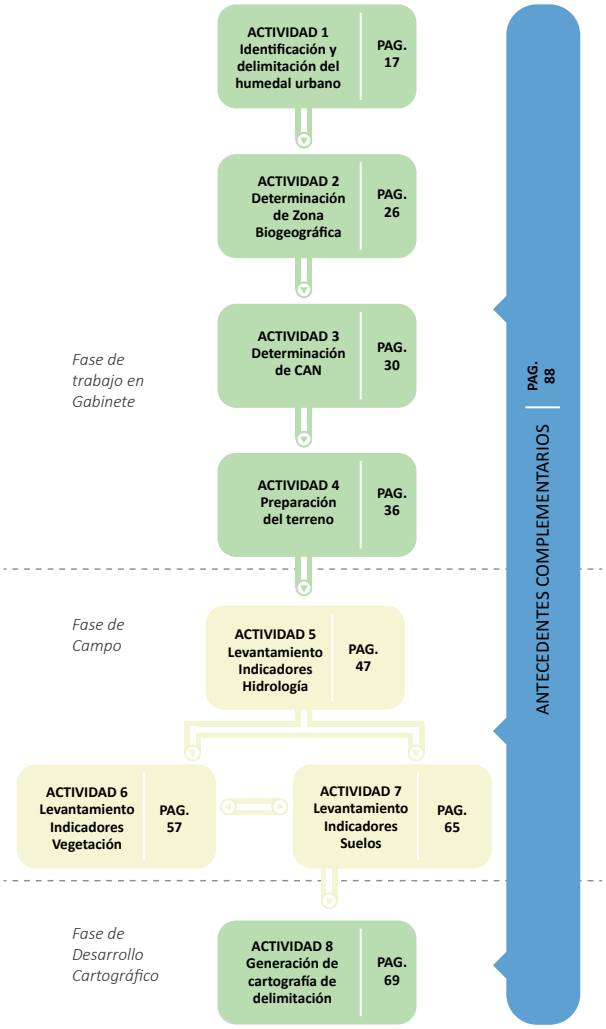


Figura 2. Descripción general uso de la guía.

Dado que la guía corresponde a un instrumento que tiene por objeto apoyar la delimitación de humedales urbanos en el contexto de la Ley N°21.202 y su reglamento, se debe considerar en la construcción de cartografía para la delimitación de humedales urbanos, la existencia de factores urbanísticos que pueden estar alterando los humedales, y cuyas modificaciones pueden ser permanentes o transitorias, dependiendo de la naturaleza de la intervención y su magnitud.

La Ley N°21.202, define humedal urbano como “todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano”, dado lo cual resulta requisito para estos humedales, identificar desde la etapa de delimitación de gabinete, la existencia de un límite urbano asociado a alguna porción del territorio del humedal a ser solicitada su declaración, y para efecto de su delimitación, el considerar la identificación del ecosistema en su totalidad, indistintamente de su superficie.







TRABAJO DE GABINETE



2.1. IDENTIFICACIÓN DE HUMEDALES URBANO Y DELIMITACIÓN EN GABINETE

La identificación de humedales con sus límites en gabinete considera 3 pasos:

Paso 1. Revisión de inventarios y bases de datos existentes.
Paso 2. Identificación con sensores remotos (acorde a disponibilidad).
Paso 3. Generación de cartografía actualizada (previa al terreno).

Cada uno de estos pasos, así como las principales consideraciones para su aplicación, se encuentran en los acápites siguientes.

2.1.1. REVISIÓN DE INVENTARIOS Y BASES DE DATOS EXISTENTES

Para la revisión de inventarios y bases de datos existentes, se debe recopilar información cartográfica disponible y levantada previamente respecto a los humedales por instituciones públicas, universidades, centros de investigación, privados, entre otros. Para ello, se proponen las siguientes actividades:

- Caracterización de fuentes de información, incluyendo los siguientes datos: año del levantamiento de la data espacialmente explícita, resolución espacial y temporal.
- Análisis de la cobertura y calidad de la información existente.

El proceso se encuentra descrito en la Figura 3.

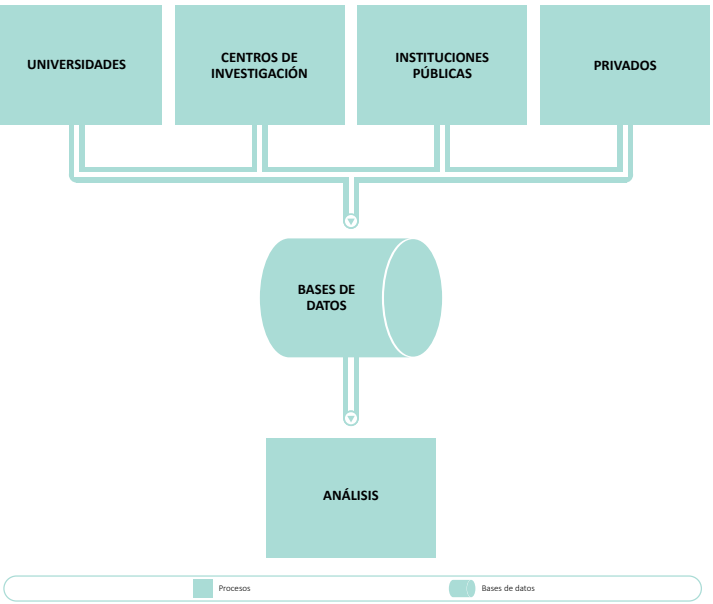


Figura 3. Proceso de levantamiento de información cartográfica disponible para humedales.

Fuentes mínimas para el levantamiento de esta información se consideran:

- Catastro nacional de humedales del Ministerio del Medio Ambiente, disponible en https://humedaleschile.mma.gob.cl/
- Coberturas de uso de suelo del catastro de uso de suelo de CONAF, disponible en http://sit.conaf.cl/
- Coberturas de estudios agrológicos de CIREN , disponible en https://www.ciren.cl/
- Coberturas límites urbanos, disponibles en https://www.ide.cl/

Para muchos procesos de delimitación es suficiente con la cartografía ya existente en las bases de datos disponibles. Por ejemplo, la utilización de la información cartográfica contenida en el inventario nacional de humedales, dado que para la construcción de dicha cartografía se utilizaron como base las coberturas de uso de suelo de CONAF y la identificación de suelo hídrico de CIREN, así como la delimitación a través de técnicas remotas de teledetección que incluyen el

procesamiento computacional de imágenes mediante algoritmos específicos. En este sentido, antes de pasar a los pasos siguientes para la identificación y delimitación de humedales, es necesario evaluar la necesidad y pertinencia de llevarlas a cabo considerando las bases de datos existentes.

2.1.2. IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN CON SENSORES REMOTOS

Este paso es necesario llevarlo a cabo únicamente si el paso anterior no presenta información suficiente para la identificación y delimitación.

Para la identificación de humedales mediante sensores remotos, se recopilan y procesan imágenes satelitales o aéreas, para lo cual existen diversas fuentes de acceso gratuitas que permiten la identificación de humedales y, mediante procesamiento de fotointerpretación realizada por el usuario o mediante software, se identifican los límites que serán confirmados y ajustados en el trabajo de campo aplicando en el terreno los criterios de hidrología, vegetación y suelos.

Como se desprende del párrafo anterior, existen dos tipos de identificación y delimitación con sensores remotos: una primera más sencilla mediante fotointerpretación realizada por el usuario de imágenes satelitales; y una segunda, mediante el procesamiento computacional de imágenes a través de algoritmos específicos. Éstas se describen a continuación.

2.1.2.1. Fotointerpretación realizada por el usuario de imágenes satelitales

La fotointerpretación realizada por el usuario de imágenes satelitales es la más sencilla de las herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica) para la identificación y delimitación. Entre los aspectos visuales a considerar para la delimitación de gabinete del humedal se consideran los siguientes tres aspectos:

- Presencia de agua en superficie.
- Presencia de suelo saturado.
- Presencia de vegetación hidrófita.

Si bien existen múltiples herramientas para llevar a cabo este proceso, es suficiente con el uso de software Google Earth o similar, los que

presentan imágenes de satélite gratuitas y permiten la delineación de polígonos por el usuario de manera sencilla. Algunos ejemplos de la identificación y delimitación con estas herramientas se presentan en la sección 6. Casos de Estudio.

En la Figura 4 se encuentra un ejemplo de identificación y delimitación de humedales mediante fotointerpretación. En el ejemplo, el indicador visible de suelo saturado es utilizado para inferir las diferencias vegetacionales correspondientes a humedal. Posteriormente se ha delineado un polígono con la herramienta polígono de Google Earth.



Figura 4. Ejemplo de identificación y delimitación preliminar de un humedal donde se observa suelo saturado en praderas y continuidad con vegetación hidrófita (bosque pantanoso y vegetación palustre). Fuente: fotointerpretación propia con software Google Earth e imágenes de Maxar Technologies (2021).

Otra herramienta interesante de Google Earth para estos efectos es la línea de tiempo de imágenes, donde pueden ser visualizadas imágenes satelitales previas del mismo sitio y, en algunos casos, visualizar imágenes en diferentes épocas del año.

2.1.2.2. Identificación y delimitación mediante el procesamiento computacional de imágenes mediante algoritmos específicos

Una segunda opción para la identificación y delimitación de humedales mediante sensores remotos es la implementación de procesamiento

computacional de imágenes mediante algoritmos específicos. Ésta presenta opciones diversas para la identificación y delimitación temporales (por ejemplo, el análisis de ventanas temporales) y en relación con el tipo de sensor (por ejemplo, multiespectral) y, además, permite el análisis rápido de mayores flujos de información, permitiendo abarcar áreas significativamente mayores. Sin embargo, al mismo tiempo requiere para su aplicación de profesionales formados en SIG y, en ciertos casos, en programación de algoritmos en lenguajes asociados a SIG (generalmente Phyton).

Para la identificación y delimitación con estas herramientas se proponen las actividades generales del siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Actividades y tareas identificación y delimitación mediante el procesamiento computacional de imágenes mediante algoritmos específicos.

Actividades	Tareas
Desarrollo de descripción metodológica para la identificación y delimitación en gabinete de humedales.	· Revisión bibliográfica metodologías. · Definición de atributos base de datos (año del levantamiento de la data espacialmente explícita, resolución espacial y temporal, entre otros) · Caracterización detallada de las fuentes de información (satélites) en función de atributos definidos. · Generación geodatabase con toda la información recopilada.
Recopilación y procesamiento de imágenes RGB (de acceso gratuito) y otros insumos cartográficos necesarios para identificar humedales y sus límites.	· Recopilación de información histórica de imágenes satelitales RGB disponibles. · Interpretación patrones históricos de drenaje y vegetación. · Recopilación de modelos de elevación digital. · Recopilación de otra información o aproximaciones cartográficas relevantes. · Construcción y base de datos. · Procesamiento · Generación de cartografía de límites

En la Figura 5 se encuentra un ejemplo en el que se han identificado y delimitado humedales utilizando imágenes multiespectrales provistas por Sentinel-2 y procesadas por algoritmos NDVI[1] en QGIS.

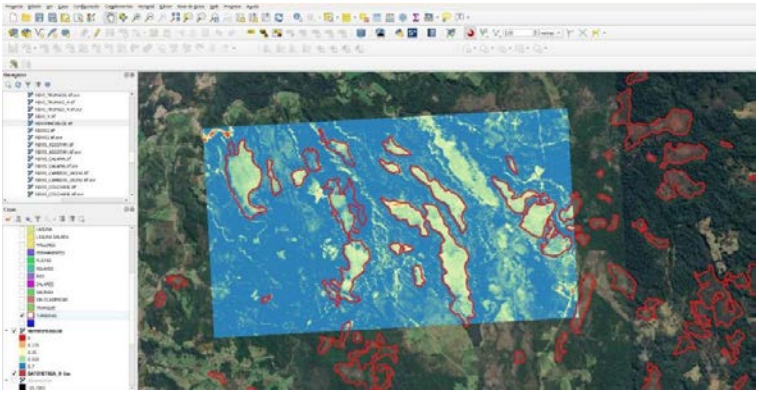


Figura 5. Identificación de humedales mediante NDVI con imagen multiespectral proporcionada por Sentinel-2. Fuente: elaboración propia.

En la sección casos de estudio, específicamente en el caso 5.6 Humedal Palustre Boscoso, Pitranto de Trumao, La Unión, se presenta una imagen satelital lograda con algoritmos programados en Phyton en la plataforma Google Earth Engine[2], con imágenes proporcionadas por el Satélite Sentinel-2.

2.1.3. GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA ACTUALIZADA

Finalmente, independientemente de la metodología utilizada, es necesario desarrollar cartografía de la identificación y delimitación del humedal en estudio. Cabe señalar que la cartografía debe ser lo suficientemente clara, la cual podrá servir de referencia en el caso que así se requiera para el desarrollo de los terrenos asociados al levantamiento de los criterios de hidrología, vegetación hidrófita y suelos hídricos.

De todos modos, y dado que no necesariamente serán las mismas personas quienes desarrollarán la etapa de identificación remota

[1] El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) es un índice usado para estimar la actividad fotosintética de la vegetación con base en la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación refleja o deja de reflejar cuando realiza fotosíntesis.

[2] https://earthengine.google.com

y la delimitación en el terreno, se deberá acompañar la cartografía obtenida con la descripción detallada y justificación de la metodología utilizada para realizar la identificación y delimitación, en especial para aquellos casos donde la metodología no se encuentra respaldada.

Para el desarrollo de la cartografía puede utilizarse cualquier software SIG (por ejemplo: QGIS, ArcGis, Google Earth), si bien es recomendable que la cartografía esté como máximo en escala 1:50.000 y se encuentre en formato adecuado para su distribución y revisión por terceros en formato .shp o .kmz.

Finalmente, esta cartografía podrá ser utilizada como mapa borrador en la etapa de evaluación de criterios en terreno (Sección 3).

2.2. TIPOS DE HUMEDALES PARA EFECTOS DE DELIMITACIÓN

Los tipos de humedales, para efectos de la delimitación, se pueden definir en función de la hidrología[3] y corresponden a:

a. Humedal en depresión de aguas superficiales. Se forman por el escurrimiento superficial o como sumideros terminales para arroyos.
b. Humedal en pendiente de agua superficial. Se forma por flujos superficiales. Cuando estos flujos ocurren en canales, se pueden desarrollar zonas ribereñas.
c. Humedal en depresión de aguas subterráneas. Se forman en cuencas que interceptan el nivel freático regional o local.
d. Humedal en pendiente de aguas subterráneas. Se forma donde el agua subterránea se descarga en una discontinuidad geológica o una pendiente, y se forman prados húmedos o pantanos.

Estos tipos de humedales se encuentran representados gráficamente en la Figura 6.

[3] Existen varios tipos de definiciones de humedales, sólo se propone esta clasificación para fines prácticos de preparación del terreno para el levantamiento de indicadores de hidrología, vegetación y suelo.

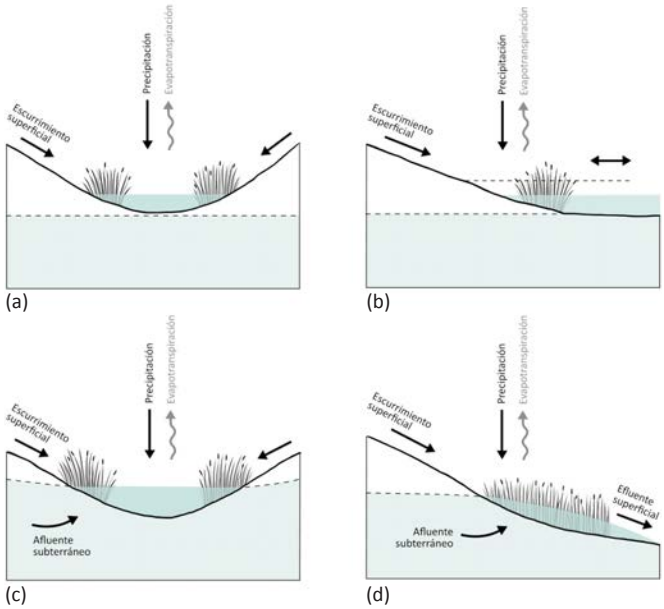


Figura 6. Tipos de humedales hidrológicos según Novitzki (1982): a) humedal en depresión de aguas superficiales, (b) humedal en pendiente de agua superficial, (c) humedal en depresión de aguas subterráneas y (d) humedal en pendiente de aguas subterráneas. (Cooper y Merritt, 2012; dibujo de Joyce VanDeWater).

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LA ZONAS BIOGEOGRÁFICAS

Considerando las variadas condiciones geográficas y climáticas de Chile, es clave considerar como paso inicial para el levantamiento de información en terreno la identificación de la zona biogeográfica en la cual se encuentra el humedal urbano en evaluación, dado que esto determinará los indicadores a ser considerados al evaluar cada criterio.

Se ha considerado como una clasificación acorde para el contexto de los humedales de Chile, la clasificación de regímenes hídricos propuesta por Santibañez *et al.* (2008).

El régimen hídrico evoluciona desde una condición desértica de Copiapó al norte, hasta una hiperhúmeda en el extremo sur. Junto con el gradiente pluviométrico latitudinal, se produce un gradiente de evapotranspiración que evoluciona en sentido inverso; es decir, mientras la pluviometría crece hacia el sur, la evapotranspiración declina, lo que contribuye a acentuar aún más la evolución de los regímenes de humedad. El criterio de las Naciones Unidas para la tipificación de los regímenes de humedad considera el cuociente anual de precipitación (pp) y evapotranspiración potencial (ETP), según la escala siguiente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Criterio de las Naciones Unidas para la tipificación de los regímenes de humedad. (Hassan y Dregne, 1997)

pp/ETP	Régimen
<0,05	Hiper-árido
0,05 – <0,20	Árido
0,20 – <0,50	Semiárido
0,50 – <0,65	Subhúmedo seco
0,65 – 1	Subhúmedo húmedo
>1	Húmedo

La aplicación de este criterio define las siguientes zonas en Chile (Cuadro 3):

Cuadro 3. Zonas biogeográficas según clasificación de regímenes hídricos (Santibañez *et al.* 2008).

Zona	Extensión geográfica
Hiperárida desértica	Arica a Coquimbo
Árida estepárica fría de altura	Altiplano o Puna de Atacama
Árida	Coquimbo a Aconcagua
Semiárida	Aconcagua a Región del Maule
Subhúmeda	Región del Maule al Biobío
Húmeda	Del Biobío al Toltén
Hiperhúmeda	Del Toltén al Sur
Semiárida estepárica fría	Regiones orientales de Aysén y Magallanes (Tierra del Fuego)

En las Figuras 7 y 8 se presenta la distribución de las zonas biogeográficas junto a una ilustración de los tipos de humedales presentes en el territorio de Chile continental.

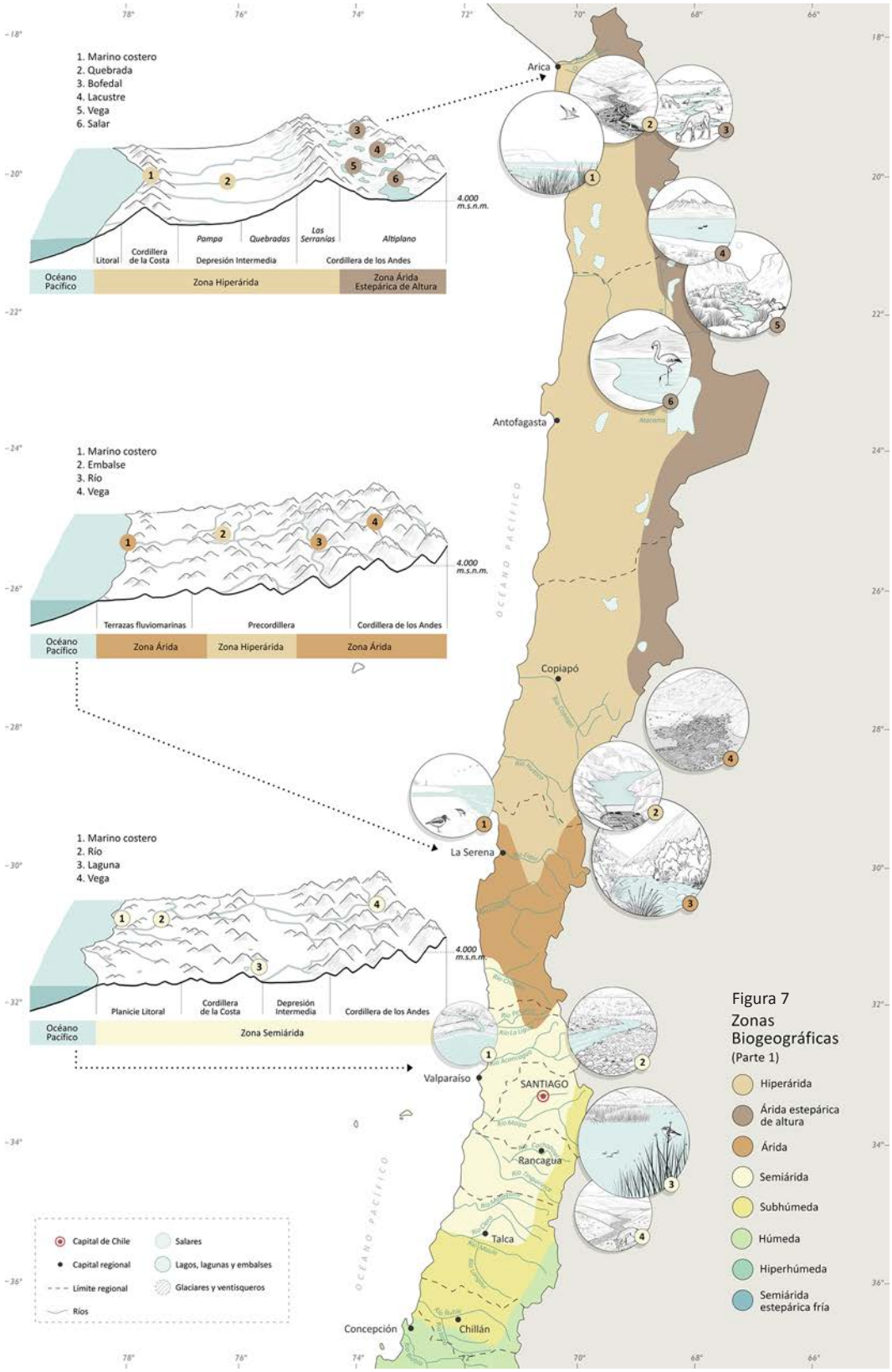


Figura 7
Zonas Biogeográficas
(Parte 1)

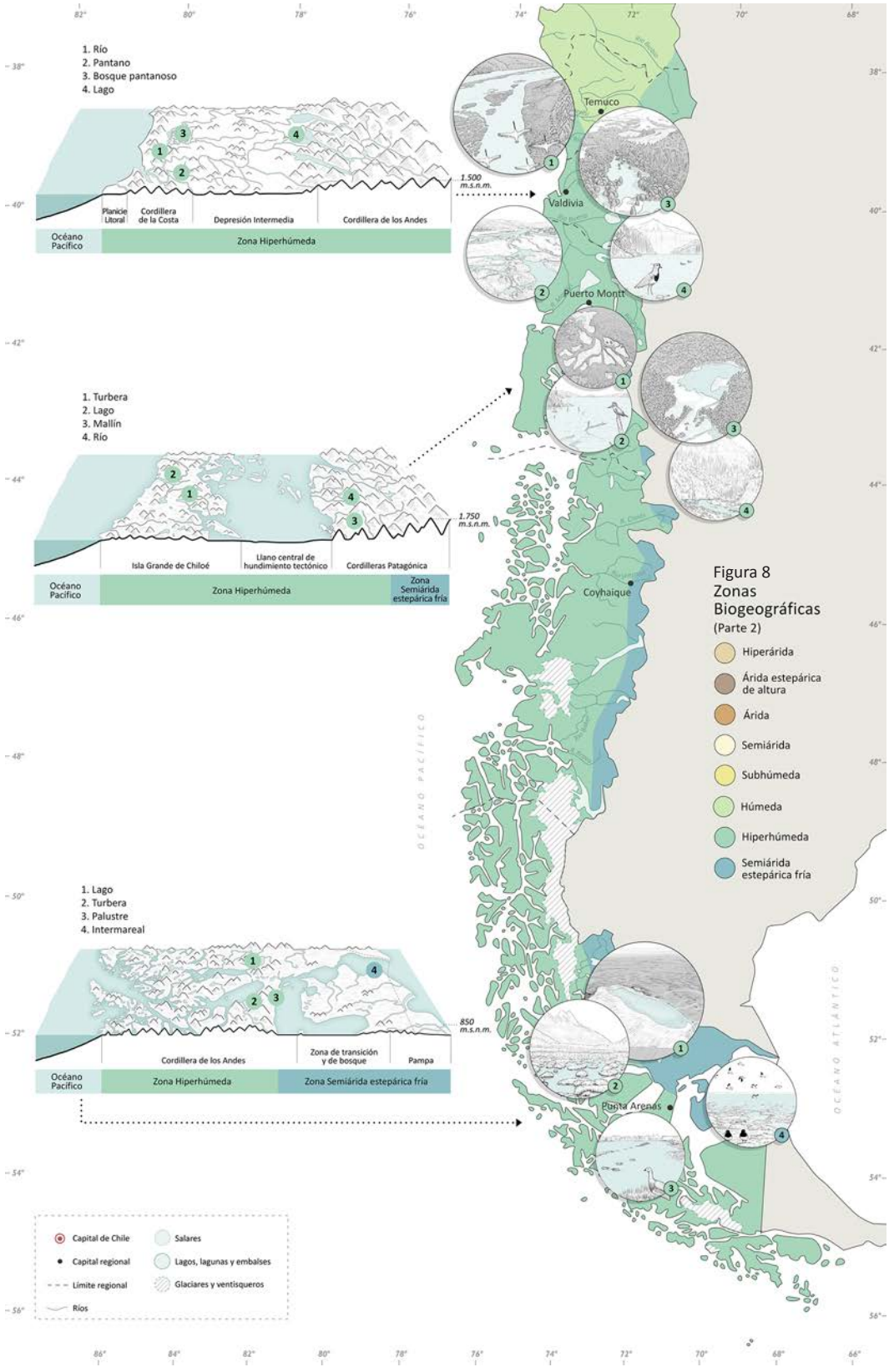


Figura 8
Zonas Biogeográficas
(Parte 2)

2.4. DETERMINACIÓN DE LA CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES (CAN)

2.4.1. DEFINICIÓN Y UTILIDAD DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES

En hidrología de humedales, las condiciones ambientales normales (CAN) se producen cuando la inundación, la saturación superficial y el nivel freático alto están en niveles umbrales en el límite del humedal, pero no en las zonas no húmedas adyacentes. Durante las CAN, la hidrología de humedales existe dentro del límite del humedal (Tiner, 2017). En otras palabras, las CAN se producen cuando se encuentra la mayor cobertura hídrica formadora de humedales, es decir, que persiste por al menos 14 días continuos.

Es importante aclarar que generalmente la inundación, la saturación superficial y el nivel freático alto en CAN no necesariamente coinciden con la mayor o con la menor extensión de estos parámetros. Por otro lado, la determinación de las CAN está orientada a establecer la ventana temporal en que estas se producen para, posteriormente, utilizar esa información en el proceso de delimitación propiamente tal.

La determinación del periodo de tiempo en el que se presentan las CAN es útil para la determinación de los límites del humedal urbano con los indicadores directos de hidrología de humedales que corresponden a:

- Agua superficial.
- Nivel freático alto.
- Suelo saturado.

2.4.2. TIPOS DE EVIDENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAN

En general, los humedales responden a las precipitaciones, el flujo de corriente, el nivel de las aguas subterráneas, la escorrentía superficial o las combinaciones de estos factores (Tiner, 2017). Sin embargo, de acuerdo con el tipo de humedal existen factores de formación predominantes los que están asociados a diferentes evidencias útiles para la determinación del periodo en el que se presentan las CAN. Esta información se encuentra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Evidencia útil (mas no exclusiva) para la determinación de las CAN por tipo de humedal y de acuerdo con factores de formación predominantes.

Tipos de humedal	Factor predominante de formación	Evidencia útil para la determinación de CAN
Humedal en depresión de aguas superficiales.	Escurrimiento superficial o como sumideros terminales para arroyos.	Datos de estaciones fluviométricas.
Humedal en pendiente de agua superficial.	Flujos superficiales.	Datos de estaciones pluviométricas. Datos de estaciones fluviométricas.
Humedal en depresión de aguas subterráneas.	Se forman en cuencas que interceptan el nivel freático regional o local.	Nivel freático o de pozos noria.
Humedal en pendiente de aguas subterráneas.	Descarga de agua subterránea en una discontinuidad geológica o una pendiente, donde se forman prados húmedos o pantanos.	Nivel freático o de pozos noria.

2.4.3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAN

Un análisis de CAN requiere que se recopilen y analicen datos de hidrología con validez estadística. Los datos deben estar correlacionados con los parámetros de cantidad de agua que realmente afectan a las condiciones hídricas en el humedal objeto de estudio (Tiner, 2017). Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Determinar, en función del tipo de humedal cuál es la evidencia útil para la determinación de CAN.
Paso 2. Determinar si la evidencia útil se encuentra disponible y reunirla.
Paso 3. Realizar un análisis estadístico que permita establecer el periodo de tiempo en que probabilísticamente se presentan las CAN.

Para el Paso 1 se puede utilizar de referencia la información contenida en el Cuadro 4.

Para el Paso 2 es posible consultar la información disponible en el sitio del **Sistema Nacional de Información del Agua (SNIA) o Banco Nacional de Aguas (DGA)**[4], el cual contiene los siguientes reportes útiles para la determinación de CAN:

· Reportes fluviométricos: caudales medios diarios.
· Reportes meteorológicos: precipitaciones diarias.
· Reportes de pozos: niveles estáticos (mensuales).

En este paso se debe determinar si se encuentra información relevante para la determinación de las CAN para el humedal específico. Es importante recalcar que no son extrapolables reportes que no correspondan a una zona específica del humedal en el caso de reportes de pozos, reportes a nivel de subcuencas vecinas en el caso de reportes fluviométricos (estaciones fluviométricas) y a nivel de unidad meteorológica homogénea en el caso de reportes meteorológicos (estaciones meteorológicas).

Posteriormente es necesario ordenar la información de las estaciones correspondientes como mínimo de los últimos 5 años. En el Cuadro 5

[4] Las direcciones del sitio web son: https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes https://dga.mop.gob.cl/servicioshidrometeorologicos/Paginas/default.aspx

se presenta un ejemplo parcial de una base de datos que contiene la información diaria de una estación fluviométrica desde 2013 a 2020, la que corresponde a la estación Río Bueno del Río Bueno en la Región de Los Rios. Para reportes meteorológicos o de nivel de pozos es posible realizar algo similar, siempre y cuando la información se encuentre disponible.

Cuadro 5. Ejemplo orden de información de reportes fluviométricos, para los primeros 10 días del año 2013.

Fecha	Caudal medio diario (m3/s)	AÑO	MES
01-01-2013	436,00	2013	1
02-01-2013	431,00	2013	1
03-01-2013	424,00	2013	1
04-01-2013	417,00	2013	1
05-01-2013	408,00	2013	1
06-01-2013	400,00	2013	1
07-01-2013	415,00	2013	1
08-01-2013	406,00	2013	1
09-01-2013	399,00	2013	1
10-01-2013	392,00	2013	1

Fuente: elaboración propia con datos de DGA.

Para el Paso 3 es recomendable trabajar con la aproximación a las medias mensuales, de manera de determinar el mes en que las CAN se presentan, lo que implica en la práctica cuándo se presenta el mes con los mayores registros medidos a través de la media, junto con una estimación de la estabilidad de este grado de humedad dado por la desviación estándar. Un ejemplo de la aplicación de la metodología se encuentra en la sección Casos de estudio, específicamente en el caso 6.6 Humedal Palustre Boscoso, Pitranto de Trumao, La Unión.

2.4.3.1. Aplicación de CAN a la delimitación en el sitio

Una vez determinado el periodo o meses en el que se presentan las CAN, el proceso de delimitación de humedales urbanos en el sitio resulta considerablemente más fácil, si la visita al sitio se realiza en el periodo ya definido de CAN, puesto que los indicadores directos de hidrología constituyen en la práctica el límite del humedal.

2.4.3.2. ¿Qué pasa cuando no se pueden determinar las CAN?

La determinación de CAN es útil para llevar a cabo la delimitación de un humedal mediante los indicadores directos de hidrología, en una visita al sitio durante la ventana temporal en que las CAN están presentes. Las CAN no son útiles cuando se presentan las siguientes dos situaciones:

- Cuando no es posible determinar las CAN.
- Cuando no es posible realizar la visita al sitio en la ventana temporal en que se presentan las CAN.

En ambos casos, el proceso de delimitación en el sitio, debe complementarse con la observación en terreno de los indicadores indirectos de hidrología, de vegetación o de suelos hídricos.

2.4.4. CASOS DONDE LA DETERMINACIÓN DE CAN NO ES APLICABLE

2.4.4.1. Humedales de límite costero y marismas

Para el caso específico de humedales de límite costero y marismas no se consideran relevantes las CAN, puesto que se utiliza como indicador para la delimitación, el nivel del agua a pleamar.

2.4.4.2. Humedales de ocurrencia cíclica

Mientras que la mayoría de los humedales probablemente experimentan niveles de agua fluctuantes y muchos pueden parecer “tierras secas”, al menos en la superficie, durante una parte significativa de la temporada de crecimiento, hay ciertos tipos de humedales cuya fluctuación es mucho mayor llegando a estar secos durante años, lo que altera drásticamente la vegetación.

Estos corresponden a “humedales cíclicos”, en los que la comunidad vegetal cambia de una dominada por especies de humedales a una dominada por especies terrestres debido a la variación natural del ciclo hidrológico, o a otros eventos que alteran la hidrología del humedal de forma periódica (relativamente a corto plazo) pero no de forma permanente o anual. Los humedales cíclicos son probablemente los

más comunes y característicos de las regiones áridas y semiáridas donde se producen sequías severas.

Para la delimitación de estos humedales se analizan eventos que hacen que estos sitios se encuentren inundados o saturados. En la práctica, para las zonas biogeográficas árida, hiperárida, árida estepárica fría de altura y semiárida, es posible analizar eventos de los últimos 10 años.

La delimitación de estos tipos de humedales, dentro de áreas urbanas tiene especial importancia, debido al potencial riesgo hidrogeológico que implica el uso de estas zonas como si no fuesen humedal. Por lo tanto, para estos humedales es recomendable definir áreas restringidas según el riesgo de inundación, como está establecido en el Artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), lo cual debe ser establecido en el Plan Regulador Comunal (PRC).

2.5. PREPARACIÓN DEL TRABAJO EN TERRENO

2.5.1. SELECCIÓN DE SITIOS DE EVALUACIÓN EN TERRENO O ÁREAS MUESTRALES

Una vez realizada la identificación en gabinete de los límites del humedal urbano según se explica en la sección 2.1, y de requerirse mejorar la precisión de estos límites, se deben preestablecer las zonas del humedal en donde se aplicará la evaluación de los tres criterios de delimitación. Se seleccionarán sitios representativos de los deslindes del humedal, considerando posibilidades de acceso pedestre a aquellos sitios en donde se requiera verificar los criterios para validar las delineaciones preliminares. En general un muestreo del 10% de la superficie del humedal a validar, en una distribución aleatoria estratificada según los patrones reconocidos en el trabajo de gabinete, es suficiente para una determinación objetiva, o con énfasis en aquellas zonas donde la delimitación cartográfica requiere validación en terreno.

Luego de identificar las unidades homogéneas de vegetación, y conocer el tamaño del humedal urbano a delimitar, se recomienda preestablecer transectos para poder recorrer de mejor manera el humedal, sobre todo si la superficie de este es mayor a 2 ha. Si el área a muestrear es menor a 2 ha, puede realizarse un único recorrido o transecto siguiendo el gradiente de humedad.

Se definirá la zona ecotonal del humedal (límite preliminar), y a partir de ahí se establecerá un transecto principal, paralelo al curso de agua o perpendicular al gradiente hidrológico. Desde el transecto principal, se distribuirán transectos secundarios dirigidos al espejo de agua o

centro del área. El muestreo en un gradiente topográfico puede revelar diferencias en las unidades homogéneas de vegetación asociadas a los cambios en el tipo de suelo e hidrología (Figura 9).

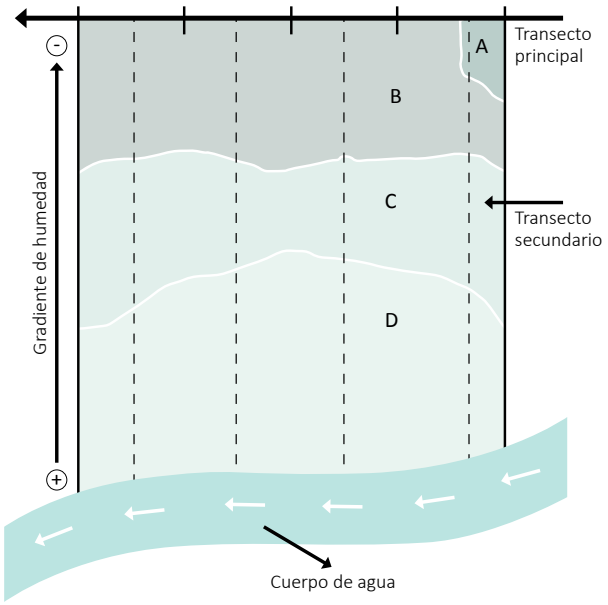


Figura 9. Esquema general de la distribución de transectos en terreno. En la imagen, A, B, C y D representan distintas unidades homogéneas de vegetación. Los transectos pueden no establecerse de manera equidistante para incluir la representación de las distintas unidades homogéneas.

Se recomienda establecer al menos 3 transectos secundarios equidistantes si el transecto principal mide entre 300 m a 1 km, y al menos 5 transectos secundarios si el transecto principal mide 1,5 km o más. Desde esa longitud es ideal añadir transectos que no superen los 500 m de separación. Sin embargo, esta recomendación será evaluada según el área a muestrear, recursos disponibles y tiempo destinado para la delimitación.

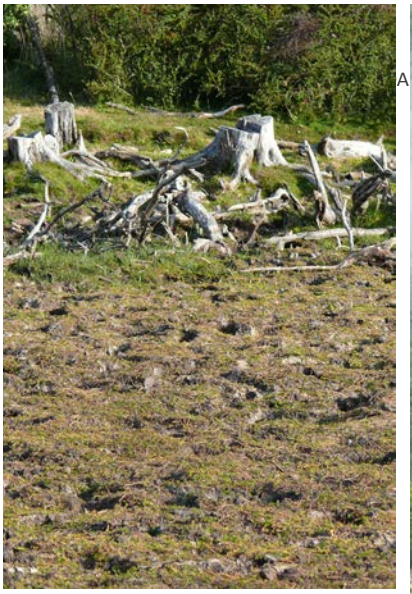
En cada humedal se evaluarán los 3 criterios y se determinará en terreno cuál es el criterio que determina la delimitación del Humedal Urbano, considerando el límite más amplio, el que se registrará en un mapa de terreno. Sin embargo, es necesario registrar en las fichas de registro de cada criterio las coordenadas de los límites por cada uno de los criterios identificados en ese sitio. Posteriormente, en la etapa

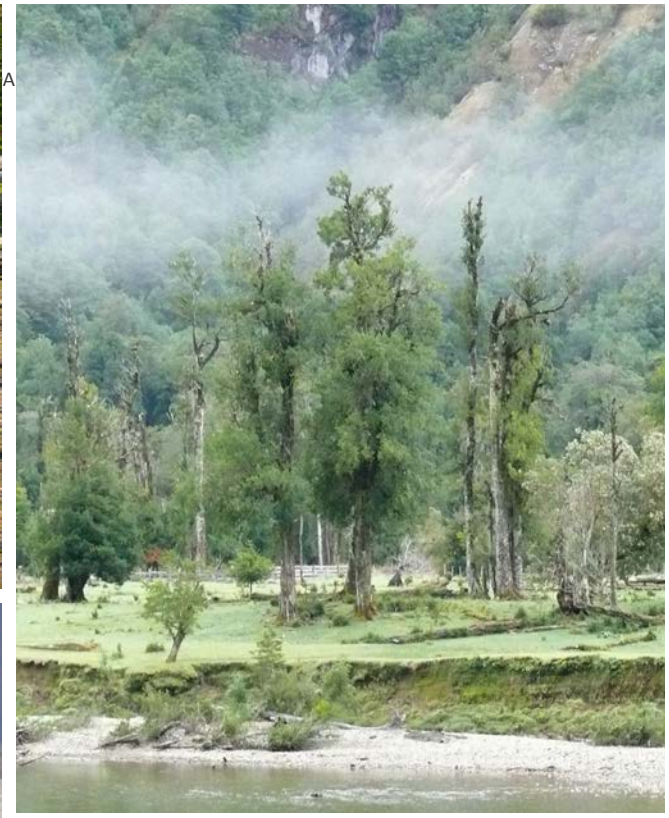
de generación de cartografía se analizarán a modo de determinar fehacientemente cuál es el criterio que determina el vértice del sitio muestreado.

2.5.2. MATERIALES A UTILIZAR EN TERRENO

Considerando los tres criterios de delimitación de humedales urbanos, los materiales requeridos son los siguientes:

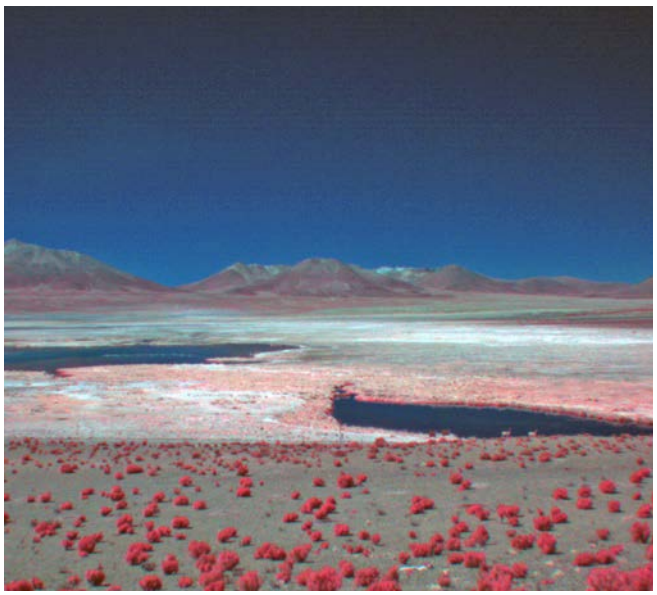
- Mapa borrador del humedal urbano a delimitar (digital o impreso).
- Cámara fotográfica.
- Dispositivo GPS.
- Copias del formulario de datos para cada criterio (Anexo 2, 3, 4 y 5).
- Cinta métrica de 50 m para trazar el transecto (opcional).
- Grilla de muestreo de vegetación (ver sección 3.3.2.4).
- Copia del listado de flora de humedales (Anexo 1).
- Diario y prensa de herbario, lo cual es opcional.
- Pala y/o barreno agrológico.
- Cinta métrica, de al menos 1 metro, o mira parlante para muestreo de suelo.
- Tabla de colores del suelo (por ejemplo, Munsell Soil Color charts (2009), o aplicaciones para móviles que realicen esta función). Como referencia ver Anexo 6.







DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS MEDIANTE EVALUACIÓN DE CRITERIOS EN TERRENO



3.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS

Los humedales asociados a áreas urbanas pueden ser alterados significativamente por intervenciones antrópicas, llegando incluso a desaparecer como ecosistemas acuáticos.

Se pueden identificar dos tipos de alteraciones relevantes para la delimitación de humedales urbanos, en el marco del proceso de declaración de Humedal Urbano a solicitud municipal o de oficio del Ministerio del Medio Ambiente: i) alteraciones antrópicas históricas y/o permanentes: es importante identificar elementos construidos de origen antrópico que actualmente estén delimitando los humedales urbanos (por ejemplo, canalizaciones, protección de riberas o áreas de urbanización), y ii) alteraciones antrópicas recientes: corresponden a perturbaciones recientes que han sido realizadas una vez iniciado el proceso de declaración, las cuales pueden ser evidenciadas en terreno y alteran la superficie del humedal.

Para la delimitación de humedales urbanos, se debe identificar el área que efectivamente que corresponde a un humedal, a partir del cumplimiento de al menos uno de los tres criterios de delimitación. Sin embargo, en la medida de lo posible, se recomienda identificar la presencia de alteraciones en las áreas asociadas al humedal, las cuales permitirán evaluar de manera posterior, posibles nuevas perturbaciones y apoyar las gestiones de fiscalización y sancionatorias correspondientes. Adicionalmente, tener en consideración la existencia de dichas alteraciones, permite facilitar la implementación de la etapa de evaluación en terreno, centrando el esfuerzo de muestreo en las áreas cuya delimitación sea menos evidente.

3.2. EVALUACIÓN DE LAS ÁREAS DE MUESTREO

3.2.1. EVALUACIÓN DEL PAISAJE Y RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

Evaluación de la topografía
Realizar observación panorámica de las condiciones del terreno y relieve. ¿Está en un área que es probable que esté recibiendo agua de drenaje desde la pendiente, o en una zona plana de baja altitud junto a un lago, río o el mar? Si lo está, es probable que el suelo esté húmedo en alguna época del año.

Observación de la vegetación
Se recorrerá el área del humedal urbano para ubicar las unidades vegetacionales homogéneas a lo largo del gradiente topográfico. Visualmente, estas unidades estarán estratificadas por altura y según hábito de crecimiento. ¿Hay cambios en la vegetación que indiquen una diferencia en las condiciones de las áreas superiores inmediatas? Si es así, esto puede indicar un tipo de suelo diferente.

Identificación de situaciones atípicas
En el recorrido, se identificarán los indicios o evidencias de actividades humanas recientes o eventos naturales que puedan haber afectado la condición natural de la vegetación.

Actividades humanas como relleno o drenaje, y eventos naturales como terremotos, aluviones, actividad volcánica e incendios, pueden alterar los indicadores.

Identificación de zonas del humedal

En el área, identificar la existencia de las zonas típicas de un humedal: 1) zona saturada, 2) zona de transición y 3) zona exterior (Cuadro 6 y la Figura 10).

Cuadro 6. Zonas asociadas a un humedal.

Tipo de zona	Descripción	Interpretación
Zona saturada	Zona más húmeda o la zona más baja en un humedal. Para los humedales en estado seco al momento del muestreo se recomienda identificar la parte más baja del humedal a la que se pueda acceder. Esta zona puede estar inundada intermitente o estacionalmente.	Es parte del humedal.
Zona de transición	Hay evidencia de saturación a través de la vegetación o características del relieve y el paisaje. Hay, sin embargo, humedales que no tiene una zona de transición o ecotono.	En esta zona generalmente se encuentra el límite del humedal. Si no hay una transición el límite se encuentra precisamente entre la zona saturada y la zona exterior.
Zona exterior	Por encima de la marca más alta de agua. No hay evidencia de inundación en ningún momento y tampoco evidencia de la presencia de vegetación hidrófita ni de suelos hídricos.	No es parte del humedal.

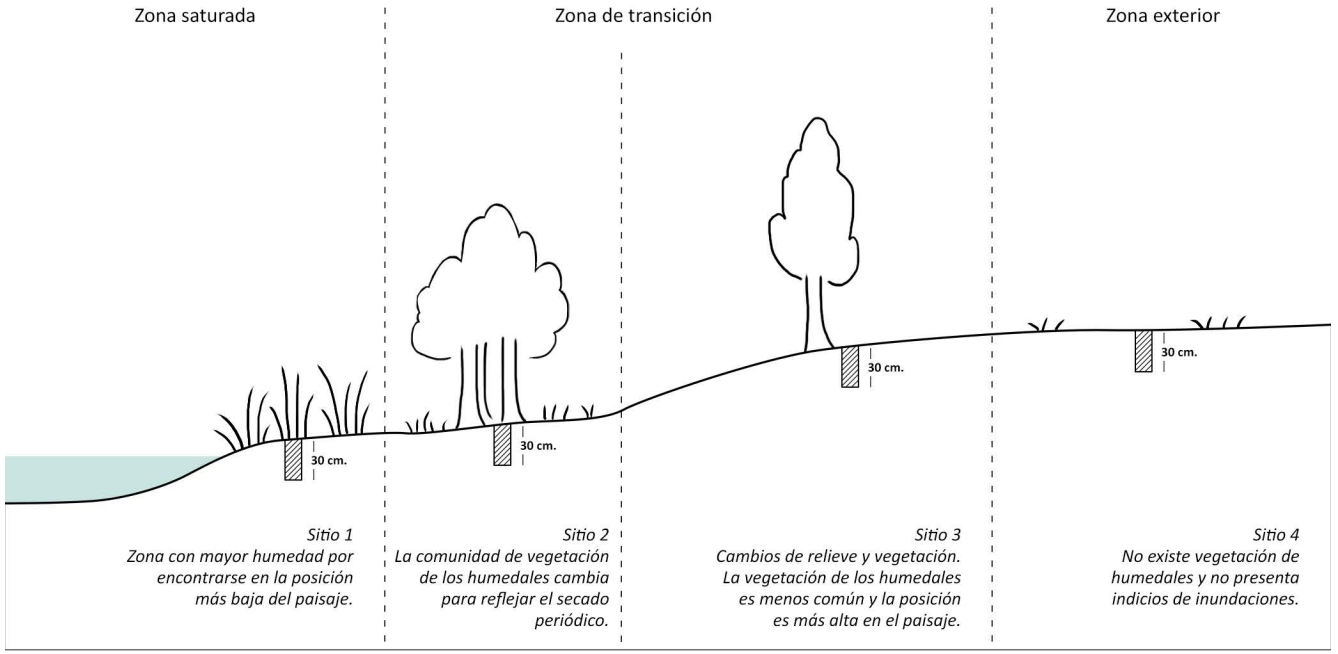


Figura 10. Zonas primarias para selección de sitios de muestreo para reconocimiento y delineación de un humedal.

Fuente. Adaptado de Department of Environment and Science, Queensland (2013) Definitions and classification, WetlandInfo Available at: https://wetlandinfo.des.qld.gov.au/wetlands/what-are-wetlands/definitions-classification/

3.3. IMPLEMENTACIÓN DE CRITERIOS PARA RECONOCIMIENTO Y DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS

3.3.1. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS EN FUNCIÓN DE LA HIDROLOGÍA

3.1.1.1. Proceso general de delimitación de humedales en función de la hidrología

La delimitación de humedales en función de la hidrología tiene por objetivo constatar las características hidrológicas de un sitio conducentes a la formación de humedales, las que corresponden a: inundación o saturación de suelos durante 14 días consecutivos en temporada de crecimiento[5], con una profundidad de saturación no mayor a 30 cm, medidos desde la superficie del suelo[6].

Antes de llevar a cabo el proceso de delimitación en el sitio mediante los indicadores de hidrología, es necesario haber llevado a cabo los siguientes pasos previos asociados al trabajo de gabinete:

1. Identificación y delimitación preliminar.
2. Determinación de la zona biogeográfica.
3. Determinación de la ventana temporal donde se presentan las CAN, en los casos donde exista información suficiente.
4. Preparación del terreno, definiendo los transectos y el tipo de humedal en función de la hidrología.

[5] Corresponde a temperaturas promedio diarias de aire mayores o iguales a 5°C.
[6] Una descripción detallada de los elementos formadores de humedales se encuentra en la sección 3.1. Hidrología y Humedales.

Ya en el sitio, el proceso de delimitación de humedales mediante la hidrología requiere el desarrollo de los siguiente pasos:

Paso 1. Si es posible determinar las CAN, es recomendable verificar en terreno en la ventana temporal asociada a CAN los indicadores directos de hidrología: superficie de agua, nivel freático alto o suelos saturados.

Paso 2. Si no es posible determinar las CAN o realizar la delimitación en CAN, es posible complementar el proceso de delimitación mediante el uso de indicadores indirectos primarios de hidrología de humedales (Indicadores hidrología Grupos B, C y D. sección 2.2.1.3. Indicadores de hidrología en humedales).

Paso 3. Si no existen evidencias indirectas de hidrología o sólo es posible verificar indicadores secundarios es necesario delimitar la zona basado en el análisis de la vegetación o del suelo.

En el Anexo 3. Formulario de registro indicadores de hidrología se encuentra el espacio para el registro de cada uno de los indicadores observados en terreno.

El esquema general del proceso de delimitación de humedales mediante la hidrología se encuentra en la Figura 11.

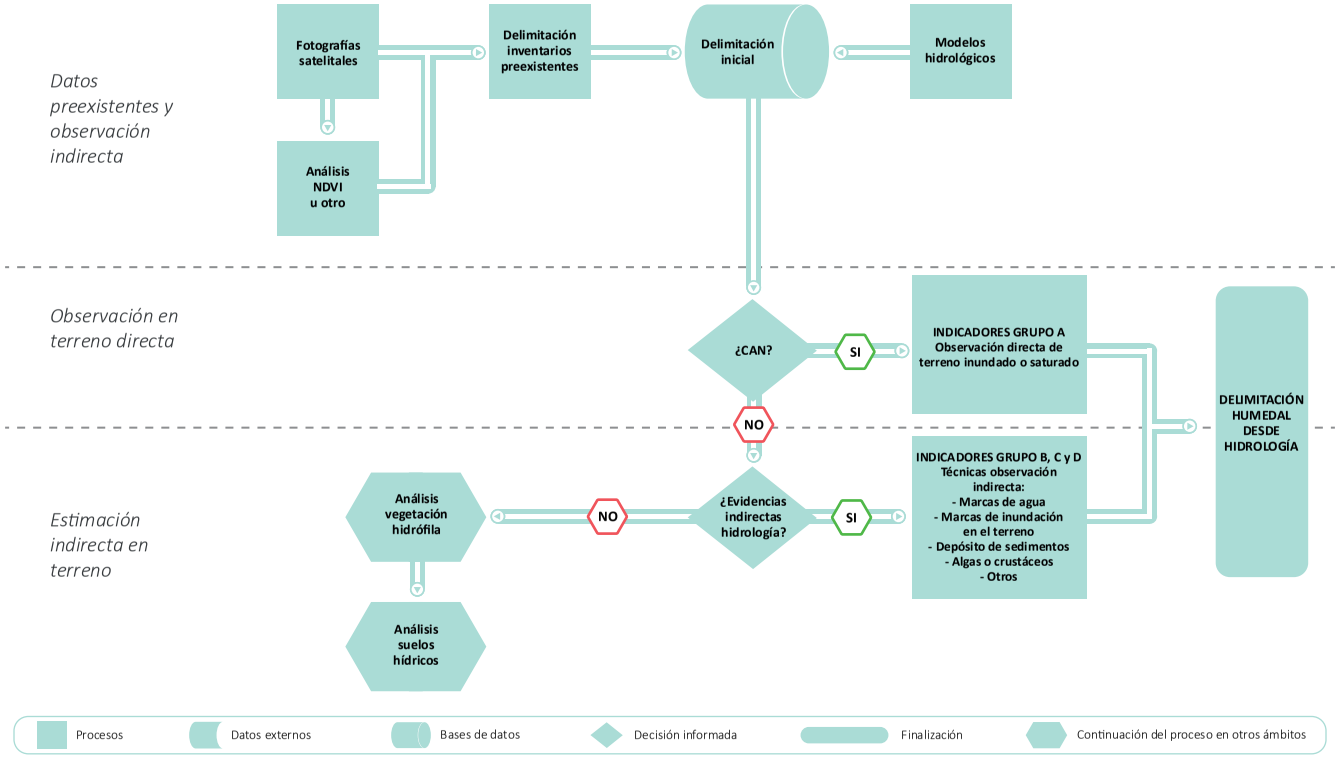


Figura 11. Proceso general de delimitación de humedales mediante hidrología.

3.1.1.2. Indicadores de hidrología en humedales

En este apartado se describen los indicadores de hidrología de humedales, los cuales se encuentran agrupados de la siguiente manera:

· Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados.
· Grupo B: Evidencia de inundación reciente.
· Grupo C: Evidencia de saturación reciente.
· Grupo D: Evidencia desde otras condiciones del lugar o datos.

A continuación se describen cada uno de los grupos de indicadores.

Grupo A - Observación de aguas superficiales o suelos saturados

En este grupo están los únicos indicadores directos de la hidrología que propician la formación del humedal:

A1. Agua superficial.
A2. Nivel freático alto.
A3. Saturación de suelo.
A4. Pleamar.

Los tres primeros indicadores son primarios, es decir, cada uno por separado es evidencia de la existencia de un humedal. Sin embargo, **su aplicabilidad por si solos identificación de la extención máxima del humedal para su delimitación, requiere la determinación de CAN** (sección 2.4 Determinación de las condiciones ambientales normales (CAN)). Si no es posible determinar el CAN ir a indicadores Grupos B, C y D.

El cuarto indicador de este grupo sólo es aplicable para la delimitación de humedales que se encuentran en el límite costero y es el único indicador primario para esos humedales en cuanto a su hidrología, el cual no requiere la determinación de CAN.

Para delimitación de Pleamar o Línea de la Playa se deberá delimitar el deslinde superior hasta donde llegan las olas en la pleamar con mayor altura del día, teniendo cuidado de efectuar esta acción en el intervalo de tiempo comprendido entre 30 minutos antes de la pleamar y 30 minutos posteriores a la pleamar. La determinación de la

Línea de más Baja Marea (hasta donde se retira mar), se determinará mediante topografía tradicional o con equipo GPS geodésico método cinemático post-proceso desde vértices identificables y vinculados a la red geodésica nacional.

Para la sección limítrofe con el mar, el criterio de delimitación corresponde a 6 m de profundidad en marea baja establecido por Ramsar, lo que debe establecerse mediante una batimetría. La batimetría se refiere al establecimiento de las profundidades, en este caso, del fondo marino. Si bien existen diversos procedimientos para la realización de una batimetría (por ejemplo, con sonda multihaz, ecosonda, LIDAR), para efecto de establecer la isobata (línea que une los puntos de igual profundidad) a 6 m de profundidad, que constituiría el límite de un humedal costero, es suficiente el uso de una ecosonda con GPS en momento de baja marea, de manera de registrar diferentes profundidades georreferenciadas y, mediante procesamiento SIG, desarrollar un modelo digital de elevación que permita establecer la isobata mencionada[7].

A continuación, en Figura 12 se presentan fotografías referenciales de estos indicadores.

[7] Tanto para delimitación de línea de más baja marea y de línea de playa, se recomienda utilizar metodología indicada en capítulos 2.1.1.2 y 2.1.1.3 de la publicación Shoa N°3104. Instrucciones para la determinación de la playa y terreno de playa en la costa del litoral y en la ribera de lagos y ríos, disponible en: http://www.shoa.cl/s3/datos/descargas/pdf/pub3104_4ed_v3_2015.pdf



A1



A2



A3



A4

Figura 12. Indicadores: A1. Agua superficial, A2. Nivel freático alto, A3. Saturación de suelo, A4. Pleamar.

Aplicación en terreno indicadores Grupo A (se recomienda en CAN[8])

A continuación, se mencionan los pasos a seguir en terreno para la verificación de estos indicadores y su uso para la delimitación de humedales:

Paso 1. Constatación y delimitación de agua superficial (A1): Este indicador es observable de forma directa sin necesidad de herramientas o instrumentos.

Paso 2. Determinación de suelo saturado (A3). Este indicador, al igual que la superficie de agua, es observable a simple vista y corresponde a suelos que han superado su capacidad de campo (capacidad de retener agua), por lo que esta se presenta de forma libre en su superficie.

[8] Ver sección 2.3. Determinación de Condiciones Ambientales Normales (CAN).

Paso 3. Determinación de nivel freático alto (A2): El nivel freático alto corresponde a una profundidad máxima de la napa de 30 cm. En términos metodológicos puede determinarse con la perforación del suelo con barreno o pala, hasta localizar la napa dentro de los primeros 30 cm de la superficie; y debe realizarse alejándose paulatinamente de la superficie de agua ya identificada.

Paso 4. Georreferenciación de indicadores Grupo A para posterior mapeo e identificación en mapa borrador.

Grupo B - Evidencia de inundación reciente

Este grupo son indicadores indirectos de la hidrología de un humedal y considera:

B1. Marcas de agua.
B2. Depósitos de sedimentos.
B3. Depósitos de deriva (drift).
B4. Estera o costra de algas.
B5. Depósitos de hierro.
B6. Grietas superficiales de suelo.
B7. Inundación visible en imágenes aéreas.
B8. Superficie cóncava con escasa vegetación.
B9. Hojas manchadas de agua.
B10. Patrones de drenaje.
B11. Costras de sal.
B12. Costras de biota.
B13. Invertebrados acuáticos (o “fauna”).
B14. Depósitos de sedimentos finos.
B15. Líneas de corte de musgo.

A continuación, en la Figura 13 se presenta una fotografía referencial[9] de algunos de estos indicadores.

[9] Los depósitos de hierro son observables en dilución en agua y corresponden a una tonalidad pardo rojiza. Hojas manchadas de agua se refiere a aquellas hojas que, pudiendo no encontrarse mojadas, presentan una coloración más oscura, propia de terrenos inundados por periodos mayores a 14 días continuos. Estas manchas son persistentes y no corresponden con manchas de agua de eventos puntuales de precipitaciones. Las costras de sal corresponden a sales cristalizadas en superficie.



B3



B4



B6



B7



B10



B15

Figura 13. Algunos indicadores: B3. Depósitos de deriva (drift), B4. Estera o costra de algas, B6. Grietas superficiales de suelo, B7. Inundación visible en imágenes aéreas, B10. Patrones de drenaje, B15. Líneas de corte de musgo.

Grupo C - Evidencia de saturación del suelo actual o reciente

Este grupo son indicadores indirectos de la hidrología de un humedal y considera:

C1. Olor a sulfuro de hidrógeno.
C2. Nivel freático en estación seca.
C3. Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas.
C4. Presencia de hierro reducido.
C5. Depósitos de sal.
C6. Reducción reciente de hierro en suelos labrados.
C7. Superficie de estiércol fino.
C8. Madrigueras de camarones.
C9. Saturación visible en imágenes aéreas.

A continuación, en Figura 14 se presentan fotografías referenciales[10] de algunos de estos indicadores.

[10] El indicador hierro reducido se presenta con tonalidades o moteados grises en la matriz de suelo. Los depósitos de sal corresponden a procesos evaporíticos en los cuales quedan depositadas las sales en la superficie o asociados a el nivel freático máximo en la matriz de suelo.



C3



C4



C8



C9

Figura 14. C3. Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas, C4. Presencia de hierro, C8. Madrigueras de camarones, C9. Saturación visible en imágenes aéreas.

Grupo D - Evidencia de otras condiciones del lugar o datos

Este grupo solo incluye indicadores secundarios en cuanto a la hidrología de un humedal y considera:

D1. Plantas atrofiadas o estresadas.
D2. Posición geomorfológica.
D3. Acuitardo poco profundo.
D4. Datos de existencia de pozos noria.

Aplicación en terreno indicadores grupo B, C y D

La aplicación en terreno de los indicadores del grupo B, C y D no dependen de la determinación de las CAN, lo que en la práctica permite su observación en el sitio en cualquier época del año. A continuación, se mencionan los pasos a seguir en terreno para la verificación de estos indicadores y su uso para la delimitación de humedales:

Paso 1. Observación de la presencia de indicadores primarios, utilizando como referencia indicadores según zona biogeográfica propuestos en Cuadro 7.
Paso 2. Si no es posible observar indicadores primarios, utilizar como referencia indicadores secundarios según zona biogeográfica propuestos en Cuadro 7.
Paso 3. Georreferenciación e identificación en mapa borrador para posterior cartografiado de indicadores primarios o secundarios (estos últimos sólo como referencia para la observación de indicadores de vegetación y suelo hídrico).

La interpretación de los indicadores primarios y secundarios se explica en la sección siguiente.

3.1.1.3. Interpretación de los indicadores de hidrología de humedales

Los indicadores hidrológicos de los humedales incluyen evidencia de inundaciones recientes y/o saturación del suelo o que, dada la presencia de vegetación hidrófita y suelos hídricos, el sitio debe experimentar humedad típica de los humedales en función de su posición en el paisaje y otros factores[11].

Los indicadores de hidrología de humedales pueden ser de dos tipos:

- Indicadores primarios: son signo inequívoco por sí mismos de la existencia de un humedal. Basta con la presencia de un indicador primario para el sustento del proceso de delimitación.
- Indicadores secundarios: permiten establecer la sospecha fundada sobre la presencia de un humedal urbano. Son útiles para orientar la verificación de otros indicadores de hidrología, vegetación y suelos hídricos, pero por sí solos no son suficientes para la delimitación.

Un único indicador puede ser primario o secundario dependiendo de la zona biogeográfica donde sea observado. Por ello, a continuación, en el Cuadro 7, se presentan los indicadores de hidrología útiles para delimitación de humedales. La explicación detallada sobre su aplicación se encuentra en la sección 3.1.1.2. Indicadores de hidrología en humedales.

[11] Los sitios con signos de zanjas de drenaje, canalización, o alteraciones similares requieren un examen más cuidadoso para determinar si el área todavía está lo suficientemente húmeda como para ser humedal (al menos para fines reglamentarios) porque las propiedades del suelo hídrico son persistentes y muchas plantas consideradas hidrófilas también toleran condiciones más secas (más información sobre este ámbito se encuentra en la sección 3.3.2. Vegetación hidrófita).

Cuadro 7. Indicadores hidrología para delimitación de humedales por grupo de indicadores, según zona biogeográfica.

Código	Indicador	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Grupo A- Observación de aguas superficiales o suelos saturados										
A1	Agua superficial	P	P	P	P	P	P	P	P	-
A2	Nivel freático alto	P	P	P	P	P	P	P	P	-
A3	Saturación	P	P	P	P	P	P	P	P	-
A4	Pleamar	-	-	-	-	-	-	-	-	P
Grupo B- Evidencia de inundación reciente										
B1	Marcas de agua	P(S)	P(S)	P(S)	P(S)	P	P	P	P	-
B2	Depósitos de sedimentos	P(S)	P(S)	P(S)	P(S)	P	P	P	P	-
B3	Depósitos de deriva (drift)	P(S)	P(S)	P(S)	P(S)	P	P	P	P	-
B4	Estera o costra de algas	-	-	-	-	P	P	P	P	S
B5	Depósitos de hierro	-	-	-	-	-	-	-	P	-
B6	Grietas superficiales de suelo	P	P	P	P	S	S	S	P	-
B7	Inundación visible en imágenes aéreas	P	P	P	P	S	S	S	P	S
B8	Superficie cóncava con escasa vegetación	-	-	-	-	P	P	P	-	-
B9	Hojas manchadas	P	P	P	P	P	P	S	S	-
B10	Patrones de drenaje	S	S	S	S	S	S	S	S	-
B11	Costras de sal	P	P	P	P	-	-	-	-	-
B12	Costras de biota	P	-	P	-	-	-	-	-	S
B13	Invertebrados acuáticos (o "fauna")	P	P	P	P	P	P	P	P	S
B14	Depósitos de marga	-	P	-	-	-	P	P	P	-
B15	Líneas de corte de musgo	-	-	-	-	-	S	S	S	-
Grupo C- Evidencia de saturación del suelo actual o reciente										
C1	Olor a sulfuro de hidrógeno	P	P	P	P	P	P	P	P	-
C2	Nivel freático en estación seca	S	S	S	S	-	-	-	-	-
C3	Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas	P	P	P	P	P	P	P	S	-
C4	Presencia de hierro reducido	P	P	P	P	P	P	P	P	-
C5	Depósitos de sal	S	S	-	-	-	-	-	-	-
C6	Reducción reciente de hierro en suelos labrados	P	P	P	P	S	S	S	S	S
C7	Superficie de estiércol fino	S	S	S	S	-	-	-	-	-
C8	Madrigueras de cangrejos de río o camarones	S	S	S	S	S	S	S	S	-
C9	Saturación visible en imágenes aéreas	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Grupo D- Evidencia de otras condiciones del lugar o datos										
D1	Plantas atrofiadas o estresadas	-	-	-	-	S	S	S	-	-
D2	Posición geomorfológica	-	-	-	-	S	S	S	-	-
D3	Acuitardo poco profundo	S	S	S	S	S	S	S	S	-

(P) Indicador Primario, (S) Indicador secundario; P(S) Indicador Primario o Secundario si es ribereño

Fuente: Adaptado de Tiner, 2017.

3.3.2. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS EN FUNCIÓN DE LA VEGETACIÓN

3.3.2.1. Definición de vegetación hidrófita

Acorde al DS 82 del 2010 de MINAGRI, la vegetación hidrófila corresponde a la "vegetación azonal que está vinculada a disponibilidad permanente de agua" la que incorpora plantas de hábitos hidrófitos y helófitos; sin embargo, la flora de los humedales recibe variadas designaciones, tales como macrófitas, plantas acuáticas, plantas palustres, plantas anfibias, especies hidrófitas, entre otras.

Para efectos de delimitación de la vegetación de humedales utilizada en esta guía y en el Reglamento de la Ley N°21.202 (Decreto N°15/2020), se denomina a la flora de humedales como flora hidrófita, reconociendo la definición de la US Army Corps of Engineers (1987) que la establece como *"cualquier macrófita que crezca en el agua o en un sustrato que esté al menos periódicamente deficiente en oxígeno como resultado de un contenido excesivo de agua; plantas que se encuentran típicamente en hábitats húmedos"*; siendo por tanto, los términos hidrófila (DS 82/2010) e hidrófita (reglamento Ley de Humedales) consideradas como símiles para efecto de esta guía.

2.3.2.2. Indicadores de vegetación hidrófita en humedales

Ciertas especies pueden tener hábitos facultativos, comportándose como hidrófitas o helófitas. Otras especies tienen un comportamiento "transicional" entre helófitas y mesófitas en relación a sus requerimientos hídricos, creciendo en un suelo húmedo donde el nivel freático está cerca de la superficie. Esto evidencia que en ciertas condiciones no hay un límite definido entre las plantas de humedales y las plantas terrestres propiamente tal debido a su plasticidad ecológica, lo que dificulta la delimitación de humedales (Tiner, 2017).

La interpretación de la vegetación como indicador de humedal varía según el enfoque adoptado para la delimitación de humedales. La aproximación de los tres criterios para la delimitación tiende a definir la vegetación de humedales en términos generales, requiriendo en algunos casos complementar la delimitación con los criterios de hidrología y suelos hídricos (Tiner, 2017). Esto subsana en cierta

medida la dificultad para delimitar un humedal cuando las especies poseen gran plasticidad frente a la condición hídrica del ambiente.

El proceso consiste en recopilar los datos de las especies presentes en una formación vegetal para evaluar si está dominada por hidrófitas. Después de identificar y hacer una lista de las plantas, la persona encargada de delimitar calculará el predominio de hidrófitas (Behun, 2018).

Para el uso de esta guía se utilizará el siguiente criterio: **Si la cobertura dominante de la unidad vegetacional muestreada (>50%) corresponde a plantas hidrófitas o helófitas, el área se considerará humedal**.

La clasificación según hábito de vida de las especies vegetales frecuentes en humedales de Chile se encuentra en el listado del Anexo 1, incluyendo las zonas biogeográficas en donde estas especies pueden ser encontradas. Este listado es referencial.

3.3.2.3. Consideraciones para el proceso de delimitación

Normalmente las especies vegetales hidrófitas forman grandes poblaciones debido al predominio de su reproducción clonal o vegetativa, lo que resulta en comunidades pobres en especies (Ramírez y Álvarez, 2012). Habitualmente las comunidades acuáticas presentan una clara zonación o ubicación en franjas bien delimitadas a orillas de cursos de agua (Ramírez *et al.* 1982; San Marín *et al.* 1999 Riffo & Villarroel, 2000; citado en Hauenstein *et al.* 2002) se refieren a esta zonación en franjas de la vegetación acuática como “zonas de vegetación”.

En este proceso de delimitación, se debe tener en consideración la existencia de evidencias de modificación de la vegetación hidrófita, provocada por alteraciones a la condición de humedal. Las plantas acuáticas son hidrolábiles, es decir, no soportan la falta de agua. En el medio terrestre-aéreo mueren aportando sedimento orgánico al fondo del curso o cuerpo de agua. Esto causa que disminuya la profundidad por la acumulación de necromasa y atrape de sedimentos, por lo que las plantas acuáticas más cercanas a la ribera continúan muriendo. El proceso de embancamiento es importante en humedales lénticos (sin corriente), los que pueden terminar transformándose en tierra firme a

largo plazo. En humedales lóticos (con corriente) la dinámica de erosión determinada por la corriente evita que ello ocurra. Estos cambios de profundidad pueden causar reemplazos y desplazamientos entre formas de vida, lo que naturalmente se conoce como sucesión, pero que también puede ser provocado por acción humana al interferir en el depósito de sedimentos, en las corrientes, o en la concentración de nutrientes (Ramírez y Álvarez, 2012).

En áreas donde la vegetación está ausente debido a aclaramiento o ciclos climáticos a largo plazo y los indicadores de suelo son inexistentes o no concluyentes, la vegetación que necesita ser determinada sería la que crecería en el sitio en condiciones normales de humedad. En zonas sin modificación hidrológica se puede suponer que la vegetación despejada volverá a crecer, pero se requiere una evaluación del grado de esta modificación. La vegetación previa al despeje puede determinarse usando fotografías aéreas históricas, levantamientos de vegetación previos, mapeos de suelo, evidencias de rebrote de especies, entre otros[12] (Department of Environment and Resource Management, 2011).

3.3.2.4. Proceso general de delimitación de humedales urbanos en función de la vegetación hidrófita

Aplicación en terreno

Una vez definidos los transectos (principal y secundarios) para recorrer el área a delimitar, la persona que evaluará este criterio se ubicará en cada una de las unidades homogéneas de vegetación previamente identificadas en el trabajo de gabinete (Sección 2.5 Preparación del trabajo en terreno), en donde se evaluarán los indicadores de vegetación hidrófita según los siguientes pasos:

Paso 1. **Elaboración de grilla para muestreo de vegetación**

Para calcular el porcentaje de vegetación hidrófita por unidad homogénea, se recomienda la elaboración de una grilla de $1m^2$ (Figura 15). Esta grilla puede ser fabricada con tubos de PVC e hilos de pescar de un grosor suficiente que permita su firmeza para el trabajo de terreno. La grilla tendrá un marco de 1 m x 1 m, en donde cada 20 cm se instalarán líneas divisorias con el fin de identificar 16 intersecciones.

[12] Para mayor información metodológica revisar Methodology for surveying and mapping regional ecosystems and vegetation communities in Queensland (2020).

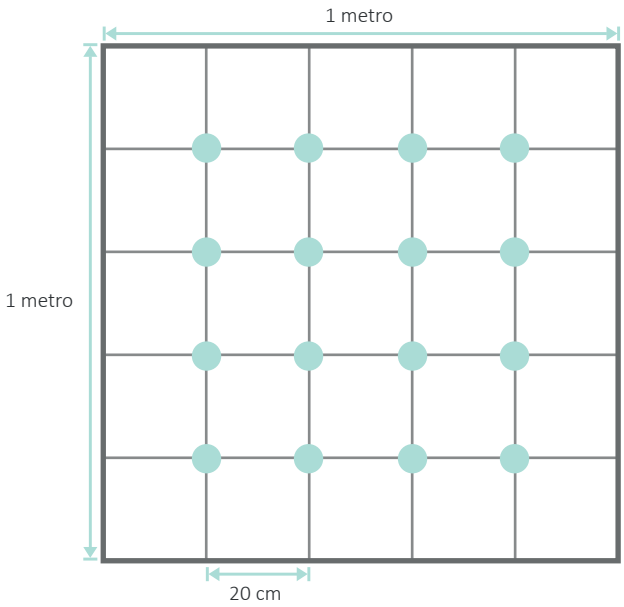


Figura 15. Esquema de grilla para muestreo de vegetación.

Paso 2. **Muestreo de vegetación**

La grilla confeccionada se utilizará principalmente para las unidades homogéneas de vegetación, que generan más dudas sobre su condición de humedal, como por ejemplo, vegas y/o praderas con potencial higrófilo. Para formaciones palustres como totorales, el uso de grilla no es necesario, debido que poseen límites más evidentes en terreno y es una formación típica de humedal.

El muestreo de vegetación se facilita cuando se realiza durante la etapa de crecimiento de las plantas (primavera), para incluir hierbas efímeras o anuales y/o en verano dada la posibilidad de visualizar órganos reproductivos y por ende una mejor determinación de la especie. El muestreo debe interpretarse considerando la época del año en ciertas zonas biogeográficas como, por ejemplo, las vegas que se secan en verano y pueden estar desprovistas de vegetación acuática. Considerar también la distribución azonal de la vegetación de humedales.

En Chile existen especies alóctonas con amplio rango

de distribución que suelen desarrollarse en humedales intervenidos. Estas especies tienen un amplio ámbito de vida, pudiendo encontrarse tanto en humedales como en praderas antropogénicas. Especies como *Rubus constrictus*, *Rubus ulmifolius*, *Hypochaeris radicata*, *Lotus pedunculatu*s, *Rumex acetosella*, *Rumex conglomeratus*, *Rumex crispus, Plantago lanceolata* y *Trifolium repens* pueden tener una amplia dominancia en humedales, sin embargo, su presencia no estaría asociada a un área de humedal. En estos casos se recomienda corroborar el límite con el criterio de suelo hídrico.

La grilla se ubicará en la superficie del suelo de la unidad a muestrear. Se identificará la especie que se ubica exactamente en cada intersección de la grilla, y se completará la planilla correspondiente (Anexo 4). El muestreo con grilla deberá realizarse en cuatro (4) repeticiones por unidad homogénea de vegetación para que sea representativa, y nunca deberá ubicarse en la zona ecotonal.

En caso de no poder determinar la especie en terreno, se deberán tomar fotografías a cada órgano identificable de la planta o extraer una muestra para herborizar y consultar a una persona experta.

Paso 3. **Cálculo de porcentaje de dominancia de vegetación de humedal**

Se tendrán los resultados de plantas ubicadas en las intersecciones de las cuatro veces en que la grilla fue utilizada por unidad homogénea. El total de las intersecciones de las cuatro grillas es 64 (16 x 4), lo que corresponde al 100% de cobertura de la muestra de la unidad vegetacional. Se calculará el porcentaje de cobertura según la cantidad de intersecciones en que se haya presentado una especie en particular. Se expone un ejemplo a continuación:

> Del total de un muestreo realizado en una unidad homogénea, en 25 intersecciones se ubicó la especie *Hydrocotyle bonarensis* (hierba de la plata), en 17 intersecciones *Juncus effusus* (junquillo), en 12 *Hypochaeris radicata* (hierba del chancho) y en 10 Poa

annua.
Las especies hierba de la plata y junquillo son helófitas, y al sumar ocupan 42/64 intersecciones. Esto corresponde a un 65,6 % de dominancia de especies helófitas, por lo que el área corresponde a un humedal.

En caso de que la persona que evaluará el criterio de vegetación tenga experiencia en botánica o sea un/a profesional vinculado/a con el área, puede utilizar la metodología de apreciación visual directa para calcular la dominancia de vegetación hidrófita. De lo contrario, se requiere el uso del cálculo a través del muestreo con la grilla.

Paso 4. **Determinación de la condición de vegetación de humedal**
La condición de humedal quedará determinada por el siguiente criterio: Si la cobertura dominante de la unidad vegetacional muestreada (>50 %) corresponde a plantas hidrófitas o helófitas, el área se considerará humedal.

Paso 5. **Registro de coordenadas**
Se deberá registar en tabla Anexo 4 la coordenada que determine el límite de la presencia de vegetación hidrófita dominantes e identificación en mapa borrador, la cual será cartografiada posteriormente en sección 3.3.4 Delineación cartográfica de humedales.

3.3.3. PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VEGETACIÓN HIDRÓFITA

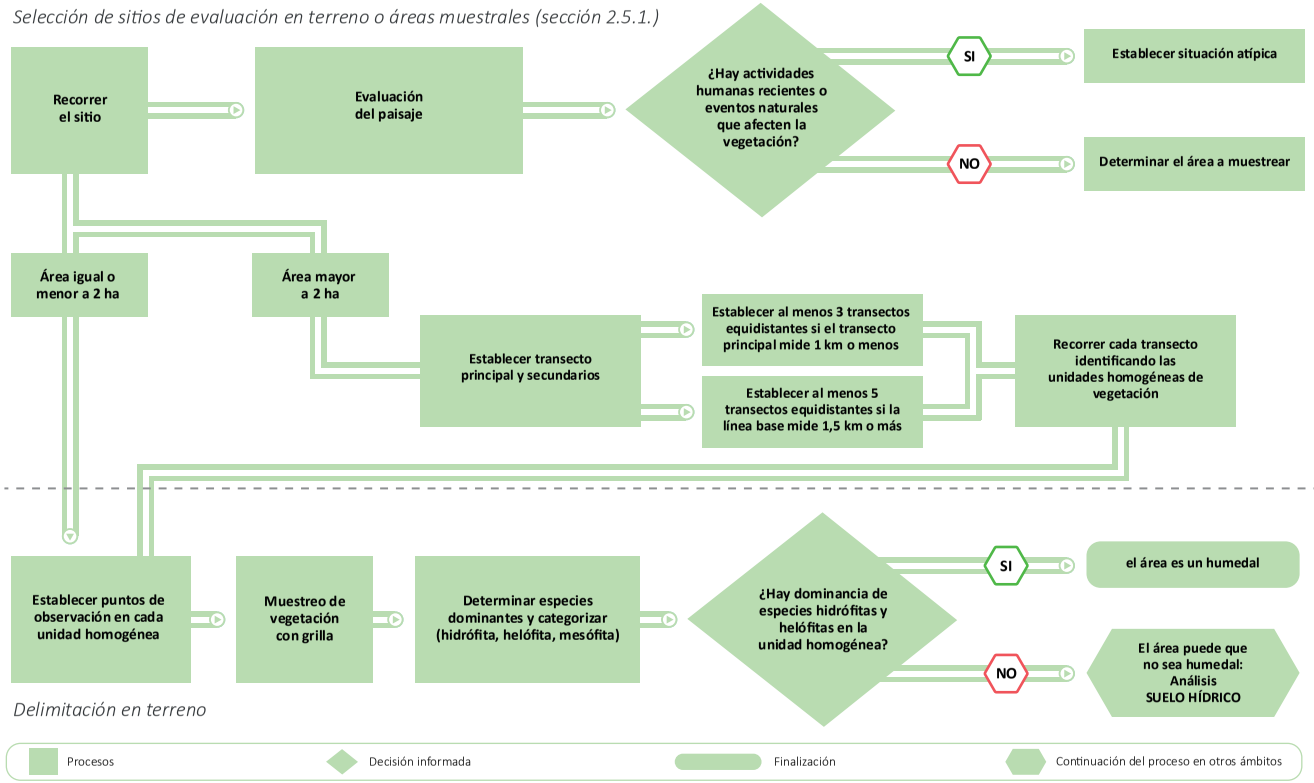


Figura 16. Clave para la identificación de vegetación hidrófita.

3.3.4. DELIMITACIÓN DE HUMEDALES URBANOS EN FUNCIÓN DE SUELOS HÍDRICOS

3.3.4.1. Definición de suelos hídricos

Los suelos hídricos se crean mediante reacciones químicas de oxidación-reducción (redox) que se producen cuando un suelo está en un estado anaeróbico y se reduce químicamente. Las reacciones redox producen rasgos en el suelo que se describen como características morfológicas de la reducción. Los indicadores de suelo hídrico se forman predominantemente por la acumulación o pérdida de hierro, manganeso, azufre o compuestos de carbono en condiciones saturadas y anaeróbicas. Un suelo "reducido" es aquel en el que las reacciones redox han causado formas reducidas de O, N, Mn, Fe o S, las cuales están presentes en la solución del suelo. "Reducido" es un término general que implica que algunos elementos además de O_2 están presentes en su forma reducida. Las formas reducidas comunes de elementos o compuestos que se encuentran en suelos hídricos incluyen H_2O, N_2, Mn^{2+}, Fe^{2+} y H_2S, mientras que sus contrapartes oxidadas son O_2, NO_3^{-2}, MnO_4, FeOOH y SO_4^{-2}, respectivamente.

Las características morfológicas de los suelos reducidos estacionalmente, incluyen patrones de colores específicos, olores, cambios de color que se producen al exponerse al aire o un tipo específico de material orgánico. Estas características pueden ocurrir a cualquier profundidad en el suelo, y la abundancia de una característica dada es variable. Las características son indicadores directos de que el suelo se redujo en algún momento de su historia y se utilizan para estimar qué parte del suelo está saturada estacionalmente con agua libre.

3.3.4.2. Horizontes de diagnóstico del suelo

Un horizonte del suelo puede ser definido como una capa horizontal, que se diferencia de las capas adyacentes relacionadas por sus propiedades físicas, químicas o biológicas o por características tales como color, estructura, textura, consistencia, clase y número de organismos presentes, grado de acidez o de alcalinidad, etc. Los horizontes de diagnóstico corresponden a aquellos utilizados para identificar un tipo de suelo en particular, por ejemplo, un horizonte

O (suelo compuesto de materiales orgánicos), A (horizonte superficial compuesto de materiales minerales), B (horizonte subsuperficial de acumulación), C (horizonte con escasa meteorización del material parental), y R (roca subyacente o material fuertemente cementado o no meteorizado). Para la clasificación de los horizontes de diagnóstico y sus subclasificaciones se debe utilizar Schoeneberger *et al*. (2012).

En general, los sistemas de identificación de humedales describen los perfiles del suelo a una profundidad de 0,5 m para observar y comprender los procesos hidrológicos que se producen en el sitio, es por ello que para la evaluación del indicador se considerará un muestreo con esta profundidad. La mayoría de los indicadores de suelos hídricos se producen en los horizontes del suelo en los 0,3 m superiores (USDA, 2006). Sin embargo, no es exclusivo que todos los indicadores se produzcan dentro de los 0,3 m de la superficie del suelo, los indicadores pueden comenzar en este horizonte y extenderse por el perfil. Las profundidades de los indicadores están correlacionadas con la zona de enraizamiento de la vegetación de humedales, que es donde está presente la mayor masa radicular (Tiner, 2017).

Si un suelo está saturado durante períodos de tiempo suficientes para que la vegetación de humedales se establezca, es probable que esta saturación, y las propias raíces de la vegetación, tengan un efecto sobre las características morfológicas del suelo. Para la identificación de los humedales de Chile se propone segmentar la profundidad dentro de la cual las características de los suelos hídricos se presentan en:

a. Dentro de 0,3 m desde la superficie del suelo. En esta zona se deben presentar los indicadores de suelo hídrico
b. Dentro de 0,3 a 0,5 m desde la superficie del suelo. En esta zona, en algunos casos pueden presentarse indicadores de suelo hídrico, o a veces estar ausente, en conjunto con propiedades físicas que determinan la existencia de restricciones de drenaje.
c. Por debajo de 0,5 m desde la superficie del suelo. Generalmente pueden presentarse rasgos redoximórficos, pero no constituyen condiciones de suelos hídricos.

3.3.4.3. Indicadores de suelos hídricos

Los indicadores de suelos hídricos se forman predominantemente por la acumulación o pérdida de hierro, manganeso, azufre, o acumulación

de compuestos de carbono (materiales orgánicos) en condiciones saturadas y anaeróbicas.

Los indicadores de suelos hídricos más comunes son:

- Horizonte superficial de material orgánico (fíbrico, hémico o sáprico) de 20 cm de espesor o más grueso.
- Colores dominantes en la matriz de suelo mineral de croma de 2 o menos (ver Anexo 6 Tabla de matrices típicas de suelos hídricos), si hay rasgos redoximórficos[13] o moteados presentes (generalmente anaranjado, amarillento o pardo rojizo).
- Colores dominantes en la matriz de suelo mineral de croma 1 o menos, si no hay moteados presentes.
- Materia orgánica estratificada en suelos arenosos.
- Olor característico de la presencia de ácido sulfhídrico en la parte superior del suelo.
- Presencia de horizontes gley[14] en los primeros 30 cm desde la superficie.

3.3.5. PROCEDIMIENTO

A continuación, se detallan los pasos necesarios para la evaluación de la presencia de suelos hídricos (adaptado de Manaaki Whenua - Landcare Research for Tasman District Council, 2018).

[13] Ver 5.4.2 Reducción, translocación y acumulación de hierro y manganeso.
[14] Suelos hídricos típicos presentan colores con un valor de 4 o más en las páginas de gley de la tabla de colores Munsell. Para mayor detalles sobre las características de horizontes gley revisar sección 3.4.4 Matriz de colores gley.

Evaluación del suelo

Paso 1. Retirar cualquier resto vegetal cuidando de exponer claramente la superficie del suelo.
Paso 2. Excavar una calicata de al menos 50 cm de profundidad.
Paso 3. Durante la excavación observar cualquier cambio de color y los horizontes de diagnóstico. Mantener el material eliminado lo más intacto posible y no mezcle las muestras.
Paso 4. Determinar la profundidad de la napa freática observada midiendo desde la superficie.
Paso 5. Inspeccionar cuidadosamente el suelo en busca de moteados rojizos a lo largo de los canales radiculares, la pared de la calicata o del agregado de suelo obtenido con pala o barreno agrológico.
Paso 6. Corroborar percepción de olor a ácido sulfhídrico.
Paso 7. Determinar si el horizonte superior tiene concreciones de manganeso color negro. Si está presente, es probable que el suelo esté húmedo en alguna época del año. Inspeccionar el subsuelo.
Paso 8. Si corresponde a materiales orgánicos y está húmedo, entonces es un suelo hídrico. Si el suelo es mineral, determinar si la matriz es baja en croma y presenta moteados. Si estos están presentes dentro de los 30 cm superiores y el suelo está húmedo, es un suelo hídrico.
Paso 9. Determinar si hay horizontes o estratas subsuperficiales que causan mal drenaje, o si hay rasgos redoximórficos entre 30 y 40 cm. Estas características, si están presentes, son evidencias para ayudar a determinar si se trata de un suelo hídrico.

Para facilitar el procedimiento de identificación de indicadores de suelos hídricos, utilizar los diagramas de flujo de la sección 3.3.6, diferenciados para suelos arenosos y suelos no arenosos.

3.3.6. INDICADORES DE SUELO DE HUMEDALES

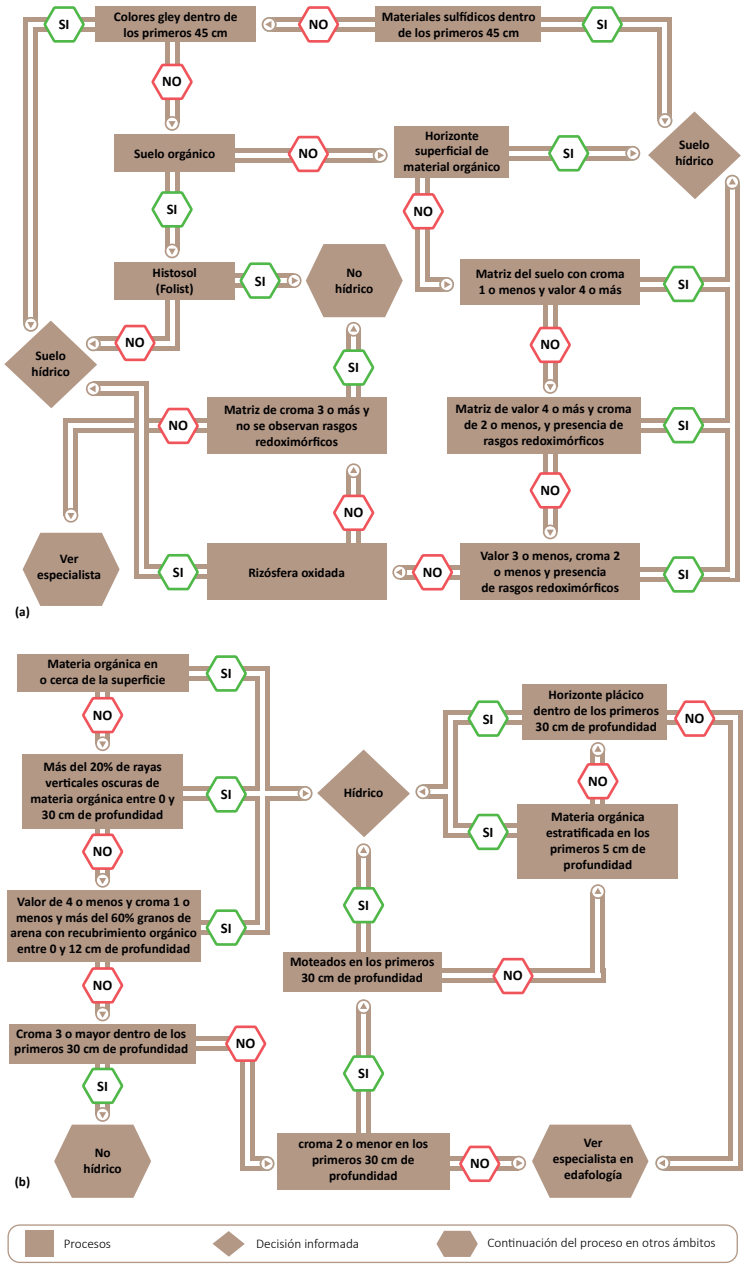


Figura 17. (a) Diagrama de flujo. Indicadores de suelos hídricos en suelos no arenosos, (b) Diagrama de flujo. indicadores de suelos hídricos en suelos arenosos.
Fuente: USDA (1990), citado en Tiner, 2017.

3.3.7. DELINEACIÓN CARTOGRÁFICA DE HUMEDALES URBANOS

Para concretar la delineación cartográfica del humedal en estudio, a partir de técnicas de gabinete y/o delimitación mediante evaluación de los tres criterios en terreno, se debe realizar la fase de representación de un mapa.

Si bien, durante la fase de trabajo en gabinete, los límites pueden ser dibujados mediante fotointerpretación o procesamiento geomático de datos de sensores remotos, la fase de investigación en terreno permite verificar, corregir y validar esos límites en forma más precisa. De ser necesario, se deben agotar todas las instancias a modo de corroborar la delimitación en terreno, toda vez que aquello sea posible.

Debe considerarse que, para la solicitud de declaración de Humedales Urbanos, se debe incluir una descripción del polígono delimitado que se pretende declarar, para lo cual resulta adecuado realizar la identificación y clasificación del tipo de humedal urbano en estudio. Para ello, se recomienda utilizar la Clasificación de los humedales de Chile propuesta en el Inventario Nacional de Humedales, disponible en https://humedaleschile.mma.gob.cl/

El proceso de delimitación cartográfica debe considerar los siguientes elementos:

1. Contar con una base cartográfica, que puede ser fotografía aérea, imagen satelital, o mapa topográfico a ser generada durante la etapa de trabajo de gabinete (capítulo 2.1).
2. Para áreas que fueron delimitadas en terreno, contar con el registro de los 3 criterios que definen un humedal que fueron levantados en las actividades de campo (Anexos 2, 3 y 4).
3. Para áreas que fueron delimitadas en terreno, contar con el mapa borrador de terreno donde se registraron anotaciones de trabajo de campo asociadas al levantamiento de los 3 criterios.
4. El límite del humedal urbano quedará definido por el criterio de presencia de humedal (hidrología, vegetación o suelo hídrico) más externo, o que se identifica más alejado del eje central del humedal.
5. La cartografía final debe ser el resultado de la integración del trabajo en gabinete y en el humedal, para los casos donde se haya realizado esta validación en terreno. Utilizando el

mapa de las delineaciones del humedal será posible localizar la ocurrencia de 1 o más de los indicadores que determinan la existencia de un humedal. Cabe indicar que la cartografía generada en gabinete es aceptada para establecer los límites del humedal urbano, dado que se basa en el reconocimiento de indicadores criterios de hidrología y vegetación cumpliendo con ello lo indicado en el reglamento de la Ley 21.202.

6. Entre los métodos de construcción de cartografía, el de sobreposición resulta conveniente para el mapeo de los límites de un humedal, en donde se obtienen mapas de cada indicador y luego se sobreponen para crear un mapa síntesis a partir del límite más externo del humedal (Figura 18). Se propone está técnica, a modo de contar con un registro inicial de los límites de cada criterio identificable en el sitio en evaluación, lo cual posteriormente puede ser utilizado para el monitoreo de los cambios que se generen en los humedales a declarar bajo la Figura de Humedal Urbano, y facilitar de este modo su gestión. Sin embargo, igualmente es factible que la cartografía sea construida utilizando la georreferenciación en terreno del criterio de delimitación más externo y la posterior corrección, de la cartografía inicial (de gabinete), utilizando estos puntos de verificación en terreno.

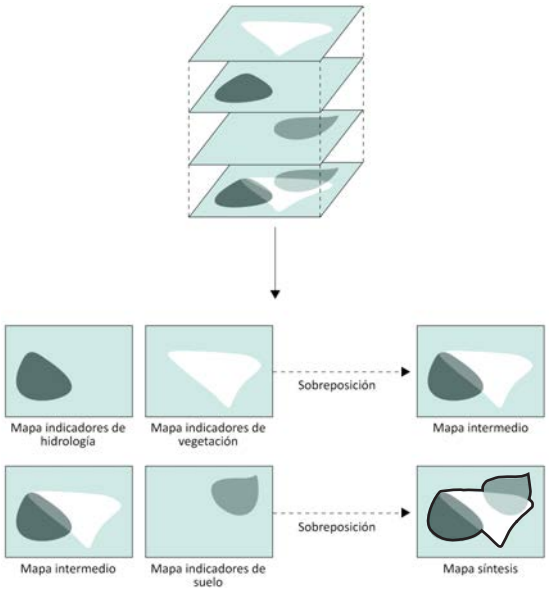


Figura 18. Etapas del método de sobreposición cartográfica.

7. El mapa síntesis, que determina los límites del humedal urbano, debe ser analizado conjuntamente con los planos reguladores u otros instrumentos de planificación territorial, que determinan el límite urbano, siendo requisito para una futura declaración de esta área, que al menos una porción de su territorio se encuentre dentro del límite urbano. Para el establecimiento del límite urbano considerar Artículo 2° Reglamento letra l) Límite urbano: línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal. La cartografía asociada a límites urbanos se encuentra a cargo de los respectivos municipios a través de sus Direcciones de Obras Municipales (DOM) o también puede ser descargada del sitio Infraestructura de datos Geoespaciales IDE Chile (https://www.ide.cl/) o mediante Sitio web de la IDE Minvu (https://ide.minvu.cl/) buscando por término "límite urbano".

8. El mapa debe incorporar en la leyenda: 1) la identificación del humedal urbano, incluyendo sus límites con números correlativos de cada vértice cuyas coordenadas se individualizarán en una tabla (según ejes x, y); 2) el límite urbano, indicando el instrumento al cual corresponde dicho límite: PRC, PRI, o Metropolitano, identificado en punto 7. Además, se deberá incluir una breve descripción del (los) polígono(s) que se solicita(n) reconocer como Humedal Urbano indicando al menos: tipo de humedal (acorde a la clasificación de humedales del inventario nacional de humedales de Chile), temporalidad, superficie y si se encuentra total o parcialmente dentro del límite urbano (ej: humedal natural, ribereño, permanente, de una superficie de 44 ha, ubicado parcialmente dentro del límite urbano), Datum, proyección cartográfica, escala y huso, acorde a lo indicado en artículo 8 del Decreto N°15/2020. En general, para definir la escala y la unidad mínima cartografiable es posible utilizar como fuente la definida por Schoeneberger *et al.* (2012), (Cuadro 8).

Cuadro 8. Escala y unidad mínima cartografiable del humedal

Escala	Unidad mínima cartografiable (ha)
1:500	0,001
1:1.000	0,004
1:5.000	0,010
1:10.000	0,41
1:20.000	1,6
1:30.000	3,6
1:100.000	40

Fuente: Schoeneberger et al, 2012.

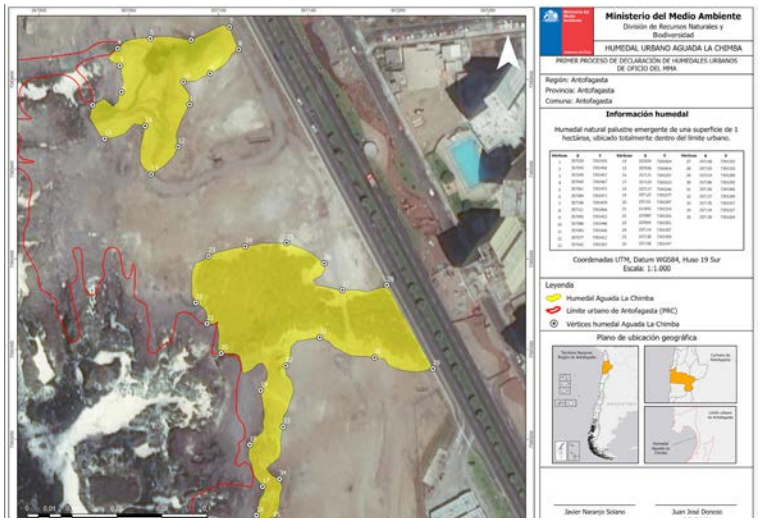
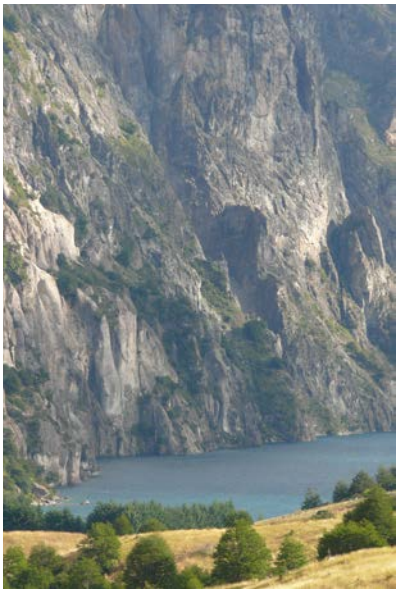


Figura 19. Ejemplo de mapa cartográfico.







ANEXOS

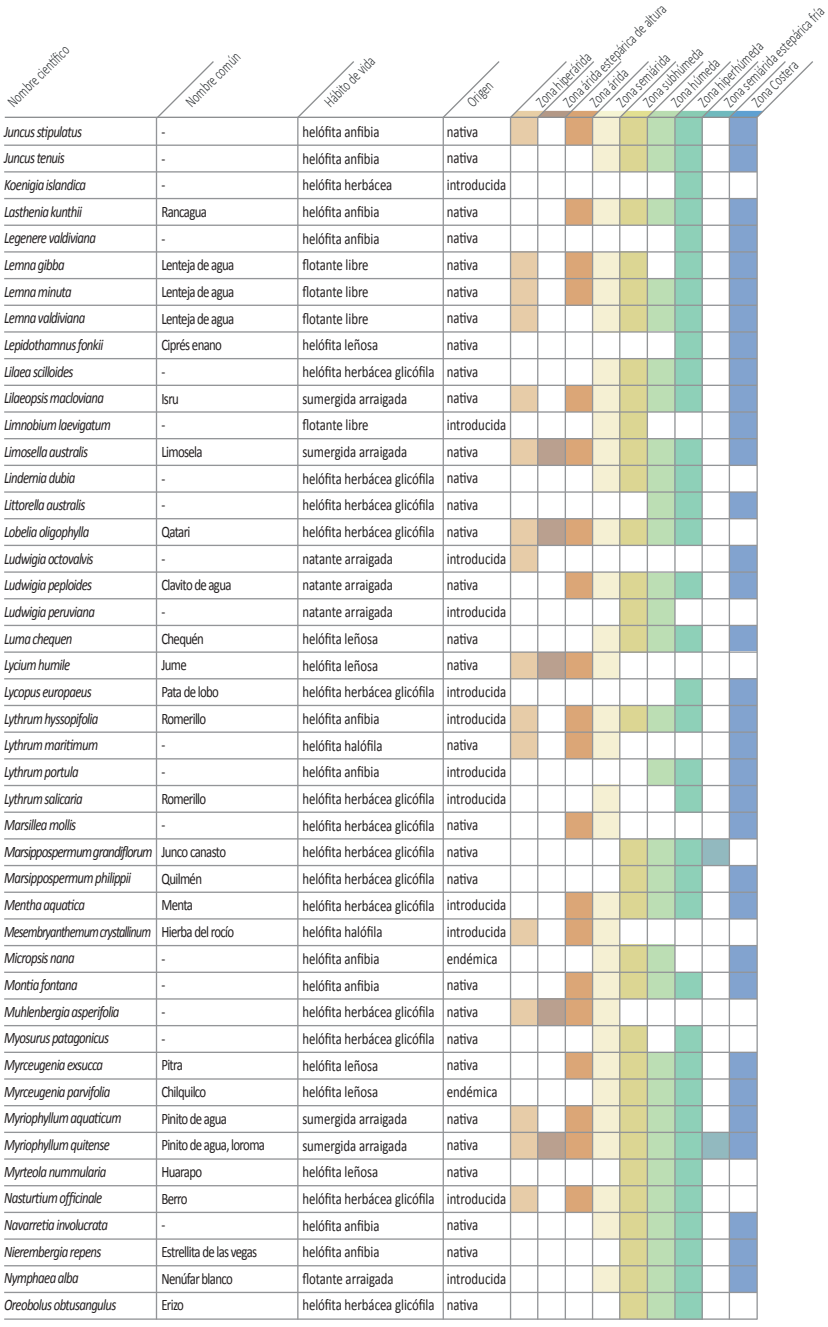


Anexo 1. Listado Referencial de Flora Indicadora de Humedales de Chile

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Agrostis stolonifera	Chépica de agua	helófita herbácea	introducida									
Alisma lanceolatum	Llantén de agua rosado	helófita herbácea glicófila	introducida									
Alisma plantago-aquatica	Lantén de agua	helófita herbácea glicófila	introducida									
Alnus glutinosa	Aliso negro	helófita leñosa	introducida									
Alternanthera halimifolia	Diamante	helófita halófila	nativa									
Alternanthera philoxeroides	Lagunilla	natante arraigada	introducida									
Alternanthera porrigens	Rubí	natante arraigada	nativa									
Ammannia coccinea	-	helófita herbácea glicófila	introducida									
Anagallis alternifolia	Pimpinela	helófita herbácea glicófila	nativa									
Apium nodiflorum	Berraza	helófita herbácea glicófila	introducida									
Apium prostratum	Rapa	helófita halófila	nativa									
Apodasmia chilensis	Canutillo	helófita herbácea glicófila	endémica									
Aponogeton distachyos	Azucena acuática	natante arraigada	introducida									
Arenaria rivularis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Arundo donax	Carrizo gigante	helófita halófila	introducida									
Astelia pumila	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Atriplex chilensis	Cachiyuyo	helófita halófila	endémica									
Azolla filiculoides	Flor del pato	flotante libre	nativa									
Baccharis sagittalis	Vautro de tres esquinas	Helófito herbáceo glicofilo	nativa									
Bacopa monnieri	Bacopa	helófita halófila	nativa									
Bidens aurea	Falso té	helófita herbácea glicófila	introducida									
Bidens laevis	Amor seco	helófita herbácea glicófila	introducida									
Blechnum chilense	Costilla de vaca	helófita herbácea glicófila	nativa									
Blechnum penna-marina	Pinque, Punke	helófita herbácea glicófila	nativa									
Blennosperma chilense	-	helófita anfibia	endémica									
Blepharocalyx cruckshanksii	Temu	helófita leñosa	endémica									
Bolboschoenus maritimus	Bayunco	helófita herbácea glicófila	introducida									
Calandrinia compacta	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Callitriche deflexa	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Callitriche heterophylla	Estrella de agua	natante arraigada	nativa									
Callitriche lechleri	-	sumergida arraigada	nativa									
Callitriche terrestris	Huenchecó	helófita anfibia	nativa									
Callitriche truncata	-	natante arraigada	introducida									
Caltha appendiculata	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Caltha dioneifolia	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Caltha sagittata	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cardamine bonariensis	Berro picante	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cardamine chilensis	-	helófita anfibia	nativa									
Cardamine glacialis	-	helófita anfibia	nativa									
Cardamine variabilis	-	helófita anfibia	nativa									
Carex acutata	Cortadera	helófita herbácea glicófila	endémica									
Carex brongniartii	Cortadera	helófita herbácea glicófila	nativa									
Carex canescens	Cortadera	helófita herbácea glicófila	introducida									
Carex chilensis	Cortadera azul	helófita herbácea glicófila	nativa									
Carex fuscula	Cortadera chica	helófita herbácea glicófila	nativa									

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Carex gayana	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Carex magellanica	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Carex maritima	Pelo de chancho	helófita halófila	nativa									
Carex microglochin	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Carpha schoenoides	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ceratophyllum demersum	Hilo de agua	sumergida libre	nativa									
Colobanthus quitensis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cortaderia speciosa	Espural	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cotula australis	-	helófita herbácea glicófila	introducida									
Cotula coronopifolia	Botón de oro africano	helófita halófila	introducida									
Crassula peduncularis	-	helófita anfibia	nativa									
Crocosmia crocosmiflora	Monbresia	helófita herbácea glicófila	introducida									
Cyperus corymbosus	Junco	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cyperus cyperoides	Hikukio'e (Rapa Nui)	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cyperus eragrostis	Cortadera	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cyperus esculentus	Chufa	helófita herbácea glicófila	introducida									
Cyperus reflexus	Ñocha	helófita anfibia	nativa									
Cyperus rigens	Ñocha	helófita herbácea glicófila	nativa									
Cyperus rotundus	Coquillo	helófita halófila	introducida									
Deyeuxia breviaristata	Pasto vicuña	helófita herbácea glicófila	nativa									
Deyeuxia chrysantha	Sora	helófita herbácea glicófila	nativa									
Deyeuxia curvula	Pasto vicuña	helófita herbácea glicófila	nativa									
Deyeuxia eminens	Pasto huailla	helófita herbácea glicófila	nativa									
Distichia muscoides	Pak'o hembra	helófita herbácea glicófila	nativa									
Distichlis humilis	Pasto salado	helófita halófila	nativa									
Distichlis spicata	Pasto salado	helófita halófila	nativa									
Donatia fascicularis	Hierba de Donati	helófita herbácea glicófila	nativa									
Downingia pusilla	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Drosera uniflora	Atrapa-moscas	helófita herbácea glicófila	nativa									
Dysphania chilensis	Paico	helófita herbácea glicófila	nativa									
Echinochloa colona	Arrocillo	helófita herbácea glicófila	introducida									
Echinochloa crusgalli	Pasto dentado	helófita herbácea glicófila	introducida									
Echinochloa crus-pavonis	-	helófita herbácea	introducida									
Egeria densa	Luchecillo	sumergida arraigada	introducida									
Eichhornia crassipes	Jacinto de agua	flotante libre	introducida									
Elatine trianda	Yerbecilla	sumergida arraigada	nativa									
Eleocharis bonariensis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Eleocharis macrostachya	Rüme	helófita herbácea glicófila	nativa									
Eleocharis melanostachys	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Eleocharis pachycarpa	Rüme	helóita anfibia	nativa									
Elodea potamogeton	Luchecillo	sumergida arraigada	nativa									
Epilobium australe	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Epilobium puberulum	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Equisetum bogotense	Limpia plata	helófita herbácea glicófila	nativa									
Equisetum giganteum	Cola de caballo	helófita herbácea glicófila	nativa									

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Equisetum pyramidale	Cola de caballo	helófita herbácea glicófila	endémica									
Eryngium humifusum	-	helófita anfibia	endémica									
Eryngium pseudojunceum	-	helófita anfibia	nativa									
Erythranthe bridgesii	Berro	helófita herbácea glicófila	nativa									
Erythranthe glabrata	Oqororo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Erythranthe lutea	Berro amarillo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Festuca arundinacea	-	helófita herbácea	introducida									
Festuca deserticola	Waylla	helófita halófita	nativa									
Festuca hypsophyla	-	helófita halófita	nativa									
Frankenia triandra	Llaretilla	helófita leñosa	nativa									
Gaimardia australis	Pasto del turbal	helófita herbácea glicófila	nativa									
Galium leptum	-	helófita herbácea glicófila	endémica									
Galium tricornutum	-	helófita herbácea glicófila	introducida									
Gentiana prostrata	Mamañika	helófita herbácea glicófila	nativa									
Gentianella magellanica	Canchanlagua	helófita herbácea glicófila	nativa									
Glyceria fluitans	-	natante arraigada	introducida									
Glyceria multiflora	Gliceria	natante arraigada	nativa									
Gnaphalium cymatioides	-	helófita anfibia	nativa									
Gratiola peruviana	Contra yerba	helófita anfibia	nativa									
Gunnera tinctoria	Nalca	helófita herbácea glicófila	nativa									
Halerpestes cymbalaria	Oreja de ratón	helófita herbácea glicófila	nativa									
Halerpestes uniflora	-	helófita halófila	nativa									
Hippuris vulgaris	pinito de agua	helófita arraigada	introducida									
Hydrocotyle bonariensis	Muñequita de agua	helófita halófila	nativa									
Hydrocotyle cryptocarpa	Paragüita	helófita anfibia	nativa									
Hydrocotyle ranunculoides	Paragüita	natante arraigada	nativa									
Hydrocotyle umbellata	Redondita de agua	helófita herbácea glicófila	nativa									
Hypochaeris taraxacoides	Psiñe de burro	helófita herbácea glicófila	nativa									
Hypolepis poeppigii	Wilel-lawen	helófita herbácea glicófila	nativa									
Iris pseudacorus	Flor del jote	helófita herbácea glicófila	introducida									
Isoetes chubutiana	-	sumergida arraigada	nativa									
Isoetes savatieri	Isete	sumergida arraigada	nativa									
Isolepis cernua	Can can	helófita anfibia	nativa									
Juncus acutus	Junquillo	helófita halófila	nativa									
Juncus balticus	Junquillo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus bufonius	Junquillo	helófita anfibia	introducida									
Juncus bulbosus	Junquillo	sumergida arraigada	introducida									
Juncus capillaceus	Junquillo	helófita anfibia	nativa									
Juncus cyperoides	Ihua-Ihua	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus effusus	Junquillo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus llanquihuensis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus microcephalus	Junquillo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus pallescens	Hierba de la vaca	helófita herbácea glicófila	nativa									
Juncus planifolius	-	helófita anfibia	introducida									
Juncus procerus	Junquillo	helófita herbácea glicófila	nativa									



Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Juncus stipulatus	-	helófita anfibia	nativa									
Juncus tenuis	-	helófita anfibia	nativa									
Koenigia islandica	-	helófita herbácea	introducida									
Lasthenia kunthii	Rancagua	helófita anfibia	nativa									
Legenere valdiviana	-	helófita anfibia	nativa									
Lemna gibba	Lenteja de agua	flotante libre	nativa									
Lemna minuta	Lenteja de agua	flotante libre	nativa									
Lemna valdiviana	Lenteja de agua	flotante libre	nativa									
Lepidothamnus fonkii	Ciprés enano	helófita leñosa	nativa									
Lilaea scilloides	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Lilaeopsis macloviana	Isru	sumergida arraigada	nativa									
Limnobium laevigatum	-	flotante libre	introducida									
Limosella australis	Limosela	sumergida arraigada	nativa									
Lindernia dubia	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Littorella australis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Lobelia oligophylla	Qatari	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ludwigia octovalvis	-	natante arraigada	introducida									
Ludwigia peploides	Clavito de agua	natante arraigada	nativa									
Ludwigia peruviana	-	natante arraigada	introducida									
Luma chequen	Chequén	helófita leñosa	nativa									
Lycium humile	Jume	helófita leñosa	nativa									
Lycopus europaeus	Pata de lobo	helófita herbácea glicófila	introducida									
Lythrum hyssopifolia	Romerillo	helófita anfibia	introducida									
Lythrum maritimum	-	helófita halófila	nativa									
Lythrum portula	-	helófita anfibia	introducida									
Lythrum salicaria	Romerillo	helófita herbácea glicófila	introducida									
Marsillea mollis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Marsipospermum grandiflorum	Junco canasto	helófita herbácea glicófila	nativa									
Marsipospermum philippii	Quilmén	helófita herbácea glicófila	nativa									
Mentha aquatica	Menta	helófita herbácea glicófila	introducida									
Mesembryanthemum crystallinum	Hierba del rocío	helófita halófila	introducida									
Micropsis nana	-	helófita anfibia	endémica									
Montia fontana	-	helófita anfibia	nativa									
Muhlenbergia asperifolia	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Myosurus patagonicus	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Myrceugenia exsucca	Pitra	helófita leñosa	nativa									
Myrceugenia parvifolia	Chilquilco	helófita leñosa	endémica									
Myriophyllum aquaticum	Pinito de agua	sumergida arraigada	nativa									
Myriophyllum quitense	Pinito de agua, loroma	sumergida arraigada	nativa									
Myrteola nummularia	Huarapo	helófita leñosa	nativa									
Nasturtium officinale	Berro	helófita herbácea glicófila	introducida									
Navarretia involucrata	-	helófita anfibia	nativa									
Nierembergia repens	Estrellita de las vegas	helófita anfibia	nativa									
Nymphaea alba	Nenúfar blanco	flotante arraigada	introducida									
Oreobolus obtusangulus	Erizo	helófita herbácea glicófila	nativa									

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Ourisia coccinea	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ourisia ruelloides	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Oxychloë andina	Pak'o macho	helófita herbácea glicófila	nativa									
Perezia magellanica	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Phragmites australis	Carrizo	helófita halófila	introducida									
Phyla nodiflora	Hierba de la virgen	helófita anfibia	nativa									
Phyllachne uliginosa	Musguillo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Phylloscirpus acaulis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Pilgerodendron uviferum	Ciprés de las guaitecas	helófita leñosa	nativa									
Pilularia americana	-	helófita anfibia	nativa									
Pinguicula antarctica	Flor del pantano	helófita herbácea glicófila	nativa									
Pinguicula chilensis	Violeta del pantano	helófita herbácea glicófila	nativa									
Pistia stratiotes	-	flotante libre	introducida									
Plagiobothrys fulvus	-	helófita anfibia	endémica									
Plagiobothrys pratensis	-	helófita anfibia	endémica									
Polygonum hydropiperoides	-	helófita leñosa	introducida									
Polygonum lapathifolium	Duraznillo	helófita herbácea glicófila	introducida									
Polypogon australis	Hierba del pollo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Polypogon maritimus	Cola de zorro	helófita halófila	introducida									
Polypogon monspeliensis	Cola de zorro	helófita halófila	introducida									
Potamogeton ferrugineus	-	sumergida arraigada	nativa									
Potamogeton gayi	-	flotante arraigada	nativa									
Potamogeton linguatus	-	sumergida arraigada	nativa									
Potamogeton montevidensis	Huiro	flotante arraigada	nativa									
Potamogeton pusillus	Espiga de agua	helófita halófila	nativa									
Potamogeton spirilliformis	Huiro	sumergida arraigada	introducida									
Puccinellia glaucescens	-	helófita halófila	nativa									
Ranunculus apiifolius	Apio cimarrón	helófita halófila	nativa									
Ranunculus aquatilis	Ranúnculo acuático	flotante arraigada	introducida									
Ranunculus bonariensis	Botón de oro	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ranunculus chilensis	Cáustico de vega	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ranunculus flagelliformis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ranunculus hydrophilus	Hierba del sapo	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ranunculus minutiflorus	Penchaico	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ranunculus muricatus	-	helófita herbácea glicófila	introducida									
Ranunculus peduncularis	Hierba de la vaca	helófita herbácea glicófila	nativa									
Rorippa palustris	-	helófita herbácea glicófila	introducida									
Rostkovia magellanica	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Ruppia filifolia	Pelo de marisma	sumergida arraigada	nativa									
Ruppia maritima	Pelo de marisma	sumergida arraigada	nativa									
Sagittaria montevidensis	Lengua de vaca	helófita herbácea glicófila	nativa									
Salix viminalis	Sauce mimbre	helófita leñosa	introducida									
Salvinia auriculata	Helecho mariposa	flotante libre	introducida									
Samolus repens	Pimpinela	helófita halófila	nativa									
Sarcocornia magellanica	-	helófita halófila	nativa									

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona húmeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Sarcocornia neei	Hierba sosa	helófita halófila	nativa	■		■	■	■	■		■	
Sarcocornia pulvinata	Yaretilla de la vega	helófita herbácea glicófila	nativa	■	■							
Schizaea fistulosa	-	helófita herbácea glicófila	nativa						■		■	
Schoenoplectus americanus	Totora azul	helófita halófila	nativa	■		■	■	■		■		■
Schoenoplectus californicus	Totora	helófita herbácea glicófila	nativa	■		■	■	■	■	■		■
Schoenoplectus pungens	Totora	helófita herbácea glicófila	nativa	■		■	■	■	■			
Schoenus andinus	Quilmén	helófita herbácea glicófila	nativa				■	■	■			
Schoenus rhynchosporoides	-	helófita herbácea glicófila	nativa				■	■	■			
Scirpus angustisquamis	-	helófita herbácea glicófila	endémica					■	■			
Scutellaria racemosa	-	helófita herbácea glicófila	nativa				■	■	■		■	
Selliera radicans	Maleza de marisma	helófita halófila	endémica	■		■	■	■	■		■	
Senecio acanthifolius	-	helófita herbácea glicófila	nativa						■		■	
Senecio aquaticus	Senecio	helófita herbácea glicófila	introducida					■		■	■	
Senecio fistulosus	Hualtata	helófita herbácea glicófila	nativa			■	■	■	■	■	■	
Senecio smithii	Vautro blanco	helófita herbácea glicófila	nativa						■	■		
Senecio zosterifolius	-	sumergida arraigada	nativa				■	■	■		■	
Sium latifolium	-	helófita herbácea glicófila	introducida	■		■	■					
Spergula rubra	Tiqui tiqui	helófita halófila	introducida			■	■	■	■		■	
Spirodela intermedia	-	flotante libre	nativa				■					
Sporobolus densiflorus	Llinto	helófita halófila	nativa				■	■	■	■		■
Sternodia durantifolia	Contra yerba	helófita herbácea glicófila	nativa	■		■	■	■	■			■
Sticherus cryptocarpus	Hierba loza	helófita herbácea glicófila	nativa					■	■	■		
Sticherus litoralis	-	helófita herbácea glicófila	endémica						■	■		■
Stuckenia filiformis	Pasto de agua	sumergida arraigada	nativa	■	■	■			■	■		
Stuckenia pectinata	-	sumergida arraigada	nativa	■		■	■	■		■		■
Stuckenia striata		sumergida arraigada	nativa				■			■		
Symphyotrichum vahlii	Margarita palustre	helófita herbácea glicófila	nativa				■	■	■	■		■
Tepualia stipularis	Tepu	helófita leñosa	nativa				■	■	■	■		■
Tessaria absinthioides	Brea	helófita leñosa	nativa	■		■	■	■		■		
Tetroncium magellanicum	-	helófita herbácea glicófila	nativa						■	■		■
Triglochin concinna	Hierba de paloma	helófita halófila	nativa	■		■	■			■		■
Triglochin palustris	Hierba de paloma	helófita halófila	nativa	■		■	■			■		■
Triglochin striata	Hierba de paloma	helófita halófila	nativa	■	■	■	■	■	■	■		■
Typha angustifolia	Vatro	helófita halófila	introducida	■		■	■	■	■	■		■
Typha domingensis	Vatro rojo	helófita halófila	introducida	■		■	■	■	■	■		■
Utricularia gibba	Bolsita de agua	sumergida libre	nativa	■		■	■	■	■	■		■
Valeriana lapathifolia	Hualhuilque	helófita herbácea glicófila	nativa					■	■	■		
Verbena litoralis	Verbena	helófita herbácea glicófila	nativa	■			■	■	■	■		■
Verbena officinalis	Verbena	helófita herbácea glicófila	introducida			■	■	■	■	■		
Veronica anagallis-aquatica	No me olvides del campo	sumergida arraigada	introducida	■		■	■	■	■	■		■
Werneria heteroloba	Pasto de bofedal	helófita herbácea glicófila	nativa	■	■	■						
Werneria pinnatifida	-	helófita herbácea glicófila	nativa	■	■	■						
Werneria pygmaea	Mamañika	helófita herbácea glicófila	nativa	■	■	■	■					
Werneria spathulata	Pupusa de agua	helófita herbácea glicófila	nativa	■	■							
Wolffia brasiliensis	Lentejuela de agua	flotante libre	nativa				■					

Nombre científico	Nombre común	Hábito de vida	Origen	Zona hiperárida	Zona árida estepárica de altura	Zona árida	Zona semiárida	Zona subhúmeda	Zona humeda	Zona hiperhúmeda	Zona semiárida estepárica fría	Zona Costera
Wolffiella oblonga	Lenteja de agua	flotante libre	nativa									
Zameioscirpus atacamensis	-	helófita herbácea glicófila	nativa									
Zannichellia andina	-	sumergida arraigada	nativa									
Zannichellia palustris	Cachudita de agua	sumergida arraigada	introducida									

Este listado identifica las principales especies hidrófitas y helófitas que permiten indicar la existencia de un humedal. No corresponde al listado total de especies que es posible encontrar en los humedales de Chile. El listado es referencial y puede verse afecto a futuras actualizaciones por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

Anexo 2. Formulario de toma de datos

1. GENERAL

Nombre humedal: _____
Región: _____
Comuna: _____
Nombre evaluador/a: _____

Fecha: _____
Coordenadas: _____
Altitud: _____

2. ESPECÍFICO DEL ÁREA

¿Se observa alteración humana en el área (ej. drenaje o relleno)? ☐ Sí ☐ No
¿El área presenta alteración provocada por fenómeno natural? ☐ Sí ☐ No
¿La vegetación se observa alterada o modificada? ☐ Sí ☐ No
¿Existe infraestructura en el sitio? ☐ Sí ☐ No

Indique el tipo de la infraestructura _____
Tipo de uso de suelo _____

3. TRANSECTOS Y MUESTREO

Principal: Largo (m): _____
Secundarios: Cantidad Largo (m): _____
Distancia separación: _____

Coordenada inicial y final del transecto: _____

Esquema del sitio / estratos y unidades de vegetación / transectos

Descripción general del sitio:

Anexo 3. Formulario de toma de datos criterio vegetación hidrófita

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO

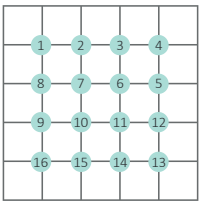
Nombre humedal: _____ Sitio: _____ Propietario: _____ Nombre evaluador/a: _____	Región: _____ Comuna: _____	Fecha: _____ Coordenadas de referencia Este: _____ Sur: _____

Unidad vegetacional:			Unidad vegetacional:		
Grilla 1			Grilla 2		
Intersección	Especie	Hábito de vida	Intersección	Especie	Hábito de vida
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
Total hidrófitas o helófitas:			Total hidrófitas o helófitas:		

Unidad vegetacional:			Unidad vegetacional:		
Grilla 3			Grilla 4		
Intersección	Especie	Hábito de vida	Intersección	Especie	Hábito de vida
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
Total hidrófitas o helófitas:			Total hidrófitas o helófitas:		

Cantidad de intersecciones con especies hidrófitas o helófitas: _____
Cálculo hidrófitas/helófitas (considerando 100%=64 intersecciones): _____
Unidad homogénea corresponde a humedal: Sí _____ No _____

Referencia de grilla para vegetación:



Repetir esta hoja según la cantidad de unidades que se evaluarán

Anexo 4. Formulario de registro de indicadores de hidrología

1. IDENTIFICACIÓN DEL SITIO

Nombre humedal: _____ Sitio: _____ Propietario: _____ Nombre evaluador/a: _____	Región: _____ Comuna: _____	Fecha: _____ Coordenadas de referencia Este: _____ Sur: _____

2. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES NORMALES (CAN) Y ZONA BIOGEOGRÁFICA

Determine si en la fecha de visita al sitio éste se encuentra en CAN: ☐ Sí ☐ No ☐ Será determinado posteriormente

Determine la zona biogeográfica correspondiente al sitio:

Nota: es recomendable que las CAN y la zona biogeográfica sea determinada previamente, pero si no se encuentran determinadas puede hacerse posteriormente para la interpretación de indicadores.

☐ Árida	☐ Árida estepárica de altura	☐ Semiárida
☐ Hiperárida	☐ Semiárida estepárica fría	☐ Subhúmeda
☐ Húmeda	☐ Hiperhúmeda	☐ Límite costero

3. REGISTRO DE INDICADORES

Marque con **P** o **S** los indicadores primarios o secundarios observados según corresponda a la zona biogeográfica y georreferencie con GPS (o similar) con el código correspondiente al indicador observado. Para los indicadores no observados indique con un guión (**-**).

Grupo A Observación de aguas superficiales o suelos saturados	A1	☐ Agua superficial
	A2	☐ Nivel freático alto
	A3	☐ Saturación
	A4	☐ Pleamar
Grupo B Evidencia de inundación reciente	B1	☐ Marcas de agua
	B2	☐ Depósitos de sedimentos
	B3	☐ Depósitos de deriva (drift)
	B4	☐ Estera o costra de algas
	B5	☐ Depósitos de hierro
	B6	☐ Grietas superficiales de suelo
	B7	☐ Inundación visible en imágenes aéreas
	B8	☐ Superficie cóncava con escasa vegetación
	B9	☐ Hojas manchadas de agua
	B10	☐ Patrones de drenaje
	B11	☐ Costras de sal
	B12	☐ Costras de biota
	B13	☐ Invertebrados acuáticos (o "fauna")
	B14	☐ Depósitos de marga
	B15	☐ Líneas de corte de musgo
Grupo C Evidencia de saturación del suelo actual o reciente	C1	☐ Olor a sulfuro de hidrógeno
	C2	☐ Nivel freático en estación seca
	C3	☐ Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas
	C4	☐ Presencia de hierro reducido
	C5	☐ Depósitos de sal
	C6	☐ Reducción reciente de hierro en suelos labrados
	C7	☐ Superficie de estiércol fino
	C8	☐ Madrigueras de cangrejos de río o camarones
	C9	☐ Saturación visible en imágenes aéreas
Grupo D Evidencia de otras condiciones del lugar	C1	☐ Plantas atrofiadas o estresadas
	C2	☐ Posición geomórfica
	C3	☐ Acuitardo poco profundo

Otras observaciones:

Anexo 5. Formulario de registro de variables de suelo

1. IDENTIFICACIÓN DEL SITIO

Nombre humedal: _____ Sitio: _____ Propietario: _____ Nombre evaluador/a: _____	Región: _____ Comuna: _____	Fecha: _____ Coordenadas de referencia Este: _____ Sur: _____

¿Son las condiciones climáticas / hidrológicas del sitio típicas para esta época del año? Si ____ No ____ ¿El sitio está artificialmente drenado? Si ____ No ____
¿El suelo está alterado o modificado? _____

Descripción del perfil: (describa la profundidad necesaria para documentar el indicador o confirmar la ausencia de indicadores. Registrar profundidad de cada diferencia de estratos identificables entre los 0 y 30 cm)

Profundidad (cm)	Color de matriz húmeda		Moteados		Material		Grado de humedad		
	Valor	Croma	Presente	Ausente	Arenoso	No arenoso	Húmedo	Seco	Saturado

Interpretación acerca de la presencia de un indicador y de qué tipo para el sitio en general:

Depósitos orgánicos
____ Material orgánico (general)
____ Materia orgánica en superficie
____ Materia orgánica subsuperficial

Rasgo redoximórfico
____ Concentraciones de hierro (manchas de colores rojizos)
____ Matriz reducida (verificar valor y croma de cada caso)

Grado de humedad
____ Seco
____ Húmedo
____ Fluido

Color
____ Gley
____ Moteado

Causa de la humedad

Ubicación
____ Depresión
____ Plano
____ Valle
____ Quebrada
____ Pendiente

Nivel freático
____ Profundidad del agua (cm)

____ Influencia de marea

Horizontes
____ Profundidad a horizonte restrictivo (cm)

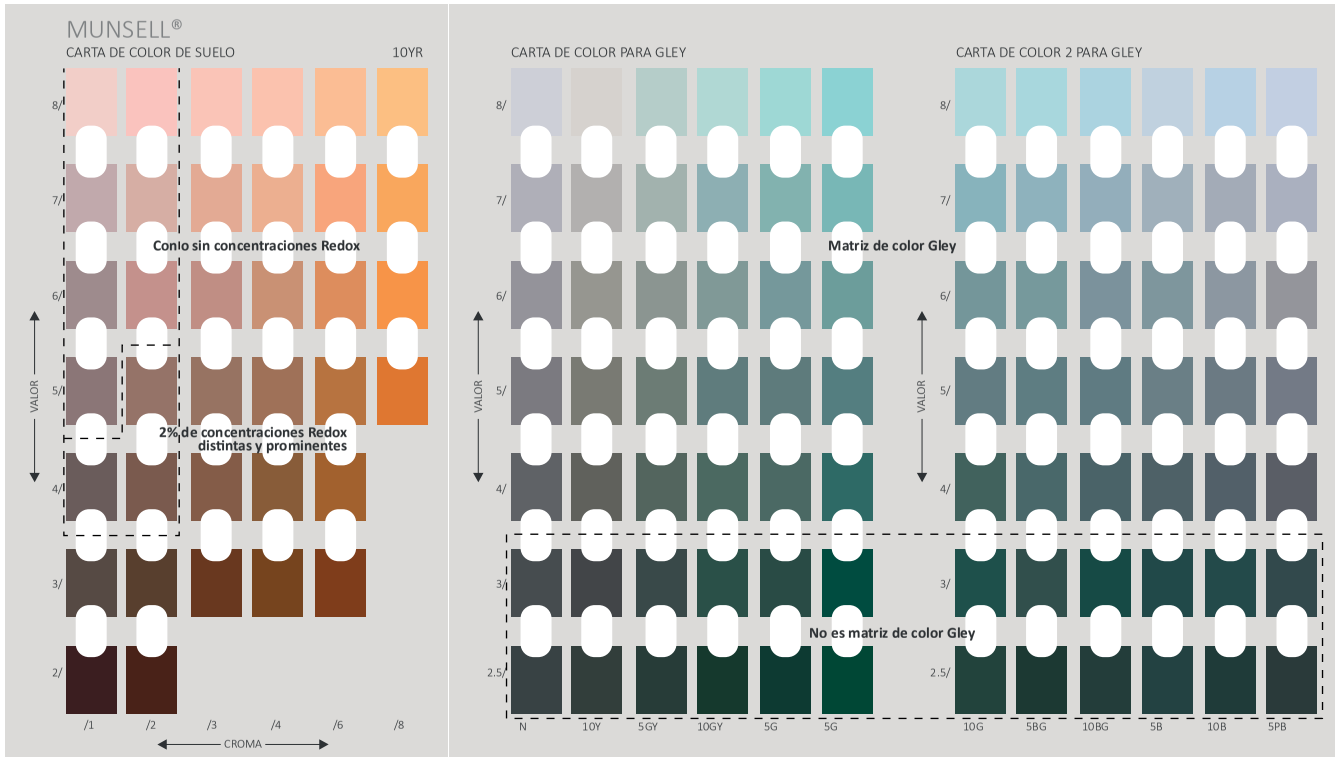
Esquema del sitio / suelo:

Comentarios:

Números de fotos: _____

¿Suelo hídrico presente? ____ Si ____ No ____ Incierto

Anexo 6. Matrices típicas de suelos hídricos. Se destacan con línea punteada las matrices reducidas









ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS



5.1. HIDROLOGÍA Y HUMEDALES

5.1.1. ROL E IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA EN RELACIÓN CON LOS HUMEDALES

La hidrología de los humedales se refiere al momento y la extensión de las inundaciones o la saturación del suelo y se considera que es la "fuerza motriz" en la formación de humedales. Las precipitaciones, la permeabilidad del suelo, la posición en el paisaje, el uso del suelo circundante y el tipo de vegetación influyen en la hidrología de un humedal. Aunque la hidrología es el más importante de los tres parámetros de humedales, a veces puede ser el factor más difícil de determinar en el campo porque los niveles de agua en los humedales son a menudo muy variables en el transcurso de un año promedio (Department of Environmental Conservation Vermont State, 2020).

Sin embargo, los humedales no se definen uniformemente en términos de presencia o ausencia de agua. Generalmente, los humedales son áreas donde las plantas tolerantes a las condiciones del suelo anaeróbico pueden crecer, y donde la evidencia de condiciones anaeróbicas se encuentra en los indicadores del suelo. Las condiciones anaeróbicas son creadas por la presencia de agua que reemplaza el aire en la matriz del suelo. La duración de las condiciones anaeróbicas, la profundidad de la inundación o la profundidad de las aguas subterráneas necesarias para que un área determinada sea un humedal no es una constante. Las condiciones locales dictan las combinaciones de parámetros hidrológicos necesarios para apoyar la vegetación hidrófita. Por esta razón, la evaluación de la hidrología,

vegetación hidrófita y edafología se deben trabajar en conjunto para definir los parámetros hidrológicos (USDA, 2015).

La hidrología de los humedales puede documentarse mediante la observación de indicadores hidrológicos en terreno, o mediante el análisis de datos hidrológicos como registros de lluvias, caudales, temperatura, niveles de aguas subterráneas y datos climáticos (USDA, 2015). Para efectos de esta guía las técnicas de observación son referidas a indicadores en terreno.

La hidrología es por su propia naturaleza dinámica, variando anual, estacional y diariamente de humedal a humedal (no hay dos exactamente iguales) y de región en región. En consecuencia, las evaluaciones hidrológicas requieren estudios a largo plazo para documentar las fluctuaciones en los niveles de aguas superficiales y subterráneas.

5.1.2. TIPOS DE HUMEDALES EN RELACIÓN CON LA HIDROLOGÍA

Las características hidrológicas son importantes descriptores de los humedales, ya que la hidrología varía entre diferentes humedales. Sin embargo, no existe actualmente consenso absoluto en cuanto a los parámetros relevantes para la descripción de la hidrología de un humedal. Entre los descriptores que son relevantes para la clasificación de humedales según su hidrología se encuentran los mencionados en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Diferentes descriptores para clasificación de humedales en relación con la hidrología.

Descriptor de hidrología	Aplicabilidad
Frecuencia y duración de las inundaciones	Análisis.
Profundidad del agua	Análisis de estabilidad del humedal.
Flujo direccional	Determinación de si el humedal es un sistema de origen, paso o sumidero, o bidireccional como es el caso de humedales influidos por las mareas.
Otros parámetros hidrodinámicos	Se incluyen las fluctuaciones verticales que incluyen los movimientos del nivel freático.
Régimen de inundación/saturación	Incorporación de humedales estacionales y cíclicos.
Fuente de agua	Determinación del origen de las aguas para efectos de establecer su dependencia de éstas.
Fuente de agua/ posición en el paisaje	Caracterización y delimitación.

Si bien estos descriptores tienen aplicabilidad relevante para caracterizar y evaluar un humedal, para efectos del proceso de delimitación se consideran sobre la fuente de agua y la posición en el paisaje, lo que se explica en detalle en la sección 2.2. Tipos de humedales urbanos de esta guía, en función de la hidrología.

5.1.3. CONSIDERACIONES RELEVANTES EN CUANTO A LA HIDROLOGÍA DE HUMEDALES

En el Cuadro 10 se exponen elementos relevantes para el proceso de delimitación de humedales en relación con la hidrología y que deben ser considerados en algunos casos.

Cuadro 10. Elementos relevantes a considerer en el proceso de delimitación de humedales mediante hidrología.

Elemento	Resumen
Grado de humedad	El grado de humedad está definido temporal y espacialmente. Son relevantes: a. Duración de la humedad: 14 días consecutivos de inundación. b. Frecuencia y periodicidad de humedad: período de inundación anual para zonas húmedas. Para zonas áridas, semiáridas e hiperáridas puede considerarse un periodo mayor. c. Profundidad de saturación: saturación desde los 30 cm de profundidad hasta la superficie.
Temporada de crecimiento	Se presenta sobre los 2°C promedio diario de temperatura del aire, lo que ocurre durante todo el año en la mayor parte del territorio nacional, exceptuando las zonas cordilleranas y de las regiones de Aysén y Magallanes.
Ambiente anaeróbico y reductor	Estos dos signos de humedales se presentan luego de un anegamiento mayor a 14 días en casi todos los casos. Sin embargo, suelos del desierto y de climas muy fríos podrían no presentarlos.
Presencia de ecotono	Muchos de los humedales en Chile presentan un ecotono (transición) entre el humedal y tierra seca. Sin embargo, algunos humedales no presentan este ecotono lo que facilita su delimitación desde el criterio vegetación hidrófita.
Hábitats ribereños	No todos los hábitats ribereños son humedales. La evaluación de los criterios de hidrología no es diferente a otros casos de humedales.
Humedales de ocurrencia cíclica	En zonas áridas, semiáridas e hiperáridas la evaluación de la periodicidad de inundación debe realizarse considerando la posibilidad de humedales de ocurrencia cíclica, que se presentan dependiendo de factores climáticos cíclicos pero no estacionales.

A continuación se explican en detalle cada uno de estos elementos.

5.1.3.1. Grado de humedad de un humedal

El nombre “humedal” implica que la tierra tiene una humedad significativa que implica el agotamiento del oxígeno disuelto en el suelo, haciendo que este se vuelva anaeróbico, permitiendo la formación de suelos hídricos y el establecimiento de comunidades vegetales hidrófitas.

Sin embargo, no existe consenso sobre la hidrología mínima necesaria para apoyar esa vegetación y formar tales suelos lo que junto con la alta variabilidad en hidrología entre los humedales es sin duda la razón principal por la que las definiciones de “humedal” evitan la especificidad y simplemente afirman que la zona está lo suficientemente húmeda como para apoyar la vegetación hidrófila y/o para formar suelos hídricos.

Las plantas y las propiedades del suelo en un sitio son, en gran parte, las expresiones o manifestaciones de la humedad del sitio y son los indicadores de lo húmedo que es realmente el sitio, siempre que no haya sido drenado. Por ejemplo, cuando se observa agua en combinación con plantas acuáticas flotantes, una interpretación válida es que el área está permanentemente (o casi siempre) inundada. Sin embargo, si un campo de maíz se inunda, es probable que la interpretación sea que la presencia de agua es temporal. La vegetación ayuda con la interpretación de la duración y frecuencia de la humedad.

Por otro lado, la vegetación en sí tiene un efecto significativo en la hidrología de un sitio, especialmente en sitio con un soporte de árboles maduro y abundante. En estos casos el sitio a menudo parece estar mejor drenado de lo que realmente es debido a que la transpiración de la cubierta vegetal es un factor determinante en la aparente sequedad del sitio. Este factor es relevante, por ejemplo, en las zonas de bosques pantanosos de la zona biogeográfica hiperhúmeda y en las turberas.

Al definir la hidrología de los humedales, los cuatro factores principales a tener en cuenta incluyen:

a. Duración de la humedad.
b. Frecuencia de humedad.
c. Profundidad de saturación.
d. Periodicidad o estacionalidad de la humedad.

Estos cuatro factores que trabajan juntos influyen en las comunidades vegetales y en la formación del suelo, así como en la vida animal y en las funciones de los humedales.

Duración de inundaciones o anegamiento

La tasa de agotamiento de oxígeno que implica el establecimiento de comunidades vegetales específicas de humedales depende de varios factores, incluyendo la temperatura del suelo, el contenido de materia orgánica y la demanda de oxígeno químico del hierro y otros elementos reducidos. Sin embargo, en el ámbito internacional se reconoce que en casi todos los casos las inundaciones o anegamientos del suelo durante 14 días consecutivos son suficientes para crear un entorno de humedales.

Frecuencia de humedad prolongada

En gran parte de las zonas húmedas e hiperhúmedas de Chile, las precipitaciones superan la evaporación, por lo que el agua está disponible durante todo el año, en la mayoría de los años. Esto ha creado condiciones favorables para la formación de humedales, y como resultado, muchos de los humedales del país se encuentran aquí. Los patrones de precipitación en estas regiones son más o menos predecibles, reconociendo variaciones estacionales y anuales, por lo que considerar la hidrología de los humedales en términos de un “año promedio” o las condiciones que prevalecen en la mayoría de los años tiene utilidad. En consecuencia, la humedad prolongada que ocurre en la mayoría de los años es un estándar útil para la delimitación de humedales en estas regiones.

Sin embargo, los patrones de precipitación son muy diferentes en las regiones hiperáridas, áridas y semiáridas, caracterizadas por déficits hídricos anuales y por frecuentes sequías a largo plazo. Para estas regiones las condiciones de humedad “promedio” son cálculos matemáticos sin significado ecológico en la evaluación de la hidrología

de humedales. Por ejemplo, se han encontrado que las propiedades hidromórficas pueden desarrollarse en suelos saturados durante menos de 5 semanas a una frecuencia de una vez cada 3 años .

Profundidad crítica de saturación

La saturación en la zona radicular es fundamental para definir la hidrología de los humedales, ya que la mayor parte de las raíces en las plantas de humedales se limita generalmente a la zona superior, parcialmente aireada del suelo, observándose la mayoría de las raíces dentro de los primeros 30 cm de la superficie de suelo y en casos más específicos a no más de 60 cm de profundidad (Tiner, 2017).

Hidrología de humedales definida

Estudios en otros países concluyen que la hidrología de humedales debe considerarse la saturación dentro de 30 cm de la superficie del suelo durante 2 semanas o más durante la temporada de crecimiento en la mayoría de los años. Los 30 cm superiores contienen la mayoría de las raíces de la planta que se verían afectadas negativamente por condiciones anaeróbicas resultantes de la saturación prolongada (Tiner, 2017).

5.1.3.2. Importancia de la “temporada de crecimiento” en la definición de la hidrología de humedales

Las inundaciones prolongadas o la saturación prolongada durante la temporada de crecimiento, ejercen un estrés considerable en las plantas. Muchas especies no pueden tolerar ni siquiera unos pocos días de inundación durante la temporada de crecimiento. Dado este efecto limitante sobre la actividad vegetal, la mayoría de las definiciones de humedales enfatizan la humedad durante la temporada de crecimiento. Sin embargo, la humedad durante la temporada de “no crecimiento” puede tener un efecto beneficioso en algunas plantas. La definición de temporada de crecimiento ha pasado a ser de vital importancia para establecer el umbral mínimo para la hidrología de humedales.

Los signos de inicio y final de la temporada de crecimiento son observables en la actividad biológica, ya sea a través de la vegetación o de actividad microbiana. Sin embargo, en estudios de campo como el descrito en esta guía, la temporada de crecimiento puede determinarse

por la temperatura del suelo de 5°C o superior a una profundidad de 30 cm, o con una temperatura del aire diaria promedio de 2,2°.

Para el caso de Chile, la temporada de crecimiento dura todo el año con excepción de algunas zonas cordilleranas en la zona norte y centro, así como en el extremo sur (regiones de Aysén y de Magallanes).

5.1.3.3. Humedales y período de anaerobiosis y reducción

Las inundaciones prolongadas y el anegamiento crean condiciones anaeróbicas en la mayoría de los suelos. La naturaleza recurrente de tales eventos promueve la formación de humedales y tiene un profundo efecto en la vida vegetal y animal. La mayoría de los humedales experimentan una significativa reducción y anaerobiosis debido a la humedad prolongada. Sin embargo, el anegamiento no tiene necesariamente que dar lugar a sustratos anaeróbicos (deficientes en oxígeno) o promover la reducción.

A continuación, se mencionan cuatro condiciones en las que los suelos saturados no pueden reducirse o no presentan anaerobiosis:

a. Climas fríos con temperatura media diaria promedio inferior a 1°C.
b. Suelos muy salinos (por ejemplo, en el desierto) donde la alta salinidad restringe el crecimiento de microbios “reductores”.
c. Las zonas con poca o ninguna materia orgánica y cantidades moderadas a altas de carbonato de calcio que limitan la reducción en regiones áridas y semiáridas.
d. Zonas de descarga de aguas subterráneas donde hay considerable oxígeno disuelto (por ejemplo, suelos en los bordes de los valles).

5.1.3.4. Humedales y ecotono

Muchos de los humedales en Chile no presentan un ecosistema de transición (ecotono) entre la tierra y un cuerpo de agua, sino que están rodeados por tierras secas en todo su contorno. Sus comunidades vegetales son generalmente distintivas, pero no suelen contener mezclas de especies acuáticas y terrestres (Tiner, 2017). Para fines de

[15] Si se determina el período bajo el cual hacer observaciones de campo debe considerarse la probabilidad de encontrar esas temperaturas en función de datos históricos.

delimitación es un aspecto relevante, puesto que en estos casos el límite es claro y categórico desde el criterio vegetación (sección 3.3.2).

Es de importancia en Chile la amplia región intermareal que representa diferentes tipos de humedales que varían con la salinidad. Esta zona fronteriza, en algunos casos, tiene cualidades ecotonales de mayor diversidad y mezcla de especies macrofíticas de comunidades adyacentes, a diferencia de otras marismas que se caracterizan por plantas que en su mayoría son únicas de estas marismas, generalmente halófitas (tolerantes a la sal) especialmente adaptadas para la vida en suelos salinos. En este contexto, algunos humedales intermareales quedan definidos prácticamente solo por la hidrología, es decir, delimitados hacia el continente por la pleamar y cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros.

5.1.3.5. Humedales y hábitats ribereños

De acuerdo con las condiciones de frecuencia y duración de anegamiento y saturación requeridas para la formación de humedales, hay áreas en la porción escasamente inundada de llanuras inundables que están saturadas debido a la existencia de aguas subterráneas o la escorrentía local para calificar como humedales. En consecuencia, hay lugares en zonas ribereñas que son humedales y otros que simplemente no están lo suficientemente húmedos (al menos una napa freática a 30 cm de la superficie) o con una duración suficiente de la humedad para ser considerados humedales (menos de 14 días consecutivos de inundación en temporada de crecimiento).

No reconocer todos los lugares de la zona ribereña como humedales no debe interpretarse en el sentido de que no son recursos naturales importantes para mantener la integridad biológica, física y química de las aguas o de los ecosistemas y sus funciones y servicios, especialmente considerando que muchas de las áreas ribereñas proporcionan muchas funciones similares a los humedales.

5.2. CLASIFICACIÓN DE LA FLORA HIDRÓFILA

A continuación, se presenta una clasificación frecuentemente utilizada de plantas presentes en humedales, en base a la forma de desarrollo y la relación con el medio ambiente donde viven.

5.2.1. HIDRÓFITAS O PLANTAS ACUÁTICAS

Las Hidrófitas son aquellas plantas que tienen todas sus estructuras vegetativas en el agua, flotando en la superficie o sumergidas totalmente. Se encuentran enraizadas al sustrato o libremente en el agua. Las hidrófitas son capaces de alcanzar su ciclo regenerativo cuando todas sus partes vegetativas están sumergidas o soportadas por agua, o viven normalmente sumergidas, pero son inducidas a reproducirse sexualmente cuando sus fracciones vegetativas quedan expuestas debido a emersión (Chambers *et al.* 2008; citado en Urrutia *et al*. 2017). Se incluyen en este grupo a plantas vasculares, algunos géneros de briófitos y las algas carófitas y filamentosas.

Las hidrófitas son las mejores indicadoras del estado de su hábitat por su mayor sensibilidad a las condiciones (principalmente químicas) del agua.

5.2.1.1. Flotantes arraigadas o natantes

Plantas acuáticas que viven arraigadas en el fondo fangoso y sólo las hojas sobresalen del agua. Son especies de gran área foliar suspendida sobre la superficie del agua estancada o suaves corrientes de agua. Sus hojas presentan un haz expuesto al aire con estomas normales y un

envés subacuático con hidroporos. Sus flores yacen sobre la superficie del agua o se levantan un poco sobre ella. Estas plantas usualmente son perennes y se arraigan firmemente al fondo del cuerpo de agua en el sustrato a través de extensos sistemas de rizomas y gran cantidad de raíces secundarias. Sus largos pecíolos les permiten extender sus hojas flotantes hacia la superficie. Su hábito de crecimiento es natante (Ramírez y Álvarez, 2012; Yvanosky, sin año).

Se distinguen dos tipos: uno con tallos cortos rizomatosos y hojas isomorfas, normalmente de láminas foliares circulares que viven generalmente en ambientes sin corriente, como por ejemplo el nenúfar blanco europeo (*Nymphaea alba*); el otro tipo presenta tallos largos subacuáticos y hojas dimorfas, de morfología distinta, unas sumergidas y otras natantes, normalmente de láminas foliares lanceoladas alargadas, lo que le permite soportar la corriente. *Potamogeton linguatus* y *Glyceria multiflora* por ejemplo presentan este dimorfismo foliar. Este dimorfismo foliar puede causar confusión en la identificación de las especies, sobre todo en épocas desfavorables cuando desaparecen las hojas natantes (Ramírez y Álvarez, 2012).

Otras especies comunes en humedales de Chile son el pinito de agua (género *Myriophyllum*) y el clavito de agua (*Ludwigia peploides*). *Hydrocotyle ranunculoides* abunda en arroyos litorales contaminados con aguas servidas, mientras que, *Alternanthera porrigens* puede crecer en aguas salobres con corriente en arroyos de la Región de Valparaíso (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.1.2. Flotantes de vida libre

Son plantas acuáticas que habitan sobre la superficie del agua. La mayor parte de sus estructuras, tallos, hojas y flores son flotantes. Sus raíces no están sujetas al fondo del cuerpo de agua, las que pueden ser bastante incipientes, ya que no cumplen función de anclaje, o bien, adquirir gran desarrollo actuando como órgano de contrapeso del vástago, el que así puede flotar (Ramírez y Álvarez, 2012).

Estas especies pueden ser de gran tamaño, con un cormo, hojas en roseta y un gran desarrollo de raíces sumergidas. Es el caso por ejemplo del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). Otras especies son más pequeñas y su cuerpo más simplificado, con forma talosa y raíces reducidas. Algunos ejemplos son las lentejas de agua (especies

del género *Lemna*) y helechos de agua (especies del género *Azolla*; Ramírez y Álvarez, 2012; Yvanosky, sin año).

Las hidrófitas flotantes libres cubren la superficie del espejo de agua formando densas poblaciones que impiden el desarrollo de plantas acuáticas sumergidas y de fitoplancton al interrumpir el paso de la luz, aunque su desarrollo está limitado por la corriente que las arrastra. Las de gran tamaño son abundantes en regiones tropicales y mediterráneas cálidas, mientras que las de menor tamaño alcanzan zonas templadas. El desarrollo de sus poblaciones es favorecido por la eutrofización del agua. Muchas de estas especies son malezas invasoras que dificultan el uso de los cuerpos acuáticos, como *Eichhornia crassipes* o *Limnobium laevigatum* (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.1.3. Sumergidas arraigadas

Son plantas acuáticas herbáceas que permanecen completamente sumergidas bajo el agua; tienen raíces, tallos y hojas bajo la superficie. Alcanzan el máximo nivel de adaptación acuática al desarrollar órganos fotosintéticos y reproductivos bajo la columna de agua. En algunas especies sus flores pueden desarrollarse por encima de la superficie del agua. El sistema radicular cumple sólo la función de anclaje. Usualmente la absorción de agua y nutrientes se realiza a través del tallo modificado. Son plantas de gran volumen, localizadas en la zona fótica del cuerpo de agua (aquella zona en la que penetra la luz del sol), donde aprovechan recursos del ambiente acuático y terrestre (Yvanosky, sin año). Una limitante importante es la profundidad, que disminuye la penetración de la luz, por lo que normalmente no crecen bajo los 8 m de profundidad (Ramírez y Álvarez, 2012).

Se presentan dos formas: una con tallo largo que lleva las hojas y que normalmente ocupa toda o gran parte de la columna de agua, como por ejemplo luchecillo (*Egeria densa*), y la otra forma que tiene un tallo corto con una roseta de hojas basales, como por ejemplo (*Limosella australis*), ubicadas en el fondo de los cuerpos de agua (Ramírez y Álvarez, 2012).

Son abundantes en ambientes dulceacuícolas tanto lóticos como lénticos de climas templados. También crecen en ambientes salobres de aguas someras, donde se desarrollan especies como *Zannichellia palustris*, *Stuckenia pectinata, Stuckenia striata* y *Ruppia filifolia. S. pectinata* también crece en aguas dulces con corriente. También

pueden desarrollarse en ambientes marinos, especialmente en zonas tropicales. En Chile sólo se conoce a *Zostera chilensis* con dicho hábitat (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.1.4. Sumergidas de vida libre

Al igual que las especies sumergidas arraigadas, tienen sus raíces, tallos y hojas bajo la superficie del agua, donde se han adaptado a desarrollarse en esas condiciones. Este grupo de especies presenta raíces libres, sin anclarse en el fondo del cuerpo de agua. Son plantas acuáticas de cuerpo pequeño y muy simplificado, el que suele carecer de hojas e incluso de cormo. Ocasionalmente necesitan sobresalir a la superficie en la época de reproducción y posteriormente forman turiones que hibernan en el fango (Ramírez y Álvarez, 2012).

Crecen en ambientes dulceacuícolas y salobres sin corriente. Son especies de origen tropical, por lo que en Chile sólo se presentan en la zona central más cálida. Se conocen cuatro especies en Chile: *Ceratophyllum chilense*, *Utricularia gibba*, *Spirodella punctata* y *Wolffiella oblonga*. *U. gibba* es una planta acuática carnívora que captura protozoos acuáticos, presente en ambientes lénticos hasta la Región de Los Ríos (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.2. HELÓFITAS O PLANTAS PALUSTRES

Se localizan en los bordes de las lagunas, charcas y zonas inundables no muy profundas. Desarrollan sus raíces en suelos anegados o saturados debajo de la línea de flotación. Suelen presentar un sistema de rizomas que permite la expansión subterránea de los individuos, que pueden colonizar rápidamente las áreas donde viven. La parte inferior de su vástago suele quedar bajo el agua, pero la mayor parte del tallo y las hojas emergen sobre el agua al aire donde fotosintetizan como una planta terrestre. Sus estructuras reproductivas también se desarrollan en el aire (Urrutia *et al.* 2017). Por ello, se les llama también plantas emergentes dado su hábito de crecimiento. No son plantas acuáticas verdaderas, las que se desarrollan en áreas tanto de permanente inundación como en suelos temporalmente húmedos (Cowardin *et al.* 1979). Se caracterizan por la presencia de tejidos especializados, el aerénquima, que les permite almacenar oxígeno para sus funciones vitales (Yvanosky, sin año).

Las helófitas corresponden a formas intermedias entre las plantas acuáticas propiamente tal (hidrófitas) y las plantas terrestres (terrífitas; Ramírez y Álvarez, 2012). Utilizan recursos tanto del hábitat acuático (alta disponibilidad de agua y nutrientes) como del terrestre (alta disponibilidad de oxígeno y dióxido de carbono), lo que permite que estas plantas presenten un gran crecimiento. Son unas de las plantas más productivas del planeta. Poseen un menor valor como indicadores de calidad del ecosistema que las hidrófitas.

Los árboles de los pantanos son ejemplo de las plantas emergentes más grandes, pero muchos arbustos, herbáceas y pastos de los humedales pertenecen a este grupo también. Totoras (*Schoenoplectus* spp.), vatros (*Typha* spp.), juncos (*Juncus* spp.), carrizo (*Phragmites australis*), son plantas emergentes comunes de humedales (Ganter, sin año). Ramírez y Álvarez (2012) propusieron una subclasificación para la flora helófita.

5.2.2.1. Herbáceas glicófilas

Hierbas que viven en ambientes dulceacuícolas, como los helechos (*Blechnum chilense*, *Equisetum giganteum*), herbáceas erguidas altas aunque débiles (*Lycopus europaeus*), hierbas rastreras pequeñas con rizomas que crecen sobre el sustrato subacuático, hierbas grandes y robustas que pueden presentar cañas, tallos con nudos y entrenudos (*Phragmites australis*, *Arundo donax*), culmos triangulares del corte transversal, a veces provistos de hojas cortantes (*Schoenoplectus californicus*, *Cyperus eragrostis*) o un tallo y hojas filiformes circulares al corte transversal, como los juncos (*Juncus procerus*, *Juncus pallescens*) (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.2.2. Halófilas

Las especies halófilas son reconocidas por su capacidad de sobrevivir en ambientes salinos. Se desarrollan en gran diversidad de ambientes y presentan diversas estrategias para tolerar o evadir el exceso de salinidad en el sustrato o ambiente que les rodea. A pesar de las variadas definiciones que existen para describirlas, en la literatura actual se ha llegado a un consenso con respecto al uso de la concentración de cloruro de sodio (NaCl) como el parámetro que permite discriminar a las especies halófitas de aquellas sensibles a la salinidad (Orrego *et al.* 2018).

En el caso de los humedales, las especies halófitas están representadas en aquellos humedales salinos del altiplano, como son los casos de pajonales y vegas salinas, donde es posible encontrar por ejemplo *Triglochin striata* o *Ruppia maritima*, ambas tolerantes a altos niveles de salinidad. También están presentes en humedales costeros salobres, donde es posible encontrar con frecuencia las especies *Sarcocornia neei* y *Selliera radicans* por ejemplo.

Las helófitas halófilas de marismas colonizan los pantanos salobres que se forman en el litoral, en zonas estuarinas donde se mezcla el agua dulce con la salada en regiones templadas. Estas marismas tienen una fuerte influencia de la salinidad y de las mareas que provocan anegamientos periódicos. Las halófitas obligadas (*Sarcocornia neei*) tienen altos requerimientos de sal, mientras que las facultativas (*Sporobolus densiflorus*) sólo toleran las altas salinidades, y por ello se encuentran solamente en la parte más alta de la marisma (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.2.3. Anfibias

Especies de pequeño tamaño (enanismo) y de gran flexibilidad morfológica, especialmente en plantas que se establecen en la fase acuática y perduran hasta la fase terrestre, presentando cambios en su forma de vida, de una acuática en primavera a una terrestre en verano, permitiendo caracterizarlas como “anfibias”. En las especies helófitas anfibias se pueden encontrar pequeñas plantas herbáceas de vida muy corta, hierbas perennes que perduran con órganos subterráneos de reserva en la época de sequía y hierbas perennes hemicriptófitas que presentan una drástica reducción en su biomasa foliar durante épocas desfavorables. Suelen desarrollarse en lagunas temporales naturales y artificiales que reciben agua en invierno, presentan menor anegamiento en primavera y que en verano se secan, pasando a una fase típicamente terrestre. La mayoría de estas especies son nativas, por lo que estos ambientes adquieren gran importancia como refugio de especies con problemas de conservación (Ramírez y Álvarez, 2012).

5.2.2.4. Leñosas

Especies arbóreas y arbustivas que crecen en pantanos ribereños de regiones templadas, que soportan anegamiento estacional, a veces prolongado. Destacan en este grupo los bosques pantanosos conocidos como "hualves" o "pitrantos", donde dominan temu (*Blepharocalyx cruckshanksii*), pitra (*Myrceugenia exsucca*), así como los "tepuales" en la isla de Chiloé, donde domina tepu (*Tepualia stipularis*). En este grupo también son comunes las especies introducidas de las familias *Salicaceae* (*Salix humboldtiana* como única especie nativa) y *Alnus glutinosa*. Entre los arbustos se encuentran *Lepidothamnus fonckii* y *Tessaria absinthioides*, este último es considerado halófilo que coloniza marismas ubicadas en el curso inferior y ambientes riparianos de los ríos del Norte Grande y Norte Chico (Ramírez y Álvarez, 2012).

A continuación, se presenta en el Cuadro 11 un resumen con la clasificación de especies hidrófilas que se encuentran en humedales y en la Figura 20 se ilustra la zonación típica de flora hidrófila de un humedal.

Cuadro 11. Clasificación de la flora hidrófita

Hidrófitas o plantas acuáticas	Flotantes	Arraigadas (natantes)
		De vida libre
	Sumergidas	Arraigadas
		De vida libre
Helófitas o plantas palustres (emergentes)	Herbáceas glicófilas	
	Halófilas	
	Anfibias	
	Leñosas	

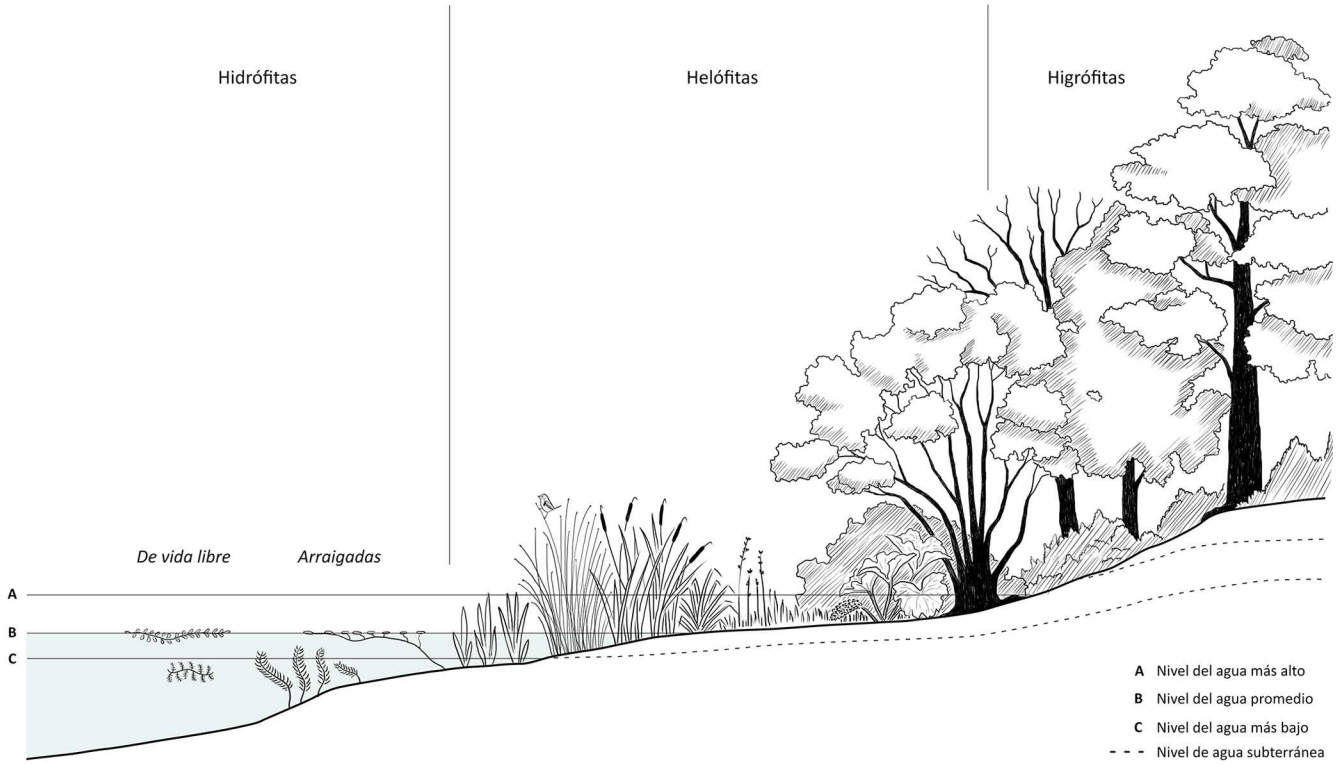


Figura 20. Zonación típica de flora hidrófita de un humedal, en este caso un humedal lacustre del centro sur de Chile.

5.2.3. HIGRÓFITAS

Cabe destacar el caso de las especies higrófitas, las que si bien, no forman parte de la flora hidrófita, en ocasiones suelen acompañar la flora de humedales. En el caso de los humedales de la zona sur, donde las precipitaciones y la humedad ambiental son mayores, es común una zona de transición entre la vegetación hidrófila y aquella terrífita más propia de la ecorregión. En esta zona son abundantes las especies higrófitas; las que viven en una atmósfera muy húmeda y reciben del suelo, permanentemente húmedo, un abundante abastecimiento hídrico (González, 2012). En general habitan selvas tropicales, lugares de microclimas húmedos, o bien, se les encuentra cercano a cursos y cuerpos de agua. En muchos casos se desarrollan a la sombra, donde la humedad del suelo se mantiene por un periodo más prolongado. En general las especies de carácter higrófilo tienen vástagos aéreos muy desarrollados en relación a un sistema radicular menor y poseen hojas grandes, delgadas, de cutículas finas, con tasas de respiración y transpiración altas, dado que el agua necesaria se encuentra en disponible en el suelo (Serra, 1991; Vázquez, 2017). Los helechos son un buen ejemplo del carácter higrófito. En el caso particular de los humedales, las especies higrófitas se sitúan sobre suelos húmedos en los bordes de estos ecosistemas, donde suelen acompañar a las helófitas.

5.3. VEGETACIÓN TÍPICA DE HUMEDALES SEGÚN ZONA BIOGEOGRÁFICA

5.3.1. ZONA HIPERÁRIDA

5.3.1.1. Vegetación estuarina

La vegetación estuarina corresponde a una formación de matorrales bajos de densidad media a baja y especies herbáceas. Entre las especies encontradas destaca la presencia de vegetación palustre como *Juncus effusus* (junco), *Typha angustifolia* (vatro) y *Phragmites australis* (carrizo). Las especies herbáceas perennes más comunes son *Distichlis spicata* (grama salada), *Cortaderia atacamensis* (cola de zorro), *Sarcocornia neei* (sosa) y la caña *Arundo donax* (carrizo gigante). Entre las arbustivas destaca *Baccharis scandens* (chilca) (CONAMA, 2007; Ecoterra 2019) y *Tessaria absinthioides* (brea).

5.3.1.2. Vegetación de los ríos del Norte Grande y Norte Chico

Los ríos correntosos y pedregosos no permiten la sobrevivencia de plantas acuáticas. En sus riberas es posible encontrar pantanos con vegetación arbustiva alta, donde abundan especies de helófitas leñosas, como *Salix humboldtiana* (sauce amargo) y *Tessaria absinthioides* (brea), acompañadas por *Equisetum bogotense* (limpiaplata), *Equisetum giganteum* (cola de caballo), *Arundo donax* (carrizo gigante) y *Typha angustifolia* (vatro). En la cercanía del mar la corriente se aquieta y permite la formación de remansos y lagunas salobres, donde abundan especies acuáticas y palustres. Estas lagunas salobres, que suelen estar bastante eutroficadas, albergan huiros y

a las hidrófitas sumergidas *Elodea potamogeton* (luchecillo nativo), *Ruppia filifolia*, *Zannichellia palustris* y *Stuckenia pectinata*. Sobre el agua flotan libremente algunas lentejas de agua y la hierba guatona. En torno a las lagunas se forma una franja de pantano dominada por vatro y *Schoenoplectus americanus* (totora) (Ramírez y San Martín, 2008; Ramírez y Álvarez, 2012).

5.3.2. ZONA ÁRIDA ESTEPÁRICA DE ALTURA

En esta zona existen sistemas vegetacionales hídricos de altura, asociados a suministro hídrico estable y/o permanente, influenciados principalmente por las precipitaciones estivales, existiendo una clara dependencia entre aporte hídrico y vegetación azonal hídrica, la que es sustentada por una serie de interrelaciones. La vegetación se presenta en ambientes normalmente árido y fríos, en medio de matrices arbustivas o herbáceas de escaso o bajo cubrimiento y baja estratificación resaltando por su mayor actividad vegetativa y sus mayores cubrimientos. Constituyen lugares de alta relevancia por su particular diversidad biológica y por su rol como fuente de aprovisionamiento y también para los sistemas productivos de las comunidades locales (Ahumada y Faúndez, 2009).

Una de las características más importantes que establece la diferencia de formaciones vegetacionales y de cobertura, está relacionada con el contenido de agua del suelo en la zona de arraigamiento de las comunidades herbáceas, ya que mientras más superficial es el nivel freático o más cercano se esté del afloramiento de agua, la vegetación presente es de tipo hidrófita. Los afloramientos salinos, permanentes o estacionales, también determinan patrones de distribución de especies, ya que se da una relación inversa entre la disponibilidad de agua en el suelo y el porcentaje de cubrimiento y tiempo de permanencia de sales en la superficie, existiendo algunas excepciones, como por ejemplo *Distichlis humilis*. Otra característica determinante de la expresión de la vegetación, es el contenido de materia orgánica, el que es directamente proporcional al contenido de agua del suelo (Ahumada y Faúndez, 2009).

A continuación, en base a la arquitectura y hábito de crecimiento de las especies dominantes, a la dependencia de humedad del sitio y a la presencia de afloramientos salinos sobre la superficie de las plantas y

el sustrato que lo acompaña, se definen los tipos vegetacionales que se desarrollan en esta zona (Ahumada y Faúndez, 2009).

5.3.2.1. Bofedal

Se desarrollan en sectores en los que hay niveles de humedad permanente en el suelo, en torno a cursos de aguas corrientes o lagunas con renovación de aguas principalmente. Dominan las plantas con crecimiento en forma de cojín compacto semigloboso. Entre los cojines es posible encontrar especies que crecen formando un césped corto compacto. Se produce una acumulación de material vegetal que van quedando en los primeros centímetros del suelo con un proceso de descomposición muy lento, por lo que sus suelos presentan un alto contenido de materia orgánica. Los bofedales no salinos presentan afloramientos temporales y en porcentajes bajos (inferior al 5% de cobertura, definido como valor umbral), los que solo se expresan en el período de mayor aridez, que corresponde a los meses de octubre a diciembre. Las especies dominantes pueden ser *Oxychloe andina* o *Zameioscirpus atacamensis*. En arroyuelos que cruzan estos bofedales se pueden encontrar berros que, aunque comestibles, son indicadores de contaminación orgánica (Ramírez y San Martín, 2008). A nivel de zona la formación dominante es la de bofedal no salino (Ahumada y Faúndez, 2009).

5.3.2.2. Bofedal salino

La presencia de afloramientos salinos, se concentra en la zona de transición (ecotono) con formaciones más halófilas, como es el caso de vegas o pajonales, que forman parte del ecotono del bofedal. La fisiografía también puede determinar la presencia de afloramientos salinos, dado que a nivel de microrrelieve, en los sectores más altos es posible identificar afloramiento salino en los períodos de mayor aridez. El valor umbral utilizado para identificar si el bofedal es salino es aquel que presenta afloramiento salino en una cobertura mayor al 5 % evaluado en el periodo de menor déficit hídrico (Ahumada y Faúndez, 2009).

5.3.2.3. Pajonal hídrico

Normalmente se desarrollan asociados a afloramientos hídricos difusos o donde los niveles freáticos son medios a altos, en sectores

que presentan una mayor concentración de sales en superficie y en el suelo tiene un contenido de materia orgánica media a baja. Las especies vegetales tienen crecimiento cespitoso (forma champas) con desarrollo de follaje aéreo alto (mayor a 40 cm de altura), conformando penachos herbáceos de tamaño medio a grande. Son comunes las especies de los géneros *Festuca* y *Stipa*. *Festuca deserticola* o *Deyeuxia eminens* son especies características de los bofedales. Si se supera el valor umbral de un 30% de la superficie ocupada por afloramiento de sales se le denomina pajonal hídrico salino (Ahumada y Faúndez, 2009).

5.3.2.4. Vega

Son sectores con niveles freáticos superficiales a subsuperficiales, pudiendo o no presentarse niveles de saturación. El contenido de materia orgánica del suelo es medio a bajo, presentándose en este último caso, mayor afloramiento salino. Las especies presentan crecimiento rizomatoso no cespitoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos menores a 40 cm de altura. Las vegas no salinas no presentan afloramientos de sales en la temporada de lluvias en años climáticos normales y el cubrimiento vegetacional es mayor al 70 %. Presentan como superficie de afloramiento salino un porcentaje de cubrimiento inferior al 20 % en el período de máxima aridez. Sin embargo, este valor es frecuentemente superado y se le denomina vega salina.

Cabe mencionar que también se dan una serie de agrupaciones de formaciones vegetacionales que se presentan en mezcla (ecotonos), por ejemplo, bofedal - pajonal, bofedal - vega o pajonal - vega (Ahumada y Faúndez, 2009).

5.3.2.5. Lagunas

En estos cuerpos de agua crecen hidrófitas flotantes de vida libre como la flor del pato y las lentejas de agua, que cubren toda la superficie. Como especies sumergidas arraigadas prosperan el huiro rojo, pasto pinito y un luchecillo nativo. En torno a estas lagunas hay una zona de mayor humedad edáfica, cubierta por plantas helófitas (palustres) que crecen formando cojines, como *Oxychloe andina* y *Patosia clandestina*, ambas de la familia *Juncaceae*. *Schoenoplectus californicus* (totora) también es una importante helófita de lagunas altiplánicas (Ramírez y San Martín, 2008).

5.3.3. ZONA ÁRIDA

5.3.3.1. Vegetación de humedales costeros

Este sistema alberga una red de humedales de distintos tipos y tamaños, tales como lagunas costeras, esteros, playas de variados tamaños y una extensa costa rocosa. La vegetación de los humedales de esta zona está dominada por comunidades de arbustos bajos muy densos y en algunos lugares como las vegas, por densas hierbas anuales, en especial en la época primavera-verano de los años lluviosos. También abundan hierbas perennes acojinadas de pequeña a mediana altura, y al alejarse de la zona costera dominan árboles de mayor tamaño. Esto origina un paisaje palustrino que se extiende desde los humedales hacia la matriz semiárida (Zuleta *et al.* 2016; CAACH, 2005).

En las comunidades vegetales es común encontrar a las especies *Schoenoplectus californicus* (totora), *Typha angustifolia* (vatro), *Juncus acutus* (junquillo), *Sarcocornia neei* (hierba sosa), *Tessaria absinthioides* (brea), *Distichlis spicata* (grama salada), *Mesembriantemun cristalinum* (hierba del rocío) y *Triglochin concinna*. También herbáceas exóticas como *Plantago lanceolata* (siete venas) y *Rumex crispus* (romaza) (Rivera *et al.* 2009; CAACH, 2005). En otros humedales costeros también se presenta como frecuente la especie *Limonium guaicuru* (guaycurú) como es el caso de la Bahía de Tongoy y en otros también es común *Gutierrezia resinosa* (pichanilla) y *Selliera radicans* (maleza de marisma) (CAACH, 2005).

5.3.3.2. Vegetación ribereña

En las riberas de la zona alta de las cuencas se desarrollan matorrales de chilca (*Baccharis* spp.) mezclado con sauces (*Salix* spp.). Desde esa franja arbustiva hacia el agua, se forma una alfombra tupida de *Paspalum vaginatum* (chépica) y *Selliera radicans*. En la orilla del agua se presenta *Schoenoplectus californicus* (totora) y *Ludwigia peploides*, y en el fondo del río se presenta *Stuckenia pectinata* formando una tupida vegetación hierba acuática, junto con *Myriophyllum aquaticum* (pinito de agua). En las zonas de menor profundidad es posible encontrar manchones de alga *Cladophora sp.* y *Stuckenia pectinata*.

5.3.4. ZONA SEMIÁRIDA

En Chile Central abundan humedales costeros (Fariña y Camaño 2012), ellos se ubican de preferencia en la desembocadura de ríos y arroyos, donde se mezclan periódicamente las aguas salinas del mar con las aguas dulces de los cauces, lo anterior les da el carácter de marismas, donde predominan halófitos palustres que resisten la salinidad especialmente cambiante de estos ambientes afectos a mareas (Ramírez & Álvarez 2012). No obstante, en las zonas anegadas de los mismos, donde se forman albuferas, éstas pueden presentar abundantes comunidades de plantas acuáticas que sirven de refugio y alimento para aves (Ramírez *et al.* 2014a).

Dada la gran cantidad y variedad de cursos y cuerpos de agua dulce en esta zona, ríos, arroyos, arroyuelos, canales de regadío, albuferas, embalses y lagunas temporales primaverales, es la que concentra mayor diversidad de plantas acuáticas y palustres en Chile, especialmente en la Región de Valparaíso. Las lluvias invernales provocan gran fluctuación estacional en la vegetación hidrófila debido a que las plantas son arrastradas por la corriente, recuperándose en primavera. Posteriormente, al aumentar la sequía, las lagunas se secan y se produce la muerte de poblaciones de especies vegetales (Ramírez y San Martín, 2008).

5.3.4.1. Vegetación de cuerpos de agua

En los cuerpos de agua se desarrollan plantas acuáticas sumergidas como *Ceratophyllum demersum* (ceratofilo), *Utricularia gibba* (bolsita de agua) y *Potamogeton lucens* (huiro verde). También son comunes las flotantes *Azolla filiculoides* (flor del pato), *Lemna gibba* (lenteja de agua) y arraigadas tales como *Ludwigia peploides* (clavito de agua). En arroyos, arroyuelos y canales de regadío también abunda el *Potamogeton berteroanus* (huiro rojo) y el luchecillo chileno (Ramírez *et al.* 1987; San Martín *et al.* 1983; San Martín *et al.* 1993; Hauenstein *et al.* 2002; Urrutia, 2016).

5.3.4.2. Vegetación de vegas y palustre

En esta zona, y hacia el sur (a diferencia de la descrita para la zona árida), se denomina comúnmente vega a una llanura o valle de inundación que recibe agua en época invernal, o producto de la crecida

de un cauce adyacente. La vegetación de estas áreas incluye especies helófitas como *Hydrocotyle bonariensis* (hierba de la plata), *Bacopa monnierii* (bacopa), *Eleocharis macrostachya* y *E. pachycarpa* (rüme o quilmén), entre otras. Estas especies también pueden desarrollarse en ambientes palustres (Hauenstein *et al.* 2002).

La vegetación palustre, distribuida a orilla de los cuerpos de agua, incluye helófitas emergentes como *Schoenoplectus californicus* (totora) formando totorales, *Typha angustifolia* y *T. dominguensis* (vatro), *Juncus procerus* (junquillo grande), y arbustos como *Psoralea glandulosa* (culén) (Ramírez y San Martín, 2008).

5.3.4.3. Bosques pantanosos de mirtáceas

Corresponden a bosques azonales situados en depresiones inundadas del centro-sur de Chile, caracterizados por la presencia de *Myrceugenia exsucca* (pitra), en compañía de otras especies, principalmente *Blepharocalyx chruckshanksii*. Los bosques pantanosos de mirtáceas de la zona central de Chile están formados principalmente por pitra y *Luma chequen* (chequén), estando presente también el canelo (Ramírez y San Martín, 2008). Otras especies características son *Escallonia revoluta* (madroño), *Nothofagus antárctica* (ñirre), *Amomyrtus luma* (luma) y *Luma apiculata* (arrayán). Las helófitas más frecuentes son *Blechnum chilense* (costilla de vaca), *Gunnera tinctoria* (nalca) e *Isolepis cernua* (San Martín *et al.* 1988).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 21. a) Totoral, b-c) Detalle de rüme (*Eleocharis macrostachya*)
d) Pradera húmeda de junquillo grande.

5.3.5. ZONA SUBHÚMEDA

En esta zona, de manera similar a la zona semiárida, abundan los humedales costeros. También es posible encontrar bosques pantanosos de mirtáceas.

5.3.5.1. Vegetación de cuerpos de agua

En los cuerpos de agua se pueden encontrar comúnmente a especies como el huiro verde, ceratofilo, bolsita de agua, flor del pato y clavito de agua.

5.3.5.2. Vegetación de vegas y palustre

Junto a los totorales, vatro y las praderas húmedas de junquillo grande, también es posible encontrar en vegas y orillas de cursos de agua a *Mentha pulegium* (poleo), *Juncus microcephalus* (junquillo rojo) y malezas como *Prunella vulgaris* (Ramírez et al. 2014a), entre otras.



Figura 22. Poleo (*Mentha pulegium*).

5.3.6. ZONA HÚMEDA

A pesar de la abundancia y variedad de cursos y cuerpos de agua, la diversidad de especies hidrófilas es menor en comparación con la zona semiárida y subhúmeda, seguramente debido a la menor temperatura que restringe el desarrollo de las especies arraigadas flotantes (natantes) y de vida libre flotantes. En los lagos la flora acuática propiamente tal es más bien pobre, donde las especies más abundantes y frecuentes son *Isoetes sp*., *Litorella australis*, *Eleocharis pachycarpa* (quilmén), la flor de la piedra y pasto pinito. Todas ellas crecen en aguas oligotróficas. Cuando los lagos se contaminan y hay mayor disponibilidad de nutrientes, las especies acuáticas comienzan a colonizar los sectores más someros, lo que puede generar problemas de embancamiento. En este caso prosperan huiros, luchecillos y la hierba del pato, principalmente (Ramírez y San Martín, 2008).

En humedales palustres ribereños dominan las especies exóticas *Typha angustifolia* (vatro) y *Phragmites australis* (carrizo), así como también las macrófitas natantes *Hydrocotyle ranunculoides* (paragüita), *Limnobium laevigatum* (guata de sapo) y *Lemna gibba* (lenteja de agua). También se desarrollan especies nativas como *Symphyotrichum vahlii* (margarita de pantano), *Baccharis sagittalis* (Verbena de tres esquinas), *Isolepis cernua*, *Juncus* spp. (junquillo), *Ludwigia peploides* (clavito de agua), y *Schoenoplectus californicus* (totora) (Municipalidad de Coronel, 2013). Las comunidades descritas para la zona subhúmeda también son posibles de encontrar en la zona húmeda, de igual forma que algunas comunidades que se describen para la zona hiperhúmeda.



Figura 23. Macrófita natante *Hydrocotyle ranunculoides*.

5.3.7. ZONA HIPERHÚMEDA

5.3.7.1. Vegetación de cuerpos de agua

En esta zona también se presentan hidrófitas como el huiro verde, huiro rojo, flor del pato y clavito de agua. Debido a la gran diversidad de ambientes acuáticos, es común encontrar en algunos sectores especies como *Egeria densa* (luchecillo), *Myriophyllum aquaticum* (pasto pinito), *Potamogeton linguatus* (huiro) y *Nymphaea alba* (nenúfar).

5.3.7.2. Vegetación de vegas y palustre

En estos ambientes son de común avistamiento especies como junquillo grande, rüme y totora. También las especies *Sagittaria montevidensis* (lengua de vaca) y *Alisma plantago-aquatica* (llantén de agua). Se presentan pantanos que forma *Cyperus eragrostis* (cortadera grande) junto a *Carex acutata*, y praderas en donde domina *Agrostis* spp. (chépica). A orillas de cuerpos de agua es común encontrar *Blechnum chilense* (costilla de vaca) y *Equisetum bogotense* (yerba del platero).

5.3.7.3. Bosques pantanosos de mirtáceas

Bosque pantanoso de temo-pitra

En la distribución más austral de los bosques de Temo-Pitra (hualve o pitrantu) continúa predominando la presencia de pitra (Figura 28), la que se asocia a diversas especies, principalmente temu y en menor medida a canelo. Junto a estos árboles, también son frecuentes las hierbas robustas *Blechnum chilense* y *Cyperus eragrostis*, arbustivas como *Chusquea quila* y *Rubus constrictus*, y las trepadoras *Boquila trifoliolata*, *Cissus striata* y *Muehlenbeckia hastulata* (Ramírez *et al.* 1983; Hauenstein *et al.* 2014). Esta formación se encuentra asociada a esteros, ríos, lagunas y depresiones donde se acumula agua. La fragmentación de estos bosques por acción antrópica conduce al establecimiento de de una pradera hidrófila típicamente dominada por *Juncus procerus*, o por un matorral de *Rubus constrictus* y *Blechnum chilense* (Ramírez *et al.* 1983).

Bosque pantanoso de tepú o tepuales

Son humedales boscosos dominados por *Tepualia stipularis* (tepú), distribuidos en la cordillera costera desde Valdivia a Chiloé (Ramírez y San Martín, 2008) (Figura 29). Corresponden a una de las formaciones

más importantes y frecuentes de la región de Los Lagos (41ºS - 44ºS), desarrollándose en sitios con mal drenaje. Los tepuales de Chiloé poseen una estructura compleja, donde el tepú tiene un hábito de crecimiento horizontal, formando un estrato sobre el agua, del cual salen tallos verticales (Bannister, 2018).

La composición florística de los tepuales es diversa y difiere según su condición geográfica y condiciones de suelo, especialmente de la saturación de agua y del anegamiento. El bosque pantanoso de tepu (*Tepualia stipularis*) presenta su mayor desarrollo en tierras bajas de la Isla grande Chiloé a orillas de ríos, con anegamiento permanente. La especie dominante es el tepu, acompañado de canelo (*Drimys winteri*) y de Luma (*Amomyrtus luma*) y los arbustos hued-hued (*Gaultheria insana*) y chaquihue (*Crinodendron hookerianum*) (San Martín et al. 2008). Aunque en laderas rocosas de los canales patagónicos aparece como un matorral seco de Tepu con menos especies de hasta 4 m de altura (Ramírez *et al.* 2014). También se ha descrito un matorral semejante en la cumbre del Cerro Oncol en la cercanía de Valdivia (Lepez 1998).

5.3.7.4. Turberas

En los humedales turbosos tanto pulvinados como esfagnosos, la cantidad de helófitas nativas aumenta en forma considerable (San Martín *et al.* 2004). Crecen especies herbáceas pulviniformes (acojinadas) como *Donatia fascicularis*, el musgo *Sphagnum magellanicum* y arbustos bajos. La pobreza en nutrientes se refleja en la presencia de plantas insectívoras *Pinguicula chilensis*, *P. antarctica* (violetas del pantano) y *Drosera uniflora* (rocío de sol) (Ramírez y San Martín, 2008).

En Chiloé las especies más frecuentes en turberas son *Myrteola nummularia* (huarapo), *Sphagnum magellanicum* (musgo pompón), *Gaultheria antárctica* (chaura), *Empetrum rubrum* (brecillo), *Donatia fascicularis* y *Oreobolus obtusangulus*. Hay una diferencia entre la composición florística de las turberas naturales y las antropogénicas, existiendo especies exclusivas de turberas naturales como *Tetroncium magellanicum*, *Drosera uniflora* y *Pinguicula antarctica* (Díaz *et al*. 2008). También hay una asociación de *Chusquea montana* (quila enana) y *Schoenus antarcticus* (Ramírez *et al.* 2014c).

En la zona magallánica hay presencia de bosques turbosos, asociados a bosques de *Nothofagus* spp., *Pilgerodendron uviferum*, con alta densidad de *Shagnum* spp. y diversos tipos de comunidades de turbera. Junto a las ya mencionadas, en las diferentes comunidades de turbera son comunes las especies *Carex* spp., *Senecio smithii*, *Ranunculus uniflorus*, *Gunnera magellanica*, *Alopecurus pratensis*, *Phleum alpinum*, *Viola tridentata*, *Acaena tenera*, *Cardamine glacialis*,



Figura 24. a) comunidad de pasto pinito (*Myriophyllum aquaticum*)
b-c) bosque pantanoso de temo-pitra d) tepual e-f) vegetación ribereña.

Epilobium australe, *Caltha appendiculata*, entre otras especies gramíneas y varias especies de plantas hepáticas y musgos.

5.3.8. ZONA SEMIÁRIDA ESTEPÁRICA FRÍA

5.3.8.1. Vegetación asociada a cuerpos de agua

Asociadas a lagunas temporales de la estepa patagónica se presenta una vegetación dominada por las especies típicas de estepa o coironal, tales como *Festuca gracillima*, *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale*, *Achillea millefolium* y *Acaena pinnatifida*. En depresiones húmedas dominan las especies *Hordeum pubiflorum* y *Deschampsia caespitosa*, y en depresiones con inundación permanente se observa una vegetación ripariana con las especies *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum quitense*, *Schoenoplectus californicus*, *Juncus microcephalus*, *Potamogeton linguatus* y *Chara vulgaris* (San Martín *et al.* 2013).

5.3.8.2. Turberas de Sphagnum y de pulvinadas

La comunidad de turbera de Shapgnum se compone casi exclusivamente de *Sphagum* spp., debido a lo restrictivo de las condiciones en las cuales se desarrollan. Las turberas de pulvinadas o de ciperáceas están integradas por *Donatia fascicularis*, *Astelia pumila*, y graminoides de los géneros *Shoenus* y *Carpha* (Domínguez 2012).

5.3.9. ZONA COSTERA

5.3.9.1. Bosques de macroalgas[16]

Son comunidades dominadas por diversas especies de algas pardas del orden Laminariales, que se desarrollan en hábitats rocosos submareales someros e intermareales en áreas costeras temperadas. Las algas pardas forman densas agregaciones, denominadas "bosques marinos", albergando gran diversidad de organismos.

Las especies principales del pacífico suroriental corresponden a las intermareales *Lessonia berteroana* y *L. spicata*, y las especies submareales *L. trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*, cubriendo la mayor parte del borde costero rocoso a lo lago de Chile y Perú, desde la zona intermareal hasta aproximadamente 40 m de profundidad (Uribe 2015).

5.3.9.2. Marismas

Las marismas son pantanos salobres con inundación periódica, ubicados en la zona intermareal del litoral del océano pacífico, en los estuarios de los ríos y también en los mares interiores de Chiloé. El anegamiento crea condiciones anaeróbicas que, junto a la salinidad, otorgan condiciones extremas de estrés, en las cuales suele presentarse vegetación herbácea de tipo halófila (Fariña y Camaño, 2012). Al depender principalmente del agua del suelo y de la salinidad, la vegetación es de tipo azonal, es decir, que el macroclima no determinaría su distribución.

Existen marismas dominadas por *Sporobolus densiflorus* (llinto), otras por la pequeña gramínea *Puccinellia glaucescens* junto a *Triglochin concinna* (hierba de la paloma), otras por la hierba rastrera *Anagallis alternifolia* (pimpinela) y otras dominadas por *Selliera radicans* (maleza de marisma) junto a *Distichlis spicata* (pasto salado). También hay algunas influidas por agua dulce, como la dominada por *Cotula coronopifoli*a (botón de oro) y hierba de la paloma.

[16] Si bien no son formaciones vegetales como tal, ni consideradas para la delimitación de humedales (en áreas costeras el principal criterio es el hidrológico), deben considerarse en conservación, ya que los bosques de algas resultan indispensables en la mantención del ecosistema marino y su biodiversidad.

5.3.9.3. Praderas salobres

Estas son comunidades pratenses húmedas con alta influencia antropogénica y con presencia de especies alóctonas. Hay praderas dominadas por *Juncus balticus* (junquillo marino) junto a especies halófilas y malezas alóctonas. En lugares donde crecía esta pradera y producto de la degradación del suelo, suele formarse la pradera litoral dominada por *Anthoxanthum utriculatum* (paja ratonera) y *Agrostis capillaris* (chépica).

5.4. INDICADORES DE SUELOS HÍDRICOS

5.4.1. SUELO Y AGUA

El suelo es el resultado de la acción de los flujos de materia y energía a partir de un material de origen, que tienen como efecto su transformación en constituyentes secundarios. El suelo, es un cuerpo natural complejo como resultado de la influencia de cinco factores de formación de acuerdo con la definición clásica de Jenny de 1941: organismos, relieve, clima, material parental y tiempo. Estos factores se ven afectados por la presencia de agua. Por ejemplo, la biota que crece en los suelos está fuertemente influenciada por la presencia del agua, tanto directamente porque los organismos requieren agua para vivir, como indirectamente porque la cantidad de agua del suelo influye en la disponibilidad de oxígeno en la matriz del suelo. El relieve dirige y controla el flujo de agua tanto superficial como subsuperficialmente desde y hacia un humedal. El clima influye en la cantidad y en el momento de la disponibilidad de agua. El material parental afecta el flujo de agua porque forma la matriz a través de la cual se infiltra el agua superficial y a través de la cual fluyen las aguas subterráneas. La meteorización del material parental está directamente influenciada por la disponibilidad de agua. Por último, se requiere tiempo para que el desarrollo del suelo suceda.

El suelo también resulta de la acción de cuatro procesos generales de formación: adiciones, sustracciones, transformaciones y translocaciones. En el suelo se puede estudiar la hidrología de los humedales porque los cuatro procesos implican la presencia de agua de alguna forma. El agua adiciona material a través de la depositación

de sedimentos erosionados y la precipitación de minerales disueltos (adición). Transforma el material del suelo a través de reacciones de meteorización (transformación). El agua mueve (transloca) tanto los sólidos como el material disuelto en el flujo de masa dentro del propio suelo. El agua puede eliminar por completo el material del suelo que se disuelve por reacciones de meteorización (transformaciones), o a través de la erosión de la superficie del suelo (sustracción) (Tiner, 2017).

En la evaluación de los suelos con fines de delineación cartográfica se deben considerar las siguientes aproximaciones y conceptos (Figura 25):

- Pedón: representa el cuerpo de menor tamaño para definir un suelo, que es lo suficientemente grande como para mostrar la naturaleza, el arreglo de los horizontes y su variabilidad además de otras propiedades morfológicas. En profundidad se extiende hasta la roca parental o hasta 2 m, lo que sea más superficial. En la superficie tiene entre 1 y 10 m^2 dependiendo de la variabilidad del suelo.
- Polipedón: corresponde a una unidad de clasificación, un cuerpo suelo, que es homogéneo al nivel de una Serie de suelos o unidad cartográfica y es suficientemente grande como para exhibir todas las características consideradas en la descripción y clasificación de los suelos.
- Paisaje de suelos: corresponde al conjunto de polipedones que forman un territorio y que están relacionados entre si por el flujo de materiales y energía en términos pedogenéticos.

En morfología de laderas, vertientes, y fondos de valle, la pendiente y las formas del paisaje, determinan la hidrología que puede dar origen a un humedal, y a condiciones de suelos hídricos, en donde la relación escorrentía/infiltración genera zonas potenciales para su desarrollo (Figura 26).

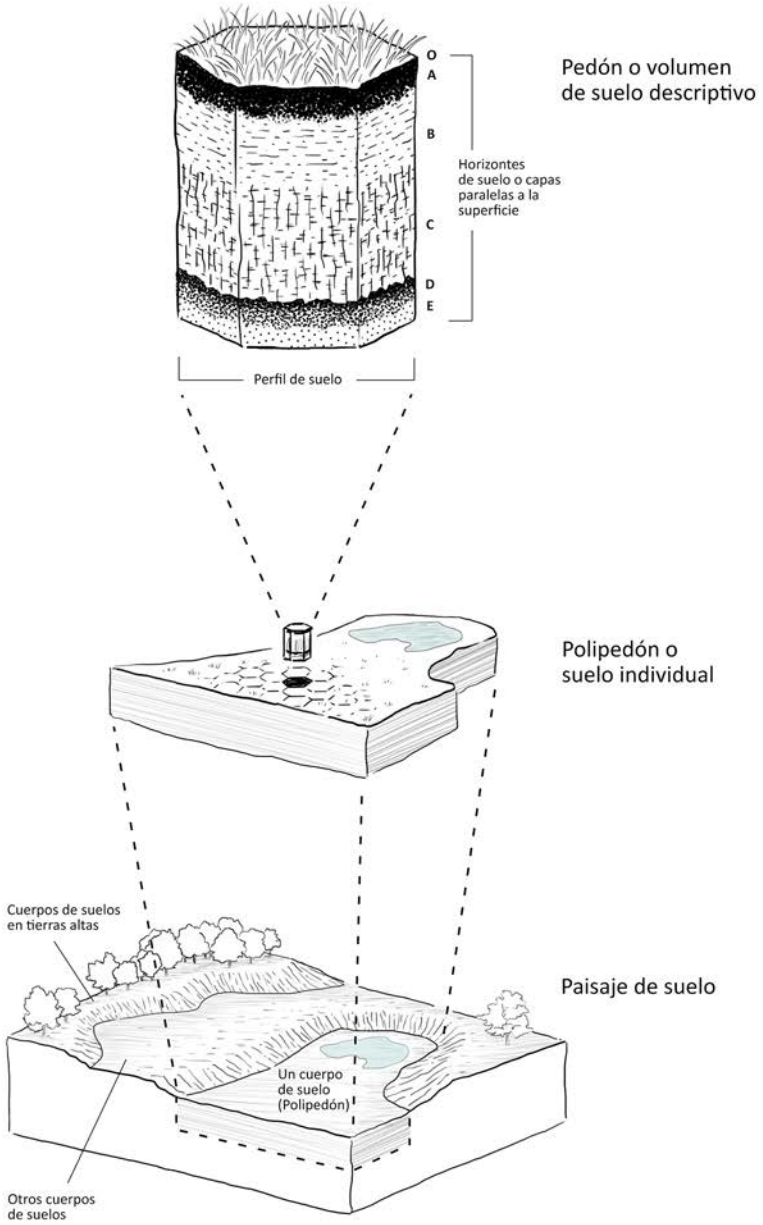


Figura 25. Pedón, polipedón y paisaje de suelos.

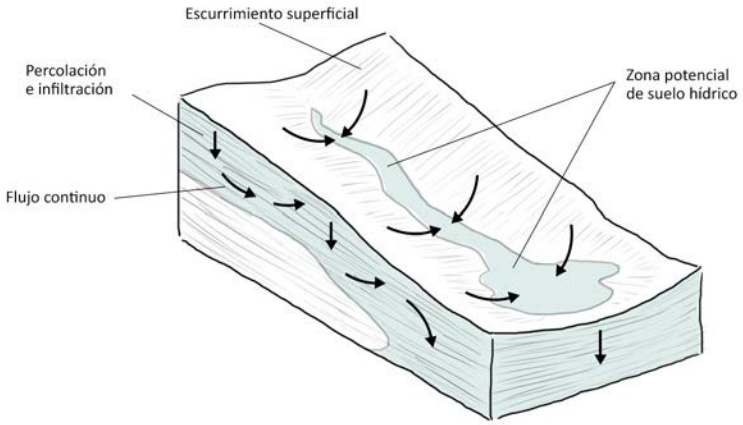


Figura 26. Condiciones geomorfológicas para la formación de humedales.
Adaptado de Vepraskas y Craft (2016).

5.4.2. REDUCCIÓN, TRANSLOCACIÓN Y ACUMULACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO

En un ambiente anaeróbico, los microorganismos del suelo reducen el hierro férrico (Fe^{3+}) a la forma ferrosa (Fe^{2+}) y el manganeso desde (Mn^{4+}) hasta (Mn^{2+}). La evidencia de reducción de hierro se observa más comúnmente en los suelos. Las áreas en el suelo donde se reduce el hierro desarrollan colores característicos gris azulados o gris verdosos conocidos como gley (colores con un valor de 4 o más en las páginas de gley de la tabla de colores Munsell). El hierro férrico es insoluble, pero el hierro ferroso entra en la solución del suelo, donde se puede mover o translocar a otras áreas del suelo. Las áreas que han perdido hierro suelen desarrollar colores grises o grises rojizos característicos y se conocen como agotamiento redox. Si un suelo vuelve a un estado aeróbico, el hierro que está en solución se oxidará y se concentrará en parches como masas blandas y a lo largo de los canales radiculares o de los poros. Estas áreas de hierro oxidado se denominan concentraciones redox. Dado que el movimiento del agua en estos suelos saturados o inundados puede ser multidireccional, el agotamiento y las concentraciones de redox pueden ocurrir en cualquier parte del suelo y tener formas y tamaños irregulares. Los suelos que están saturados y contienen hierro ferroso en el momento del muestreo pueden cambiar de color al exponerse al aire, ya que el hierro ferroso se convierte rápidamente en hierro férrico en presencia de oxígeno. Se dice que estos suelos tienen una matriz reducida. Las concentraciones redox, los agotamientos y las matrices reducidas se conocen colectivamente como características redoximórficas (Tiner, 2017).

5.4.3. MATERIALES ORGÁNICOS

Los microorganismos del suelo utilizan compuestos de carbono que se producen en la materia orgánica como fuente de energía. La velocidad a la que los microorganismos del suelo utilizan carbono orgánico, sin embargo, es considerablemente menor en un ambiente saturado y anaeróbico que en condiciones aeróbicas. Por lo tanto, en suelos saturados, la materia orgánica parcialmente descompuesta puede acumularse. El resultado en los humedales es el desarrollo de horizontes superficiales orgánicos gruesos, como turba, o horizontes minerales oscuros ricos en componentes orgánicos (USDA, NRCS, 2018).

Las condiciones saturadas impiden la descomposición aeróbica (u oxidación) de los materiales orgánicos, como hojas, tallos y raíces, siendo el resultado neto con el tiempo una acumulación de materia orgánica, conformando la turba (material sáprico) que se forma en los humedales. Los suelos orgánicos están dominados por los restos de plantas, y tienen más del 12 % de carbono orgánico cuando la arcilla está ausente, más del 18 % de carbono orgánico si hay más del 60 % de arcilla, y entre 12 % y 18 % de materia orgánica con menos arcilla (0 %-60 %) (Tiner, 2017).

La mayoría de los suelos orgánicos se caracterizan como suelos “muy mal drenados”. Por lo general se forman en depresiones anegadas, en zonas bajas a lo largo de esteros y aguas costeras donde las inundaciones son frecuentes, y en climas fríos y húmedos con bajos niveles de evapotranspiración y niveles freáticos altos.

Los materiales orgánicos del suelo se pueden subdividir en tres grupos basados en la fracción de material vegetal identificable en el suelo después de un roce suave, excluyendo las raíces vivas y los fragmentos de madera (Soil Survey Staff, 2014):

a. Fíbrico con menos de un cuarto descompuesto y tres cuartos o más identificables.
b. Hémico donde entre una sexta y tres cuartas partes es identificable como fibras (mayor de 0,15 mm y menos de 2 cm).
c. Sáprico donde más de cinco sextos (83,3%) de las fibras se descomponen y menos de una sexta parte es identificable.

5.4.4. MATERIA ORGÁNICA ESTRATIFICADA

En un suelo mineral, se pueden observar estratificaciones de depósitos orgánicos de algunos centímetros de espesor, intercalados con depósitos de suelo mineral, producto de sedimentaciones aluvionales. Esto es frecuente en suelos del altiplano en vegas asociadas a salares, en algunos sectores de inundación aluvial en humedales ribereños y en sectores deprimidos del paisaje en ambientes costeros (Figura 27).



(a) (b)

Figura 27. Materia orgánica estratificada en
(a) suelos de vegas altoandinas y en (b) humedal costero.

Un indicador típico de suelos hídricos corresponde a un depósito superficial de materiales orgánicos que se describe de la siguiente forma:

- Un horizonte que tiene al menos 10 cm de espesor está completamente dentro de los 30 cm superiores del suelo mineral.
- Valor de matriz de 3 o menos y croma de 1 o menos y 2 % o más concentraciones redox distintas o prominentes que se presentan como masas blandas o revestimientos de poros, o
- Valor de matriz de 3 o menos y croma de 2 o menos y 5 % o más de concentraciones redox distintas o prominentes que se presentan como masas blandas o revestimientos de poros.

5.4.5. MATRIZ DE COLORES GLEY

Los requisitos mínimos del suelo hídrico para una matriz gley son que la matriz constituya al menos el 60 % de un horizonte que comienza dentro de los 30 cm de la superficie del suelo para suelos minerales no arenosos y el 60 % de un horizonte dentro de 15 cm de la superficie del suelo para suelos con texturas arenosas. Los suelos con una matriz gley están saturados durante períodos de duración significativa, por lo que no hay un espesor mínimo especificado.

Los suelos hídricos minerales presentan características gley en el subsuelo, predominantemente de color gris neutro y ocasionalmente

de color gris verdoso o azulado. Estos colores se muestran en las hojas Gley en la tabla colores Munsell. Los primeros tienen colores dominantes de croma bajo en la matriz, con moteados de óxidos a lo largo de superficies y canales radiculares. Los pseudogleys se desarrollan principalmente en áreas con niveles freáticos altos y típicamente tienen coloraciones más pardas debido a la humectación, con reducción que ocurre en grietas y poros anchos y difusión de hierro al interior de los agregados del suelo. Presentan coloraciones gley en la parte superior, no así los horizontes subyacentes. Los suelos minerales saturados generalmente presentan coloración gley uniformemente por toda la zona saturada, excepto en suelos arenosos estratificados. Los suelos con una matriz de color gley tienen una de las siguientes características (Tiner, 2017):

- Tono neutro (N) y valor de 4 o más.
- 10Y, 5GY, 10GY, 10G, 5BG, 10BG, 5B, 10B o 5PB de tono con un valor de 4 o más y croma de 1.
- 5G con un valor de 4 o más y croma de 2 o menos.

Estos suelos muestran evidencia de oxidación sólo a lo largo de los canales radiculares (es decir, rizósfera oxidada). El color de algunos suelos gley puede desvanecerse cuando se expone al aire, por ejemplo, pasando de un color azulado a un color más grisáceo. Esto generalmente significa que el hierro reducido (ferroso) está presente.

5.4.6. MATRIZ DE SUELO REDUCIDA

La mayoría de los suelos minerales hídricos se caracterizan por un croma bajo el que se asocia a una matriz reducida. Corresponde a un suelo del que se ha eliminado o transformado el hierro mediante procesos de reducción y translocación para crear colores de bajo croma y alto valor. En algunos lugares, la matriz reducida puede cambiar de color al exponerse al aire. Este tipo de matriz se produce dentro de los 30 cm de la superficie y debe tener al menos 15 cm de espesor, pero sólo puede tener 5 cm de espesor si el horizonte se produce completamente dentro de los 15 cm superiores. Estas matrices tienen croma de 2 o menos y valor de 4 o más y pueden presentar moteados con colores más brillantes y de mayor croma (croma >2, o concentraciones redox) (USDA, NRCS, 2018).

Un suelo con una matriz reducida tiene una de las siguientes características (Tiner, 2017):

- Matriz de valor 5 o más y croma de 1 o menos.
- Matriz de valor 6 o más y croma de 2 o menos.
- Matriz de valor 4 o 5 y croma de 2 con concentraciones de redox ≥2% distintas o prominentes como masas blandas y/o revestimientos de poros.
- Matriz de valor 4 y croma de 1 con concentraciones de redox ≥2% distintas o prominentes como masas blandas y/o revestimientos de poros.

La abundancia, tamaño y color de los moteados generalmente refleja la duración del período de saturación e indican si el suelo es o no hídrico. En general, cuanto más gris y más cerca de la superficie, más húmedo es el suelo y más probable es que el suelo sea hídrico (Tiner, 2017).

5.4.7. CONCENTRACIONES REDOX

Las concentraciones redox son características formadas cuando los óxidos de Fe o hidróxidos se han acumulado en un punto o alrededor de un poro o de un canal radicular. Se han definido como “cuerpos de acumulación aparente de óxidos e hidróxidos de Fe-Mn”. Esto significa que parecen haberse formado por Fe o Mn moviéndose en un área, oxidante y precipitante. Las concentraciones de redox contienen más óxidos e hidróxidos Fe+3 de los que se encontraron originalmente en la matriz del suelo. Se han definido tres tipos de concentraciones de redox: masas Fe, revestimientos de poros Fe y nódulos y concreciones Fe. Estos difieren en su dureza y también en donde se producen en el suelo. Para más detalles de los tipos de concentraciones revisar Schoeneberger *et al*, 2012.

5.4.8. ALGUNOS SUELOS DE HUMEDALES DE CHILE

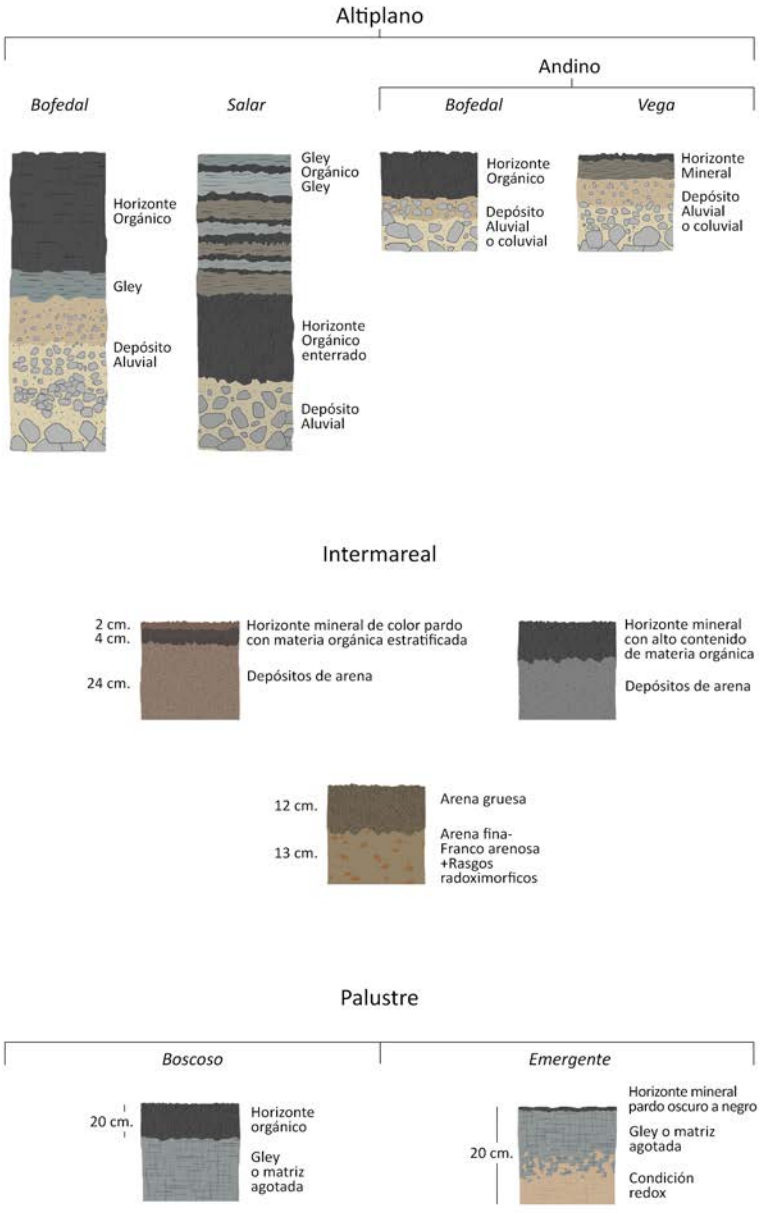
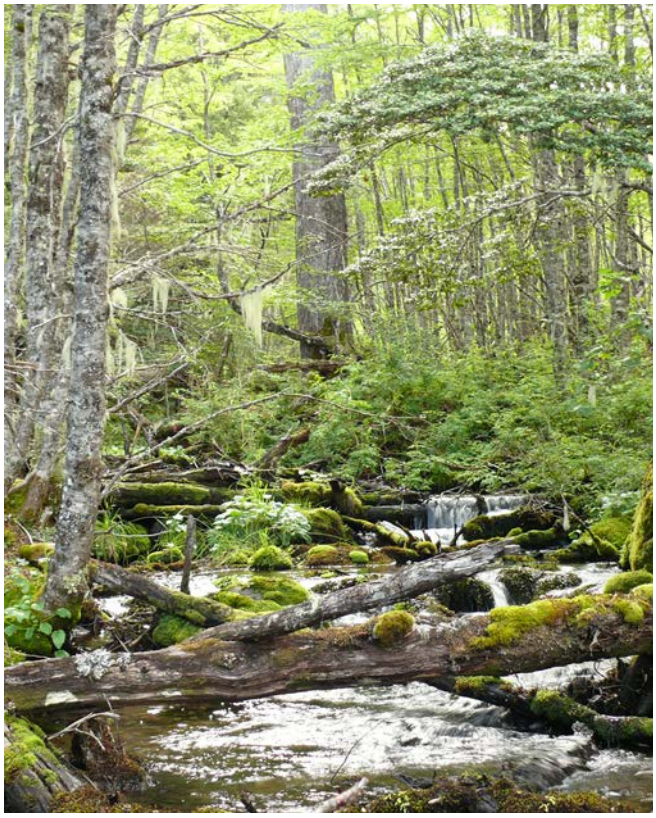


Figura 28. Algunos suelos de humedales de Chile.







CASOS DE ESTUDIO



CASOS DE ESTUDIO

Con el objetivo de abordar en la práctica el proceso de delimitación de humedales, esta sección incluye siete casos de estudio que permiten visualizar cuáles son las problemáticas y cómo resolverlas.

Para ello, en cada caso se detallan los pasos correspondientes al proceso de delimitación, los que corresponden a:

- Paso 0: Identificación del humedal.
- Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica.
- Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología.
- Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación.
- Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos.

Asimismo, los casos abordados son representativos de diferentes zonas biogeográficas y administrativas (a nivel de macrozona), de manera de permitir la territorialización del uso de la guía y facilitar la comprensión del proceso.

El Cuadro con listas de indicadores en cada caso de estudio, no corresponde a los indicadores necesariamente observables en el terreno, si no que se refiere a la distinción previa para dirigirse al lugar y observar con mayor detención la presencia o no de estos indicadores.

6.1. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, ALTOANDINO, VEGA SALINA. JACHUCOPOSA, SALAR DE COPOSA, TARAPACÁ

6.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Humedal de Jachucoposa se encuentra ubicado a 3.752 msnm en el Salar de Coposa, comuna de Pica, región de Tarapacá. Las coordenadas de referencia son 530871 m E y 7713114 m S. El sistema de Jachucoposa, se ubica en el sector sureste del Salar de Coposa. La vega de Jachucoposa se asocia a la vertiente de Jachucoposa y al sistema lagunas que ésta genera. El origen de la vertiente se da por la presencia de un sistema de falla geológica. Los flujos superficiales son escasos y el agua se transporta principalmente de forma subterránea.

6.1.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de Jachucoposa se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y ha sido reconocido por las comunidades habitantes de la zona y por diversas instituciones por su valor ecológico y turístico. También se han identificado amenazas que podrían alterar el ciclo hidrológico que los sustenta.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección Zonas Biogeográficas) el humedal de Jachucoposa se ubica en la zona árida estepárica de altura.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología

De acuerdo con la zona biogeográfica identificada en el paso inmediatamente anterior, la interpretación de los indicadores de hidrología correspondiente al humedal de Jachucoposa se encuentra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Interpretación de indicadores de hidrología en humedal de Jachucoposa de acuerdo con zona biogeográfica.

Indicadores Primarios	Indicadores Secundarios
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua · B2 Depósitos de sedimentos · B3 Depósitos de deriva (drift) · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B9 Hojas manchadas de agua · B11 Costras de sal · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C2 Nivel freático en estación seca **Grupo D:** · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria

6.1.2.1. Determinación de CAN

En el caso del humedal de Jachucoposa no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.1.2.2. Determinación de indicadores primarios y secundarios
Ya en el grupo B y C en el humedal de Jachucoposa es posible observar indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observables son:

- B7 Inundación visible en imágenes aéreas.
- B11 Costras de sal.
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.
- C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas.

En la Figura 29 se encuentra el registro fotográfico de algunos de estos indicadores.



Figura 29. Indicador B7 Inundación visible en imágenes aéreas del humedal de Jachucoposa. Fuente: Imagen Google Earth, 2021.

Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación hidrófita

En este caso se delimitará la laguna pequeña del humedal Jachucoposa, la cual tiene una superficie de 0,77 ha (Figura 30). Al ser un área menor a 2 ha, se procede a recorrer el sitio y a observar e identificar las comunidades vegetales presentes. En cada comunidad se establece un punto de muestreo para determinar las especies dominantes. Se sugiere establecer una línea base de 200 m para facilitar el recorrido del sitio, la cual sería replicada hacia el norte y sur de la laguna. Desde esta línea base se establecen transectos hacia el espejo de agua, identificándose las comunidades.

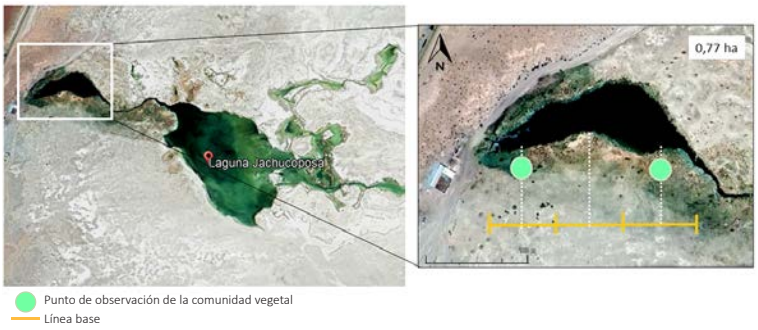


Figura 30. Vista aérea Humedal Jachucoposa. Imagen Google Earth 2021.

Las comunidades vegetales de humedal reconocidas corresponden a vega salina y pajonal hídrico (Figura 31), en donde dominan las especies *Distichlis humilis* (grama salada), *Festuca hypsophila* y *Frankenia triandra* (llaretilla). Como especies acompañantes se desarrollan *Lobelia oligophylla*, *Deyeuxia curvula*, *Distichia muscoides*, entre otras. Para delimitar el humedal según este criterio, se considera la presencia y máxima cobertura de estas comunidades vegetales.



Figura 31. Vegetación Humedal Jachucoposa. Fotografías: Felipe Reinoso.

Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos

El suelo observable en el humedal de Jachucoposa y las zonas adyacentes presenta cuatro fases: hidrofóbica, arenas, franco arcillosa y franco arcillosa con costra salina. El suelo más cercano a la laguna tiene mayor número de horizontes orgánicos, y los más alejados tienen estratos de sales[13]. En las zonas correspondientes a humedal la concentración de sales únicamente está en la superficie de suelo, mientras que en profundidad la salinidad es baja, permitiendo el desarrollo de raíces.

[13] Es importante no confundir un estrato salino con las costras de sal en superficie, indicador indirecto de hidrología de humedales. Precisamente es la hidrología la que permite la elevación del estrato salino y su depositación en superficie, permitiendo a su vez el desarrollo de raíces en el suelo.

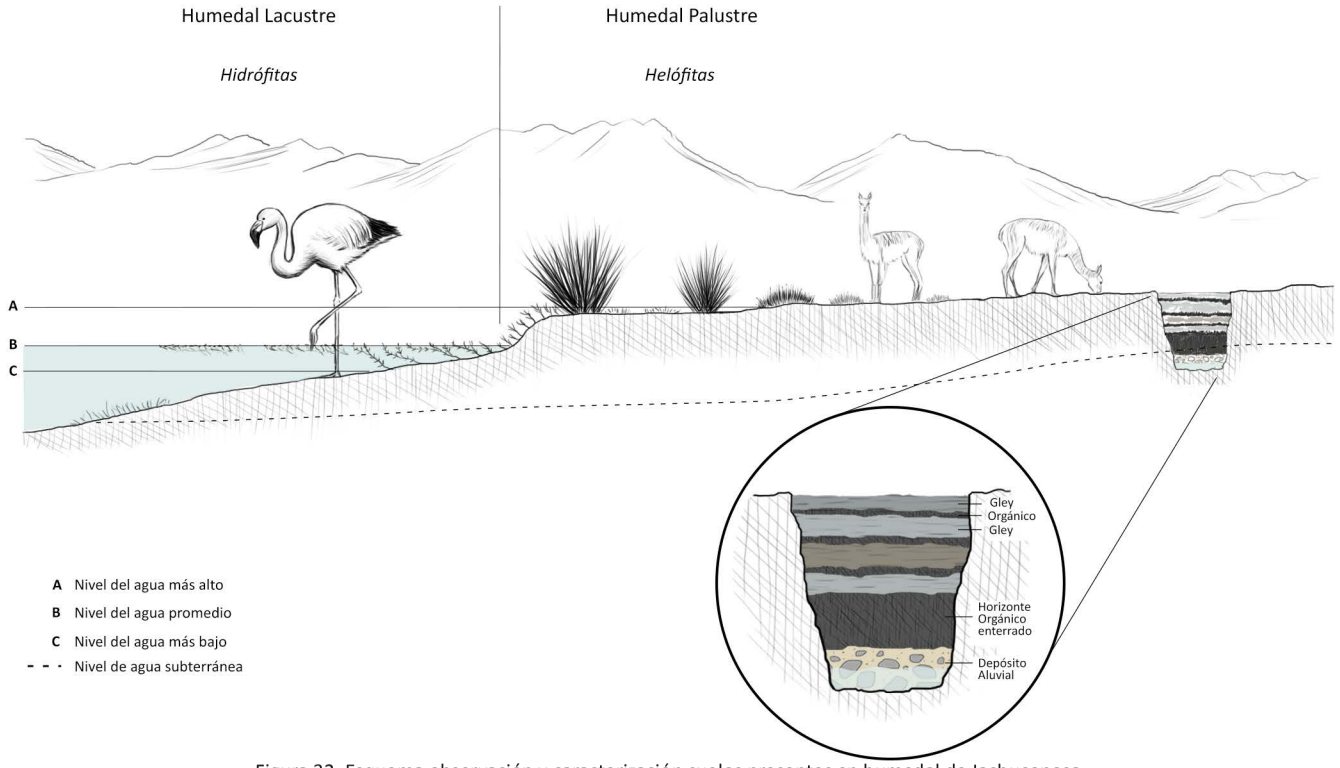
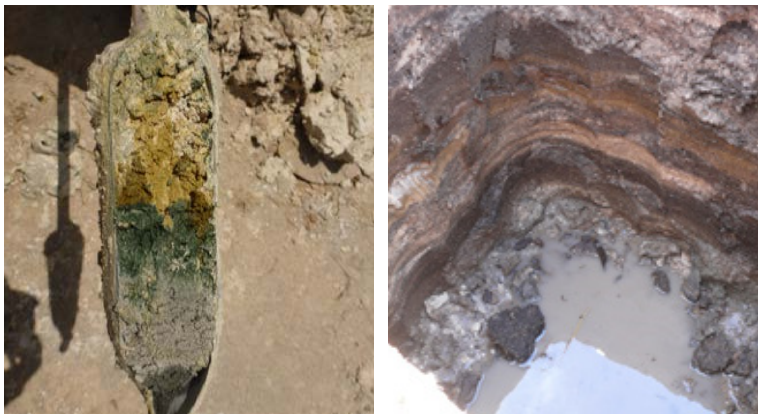


Figura 32. Esquema observación y caracterización suelos presentes en humedal de Jachucoposa.

Las texturas de los horizontes de suelo presentes en los primeros 50 cm desde la superficie son predominantemente arcillosas, por lo que corresponde el uso del flujo de suelos no arenosos (sección 3.3.5 Procedimiento), donde el indicador inmediatamente observable corresponde a la presencia de horizontes Gley, lo que permite la determinación de suelos hídricos.



(a) (b)

Figura 33. a) Presencia de horizonte Gley en primeros 30 cm desde superficie. b) Perfil de suelo con horizontes gley y napa freática.

6.2. HUMEDAL MARINO COSTERO, ESTUARINO, INTERMAREAL. DESEMBOCADURA DEL RÍO ELQUI, LA SERENA

6.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El río Elqui representa el límite sur del desierto de Atacama, con un alto endemismo y biodiversidad. El humedal lo conforma una laguna costera, emplazada en la bahía de Coquimbo, junto a la ciudad de La Serena (Figura 34). Presenta más de 200 especies de flora, y más de 160 aves residentes y migratorias. Sus coordenadas de referencia son 280623 m E y 6690856 m S.



Figura 34. Humedal de Desembocadura Río Elqui.

6.2.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de la desembocadura del río Elqui se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y ha sido reconocido por las comunidades habitantes de la zona y por diversas instituciones que han relevado su valor ecológico y han implementado acciones para su conservación, el que por su emplazamiento junto a la ciudad, se ha visto expuesto a amenazas que podrían alterar su calidad ambiental.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección 2.3. Identificación de la Zonas Biogeográficas) el humedal de la desembocadura del río Elqui se ubica en la zona árida.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología
De acuerdo con la zona biogeográfica identificada en el paso inmediatamente anterior, la interpretación de los indicadores de hidrología correspondiente al humedal desembocadura río Elqui se encuentra en el Cuadro 13. Cabe notar que en el humedal se presentan dos condiciones complementarias: la zona de la laguna con influencia intermareal más reducida, y las zonas de humedal intermareal más cercanas a la playa.

Cuadro 13. Interpretación de indicadores de hidrología en humedal desembocadura río Elqui.

Zona laguna		Humedal intermareal	
Primarios	**Secundarios**	**Primarios**	**Secundarios**
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua · B2 Depósitos de sedimentos · B3 Depósitos de deriva (drift) · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B9 Hojas manchadas de agua · B11 Costras de sal · B12 Costras de biota · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C2 Nivel freático en estación seca · C8 Madrigueras de camarones · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** Evidencia de otras condiciones del lugar o datos · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria	**Grupo A:** Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A4 Pleamar	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B4 Estera o costra de algas · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · Costras de biota · Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C9 Saturación visible en imágenes aéreas

6.2.2.1. Determinación de CAN

El humedal desembocadura río Elqui corresponde a un sistema estuarino, afectado por las mareas altas, pero no determinado por éstas, conformando el humedal una laguna costera. Por otro lado, no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.2.2.2. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C es posible observar indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observables son:

Laguna desembocadura:

- B2 Depósitos de sedimentos.
- B3 Depósitos de deriva (drift).
- B7 Inundación visible en imágenes aéreas.
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.

Intermareal:

- A4 Pleamar.

Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación hidrófita

Para este caso se delimitará la laguna costera que se forma en la desembocadura del río Elqui, la cual tiene una superficie mayor a 6 ha y un paisaje intervenido (Figura 35). Se establece una línea base de 0,7 km (a ambos lados de la laguna, norte y sur) y se distribuyen 4 transectos en dirección al espejo de agua. Se recorren los transectos identificando las comunidades vegetales presentes y en cada comunidad se establece un punto de muestreo para determinar las especies dominantes y si estas corresponden a vegetación hidrófita.

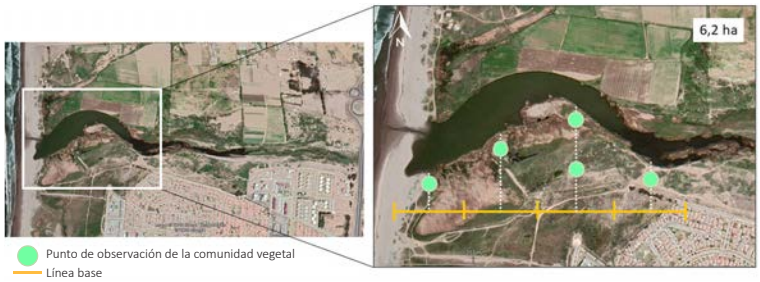


Figura 35. Vista aérea Desembocadura del Río Elqui. Imagen Google Earth.

En las comunidades vegetales que se desarrollan en el humedal (Figura 36) dominan las especies *Tessaria absinthioides* (brea), *Mesembryanthemum crystallinum* (hierba del rocío), *Paspalum vaginatum* (chépica), *Typha angustifolia* (vatro) y *Baccharis linearis* (romerillo), junto a *Distichlis spicata* (grama salada). Para delimitar el humedal según este criterio, se considera la presencia y máxima cobertura de estas comunidades vegetales, complementando con criterio hidrológico.



Figura 36. Comunidades vegetales con dominancia de *Typha angustifolia* y *Tessaria absinthioides.*

Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos

En la franja litoral se desarrollan suelos aluviales sobre terrazas marinas y fondos de valles fluviales. Los sedimentos de la desembocadura corresponden a cantos rodados. Esto permite la formación de un suelo estratificado, con arenas y materia orgánica, por los depósitos aluviales del río. También existen depósitos de arenas eólicas, desde la playa, que en algunos sectores generan dunas.

Las texturas de los horizontes de suelo presentes en los primeros 50 cm desde la superficie son predominantemente arenosas, por lo que corresponde el uso del flujo de suelos arenosos (sección 2.4.5 Procedimiento), donde el indicador inmediatamente observable corresponde a la presencia de depósitos de materia orgánica en o cerca de la superficie, lo que permite la determinación de suelos hídricos.



Figura 37. Presencia de materia orgánica en los primeros 10 cm del perfil de suelo.

6.3. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, HUMEDAL DE BATUCO, LAMPA

6.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El humedal de Batuco se encuentra en la comuna de Lampa, Región Metropolitana, al norte de la ciudad de Santiago. Alberga una gran biodiversidad y sus coordenadas de referencia son 329374 m E y 6324119 m S.

6.3.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de Batuco se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y ha sido reconocido por la ciudadanía y por diversas instituciones que han relevado su valor ecológico implementado iniciativas para su conservación debido a la gran cantidad de amenazas.

Así mismo, diversos estudios han caracterizado el área lo que permite un acercamiento preliminar previo a la delimitación propiamente tal.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección Zonas Biogeográficas) el humedal de Batuco se ubica en la zona semiárida.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología
De acuerdo con la zona biogeográfica identificada en el paso inmediatamente anterior, la interpretación de los indicadores de hidrología correspondiente al humedal de Batuco se encuentra en el Cuadro14.

Cuadro 14. Interpretación de indicadores de hidrología en humedal Batuco.

Indicadores Primarios	Indicadores Secundarios
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua (s) · B2 Depósitos de sedimentos (s) · B3 Depósitos de deriva (drift) (s) · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas (p) · B9 Hojas manchadas de agua · B11 Costras de sal · B12 Costras de biota · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C2 Nivel freático en estación seca · C3 Depósito de sal **Grupo D:** · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria

6.3.2.1. Determinación de CAN

Para el humedal de Batuco no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.3.2.2. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C es posible observar indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observables son:

- B2 Depósitos de sedimentos.
- B6 Grietas superficiales de suelo.
- B7 Inundación visible en imágenes aéreas.
- B11 Depósitos de sal.
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.

Algunos de estos indicadores se presentan en la siguiente Figura.



(a) (b)

Figura 38. a) Depósitos de sal (Barrera, 2011),
b) Inundación visible en imágenes aéreas.

Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación hidrófita

La laguna del humedal de Batuco comprende aproximadamente 300 ha de espejo de agua, por lo que es necesario establecer líneas base y transectos para facilitar el recorrido del sitio (Figura 39). De cada línea base se establecen 5 transectos que se recorren para identificar las diferentes comunidades vegetales y establecer puntos de muestreo. Es importante considerar que este humedal experimenta perturbaciones antrópicas que pueden influir en la composición de la vegetación tales como drenaje, recepción de desechos, construcción de diques, extracción de suelos, entre otras.

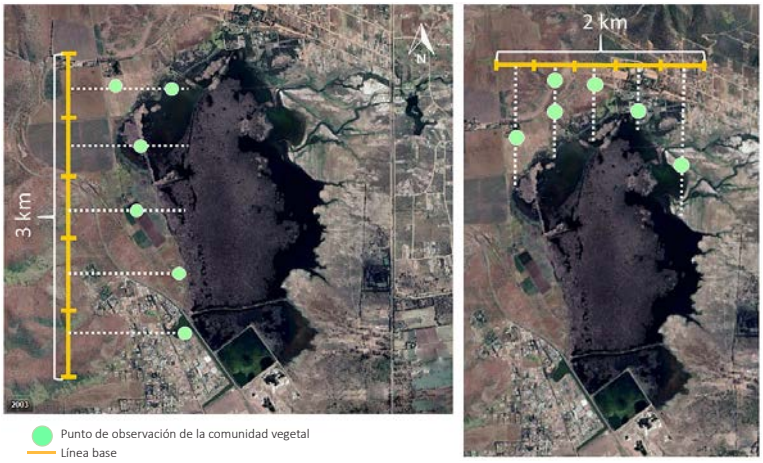


Figura 39. Vista aérea Humedal Batuco. Imagen Google Earth 2020.

La vegetación del humedal ha sido profundamente afectada por actividades humanas, y actualmente las formaciones vegetales presentan alta heterogeneidad en composición y estructura. En terreno se puede identificar la formación de bosque espinoso de *Acacia caven* (espino) y *Prosopis chilensis* (algarrobo), pero esta no corresponde a vegetación hidrófita.

En la ribera de las lagunas se desarrollan juncales y pajonales de las especies *Typha angustifolia* (vatro) y *Schoenoplectus californicus* (totora), que junto a especies como *Eleocharis macrostachya* (rume), *Oxybasis glauca* (quinguilla) y *Polypogon monspeliensis* son vegetación de humedal (GESAM, 2018). Junto a la laguna se desarrollan siete

asociaciones vegetales (Del Campo *et al.* 2005), destacando la presencia de la especie halófita *Frankenia salina* (hierba del salitre), debido a la salinidad del sustrato. Otra especie halófita importante es *Distichlis spicata* (grama salada), formando parte de la pradera húmeda salobre. El humedal según este criterio, se delimita según la presencia y máxima cobertura de estas comunidades vegetales.

Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos

Los suelos correspondientes al humedal de Batuco corresponden con la serie Batuco, cuya descripción de los 50 cm más superficiales se encuentra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 15. Descripción serie de suelo Batuco (Adaptado de Barrera, 2011)

Horizonte (cm)	Característica físicas y morfológicas
2 - O	**Acumulación de restos orgánicos** y raíces de espesor variable.
O - 5	Vario, dominante pardo grisáceo; (10 YR 3/4); **franco arcillo limosa**; bloques angulares, medios, fuertes; esta estrata presenta estructura laminar; extremadamente duro en seco; muy firme en húmedo; muy plástico, muy adhesivo; raíces, finas, abundantes; poros finos y medios, comunes; manchas de color negro (10 YR 2/1), pequeñas, abundantes; pH 7,9; muy débil reacción al HCl 1/3; abrupto ondulado.
5 - 24	Pardo (7,5 YR 4/2 s); pardo obscuro (7,5 YR 3/2); **arcillo limosa**; prismática gruesa, fuerte; extremadamente duro en seco, muy firme en húmedo; raíces finas y medias comunes; poros finos y medios comunes; grava, fina angular, escasa; cerosidades en la cara de los agregados, contínuos, delgados; pH 8,5; reacción al HCl 1/3; claro ondulado.
24 - 51	Pardo a rojizo obscuro (7,5 YR 3/2 - 5 YR 3/2 s), pardo a pardo, rojizo obscuro (7,5 YR 3/2 - 5 YR 3/3 h); **arcillo limosa**; maciza; muy firme en húmedo; muy plástico, muy adhesivo; raíces finas, comunes; poros, finos y medios, comunes; grava fina, escasa, **acumulación de carbonato en la mitad inferior de la estrata**; slikensides, abundantes; pH 9,2; reacción al HCl 1/3; difuso lineal.

De lo anterior se desprende que la textura de suelo, para efectos de la delimitación mediante el criterio suelo hídrico, corresponde a suelos no arenosos (sección 2.4.5. Procedimientos).

El indicador más fácil de visualizar para este tipo de suelos, el gley, no se encuentra o no ha sido descrito en el humedal de Batuco. Por ello es necesario recurrir a la constatación de materiales sulfhídricos y al análisis de la matriz de croma y presencia de moteados.

Adicionalmente, la acumulación de carbonatos da cuenta del proceso de inundación y posterior sequedad en ambientes alcalinos, procesos propios de suelos hídricos en este tipo de ambiente.

6.4. HUMEDAL MARINO Y COSTERO, ESTUARINO, INTERMAREAL, HUMEDAL DESEMBOCADURA RÍO RAPEL, LA BOCA, COMUNA DE NAVIDAD

6.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El humedal de la desembocadura del río Rapel se ubica junto a la localidad de la Boca, comuna de Navidad, precisamente en el límite entre las regiones de Valparaíso y O´Higgins. Se trata de un humedal estuarino intermareal. Sus coordenadas de referencia son 238287 m E y 6244556 m S.

6.4.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de la desembocadura del río Rapel se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y por diversas iniciativas institucionales y ciudadanas para su conservación. Asimismo, el humedal es fácilmente visible con sensores remotos desde fotografías satelitales.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección 2.3. Identificación de la Zonas Biogeográficas) el humedal de la desembocadura del Río Rapel se ubica en la zona semiárida.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología
De acuerdo con la zona biogeográfica identificada en el paso anterior, la interpretación de los indicadores de hidrología correspondiente al humedal desembocadura Río Rapel se encuentra en el Cuadro 13. Cabe notar que en el humedal se presentan dos condiciones

complementarias: la zona del río con influencia de las mareas más reducida (especialmente en cuanto a la intrusión salina), y las zonas de humedal intermareal más cercanas al mar.

Cuadro 16. Interpretación de indicadores de hidrología en humedal desembocadura Río Rapel.

Zona laguna		Humedal intermareal	
Primarios	**Secundarios**	**Primarios**	**Secundarios**
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B9 Hojas manchadas de agua · B11 Costras de sal · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua (s) · B2 Depósitos de sedimentos (s) · B3 Depósitos de deriva (drift) (s) · B10 Patrones de drenaje **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C2 Nivel freático en estación seca · C8 Madrigueras de cangrejos de río o camarones · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** Evidencia de otras condiciones del lugar o datos · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria	**Grupo A:** Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A4 Pleamar	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B4 Estera o costra de algas · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · Costras de biota · Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** Evidencia de otras condiciones del lugar o datos · Sin indicadores de este grupo

6.4.2.1. Determinación de CAN

El humedal desembocadura Río Rapel corresponde a un sistema estuarino, afectado por las mareas altas. Por otro lado, no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.4.2.2. Área de influencia marina

En el caso del humedal de la desembocadura del Ro Rapel es importante considerar que existen diferentes zonas dependiendo dela influencia de la marea y de la intrusin salina en las aguas del río (CEA, 2017), las que se presentan en la Figura 40 y corresponden a cuatro tramos:

- Zona estuarina de cuña salina (rojo).
- Zona estuarina de mezcla parcial (naranjo).
- Zona estuarina sin intrusión (amarillo).
- Zona no estuarina del Río Rapel (azul).



Figura 40. Áreas de influencia marina en el estuario de
la desembocadura del río Rapel. Fuente: Adaptado de CEA (2017).

Este efecto es importante para la delimitación con los indicadores de hidrología, vegetación y suelos. Específicamente para hidrología es recomendable utilizar únicamente el indicador de pleamar cuando la influencia marina es alta y utilizar los indicadores correspondientes a humedales fuera del límite costero para el resto del humedal.

6.4.2.3. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C es posible observar indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observables son:

Media y baja influencia marina

- B7 Inundación visible en imágenes aéreas.
- B11 Depósitos de sal.
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.
- B13 Invertebrados acuáticos (o “fauna”).

Intermareal y alta influencia marina

- A4 Pleamar.

Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación

La desembocadura del río Rapel forma un estuario de más de 200 ha, en donde el río recorre una curva pronunciada antes de ingresar al mar (Figura 41). Desde el punto en donde comienza la desembocadura, se establecen dos líneas base con 8 transectos cada una. El recorrido de los transectos permite identificar las diferentes comunidades vegetales y establecer puntos de muestreo.



Figura 41. Vista aérea Desembocadura Río Rapel.
Imagen Google Earth 2021.

La vegetación del estuario incluye formaciones que no son propias de humedal, como la formación de bosque esclerófilo costero con especies como *Peumus boldus* (boldo), *Cryptocarya alba* (peumo), *Schinus latifolius* (molle), *Senna candolleana* (quebracho), arbustos del género *Baccharis*, entre otras.

La vegetación ribereña incluye juncáceas, mientras que la vegetación acuática en la zona con disminución de salinidad se compone de macrófitas como *Zannichellia palustres* (cachudita de agua), *Potamogeton sp.*, *Lemna gibba* (lenteja de agua), *Mimulus* spp., *Ludwigia peploides* (clavito de agua), entre otras, acompañadas de algas verdes filamentosas (Figura 42). El humedal según este criterio, se delimita según la presencia y máxima cobertura de estas comunidades vegetales.

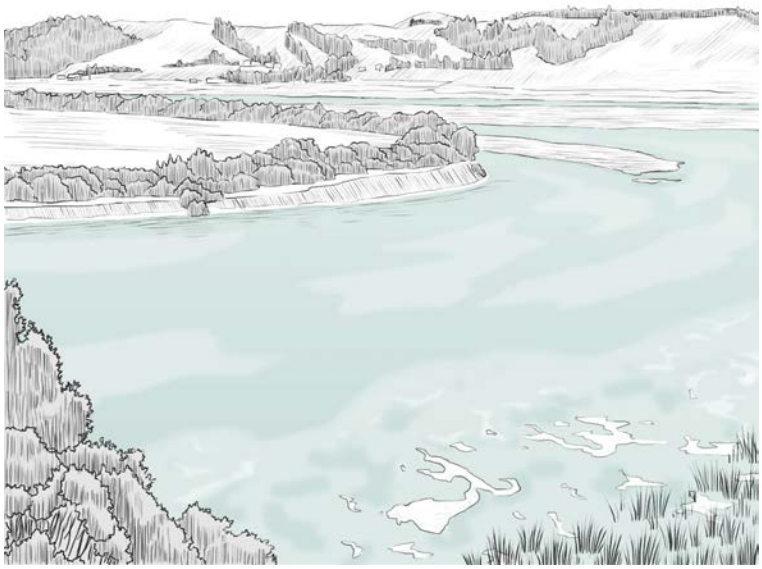


Figura 42. Desembocadura Río Rapel.

Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos
En los suelos de la desembocadura del río Rapel es posible encontrar un suelo estratificado, con presencia de arenas y materia orgánica, debido a los depósitos aluviales del rio.

En el contexto de suelos arenosos se utiliza la clave arenosos (sección 2.4.5 Procedimiento), donde el indicador inmediatamente observable corresponde a la presencia de depósitos de materia orgánica en o cerca de la superficie, lo que permite la determinación de suelos hídricos. Sin embargo, debido a la gran influencia salina en el estuario cerca del mar, y a la exclusión de vegetación no halófita, es posible que los depósitos de materia orgánica sean menores en esta zona, si bien se presenta con gran claridad el indicador de hidrología Pleamar, el cual es recomendable utilizar en esta área específica de fuerte intrusión salina dada la mayor dificultad de visualizar los indicadores de vegetación y suelos.

6.5. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE, PAICAVÍ, CONCEPCIÓN, REGIÓN DEL BIOBÍO

6.5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El humedal de Paicaví se ubica dentro de la ciudad de Concepción y por esta razón ha visto disminuida su superficie con el crecimiento de la ciudad y, al mismo tiempo, es delimitado por áreas de relleno en prácticamente todo su contorno. Se trata de un humedal continental palustre emergente. Sus coordenadas de referencia son 671940 m E y 5925270 m S.

6.5.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de Paicaví se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y, en el contexto de las diversas presiones sobre éste dada la expansión urbana, es considerado por diversas iniciativas institucionales y ciudadanas para su conservación. Así mismo, el humedal es fácilmente visible con sensores remotos desde fotografías satelitales, aunque se debe considerar que debido a las dinámicas de cambio de uso de suelo, hacia urbanización, los límites de este humedal han sido modificados.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección 2.3. Identificación de la Zonas Biogeográficas) el humedal de Paicaví se ubica en la zona húmeda.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología

De acuerdo con la zona biogeográfica identificada en el paso inmediatamente anterior, la interpretación de los indicadores de hidrología correspondiente al humedal de Paicaví se encuentra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Interpretación de indicadores de hidrología en humedal Paicaví.

Indicadores Primarios	Indicadores Secundarios
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua (s) · B2 Depósitos de sedimentos (s) · B3 Depósitos de deriva (drift) (s) · B4 Estera o costra de algas · B5 Depósitos de hierro · B8 Superficie cóncava con escasa vegetación · B9 Hojas manchadas de agua · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C2 Nivel freático en estación seca · C5 Depósitos de sal · C8 Madrigueras de camarones · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** · D1 Plantas atrofiadas o estresadas · Posición geomórfica · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria

6.5.2.1. Determinación de CAN

Para el humedal de Paicaví no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.5.2.2. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C es posible observar indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observables son:

- B7 Inundación visible en imágenes aéreas.
- B8 Superficie cóncava con escasa vegetación.
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.

Los pocos indicadores primarios observables se explican por la alta intervención del sitio, lo que ha reducido artificialmente la superficie del humedal y lo ha fragmentado respecto a zonas de transición, alterado la expresión de la hidrología en indicadores primarios como marcas de agua, hojas manchadas y depósitos de sedimento, los que seguramente aparecerían en un sitio menos intervenido. En este contexto, resulta importante considerar el indicador secundario B10 Patrones de drenaje, puesto que éste resulta un indicador útil para efectos de la posterior delimitación con vegetación y suelos.

Algunos de estos indicadores se presentan en la Figura 47.



(a) (b)

Figura 43. a) C1 Olor a sulfuro de hidrógeno
b) Indicador secundario B10 Patrones de drenaje.

Paso 3: Levantamiento de indicadores de vegetación

El humedal Paicaví tiene una superficie de más de 50 ha, por lo que se hace necesario establecer transectos para facilitar la identificación de las comunidades vegetales. A ambos lados de una sección del humedal se distribuye una línea base de 0,8 km con al menos 3 transectos hacia el espejo de agua (Figura 44). Al recorrer estos transectos se establecen puntos de muestreo para determinar la presencia de vegetación hidrófita. Es necesario considerar la matriz altamente urbanizada que tiene este humedal, y los rellenos que pueden modificar la distribución de la vegetación hidrófita.



Figura 44. Vista aérea Humedal Paicaví. Imagen Google Earth 2021.

En el humedal se reconocen plantas palustres emergidas que conforman un totoral (*Schoenoplectus californicus*), y otras palustres como *Cyperus eragrostis* (cortadera grande), *Carex riparia* (cortadera) y *Typha dominguensis* (vatro). También es necesario reconocer las áreas que no corresponden al humedal, las que tienen dominancia de gramíneas y malezas alóctonas producto de la modificación de la condición natural del humedal.

Paso 4: Levantamiento de indicadores de suelos hídricos

Debido a su extensión y fragmentación el humedal Paicaví presenta suelos arenosos y suelos no arenosos, por lo que es necesario utilizar las dos claves correspondientes a estos tipos de suelo (sección 2.4.5 Procedimiento).

Para el caso de los suelos no arenosos aparecen rasgos gley que implican la clasificación de suelos hídricos, si bien esto puede ser confirmado con la evaluación de los cromas. Para el caso de los suelos arenosos aparece con claridad la presencia de materia orgánica en superficie y la presencia de materiales sulfhídricos (Figura 45).



(a) (b)

(c) (d)

Figura 45. a) Muestra de suelo no arenoso con rasgos Glay;b) Verificación del croma en suelos no arenosos; c) Muestra de suelo arenoso; d) Materia orgánica en superficie en suelos arenosos y con material sulfhídrico. Fuente: Edáfica.

6.6. HUMEDAL PALUSTRE BOSCOSO, PITRANTO DE TRUMAO, LA UNIÓN

6.6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Humedal Trumao se inserta en la cuenca hidrográfica del Río Bueno, límite físico entre las comunas de La Unión y San Pablo, que comparten a su vez límite entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Se ha reconocido el alto valor ecológico, así como el alto potencial para la puesta en marcha de iniciativas que contribuyan al desarrollo del sector. Las coordenadas de referencia son 648935 m E; 5532771 m S.

6.6.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
En el caso de la identificación institucional y ciudadana, su evidencia corresponde a un conjunto de iniciativas orientadas a la protección de un área no delimitada, con el fin de proteger los ecosistemas asociados y permitir actividades económicas como el turismo en el sector. Por otro lado, el humedal de Trumao se encuentra catalogado como tal en el Inventario Nacional de Humedales.

Adicionalmente es posible una identificación preliminar de los límites aproximados del humedal que permita establecer sitios de muestreo para el proceso de delimitación en el terreno. En la Figura 46 se presenta una imagen satelital desde la plataforma Google Earth Engine, con imágenes proporcionadas por el Satélite Sentinel-1. En la imagen se aprecia en color magenta las áreas de inundación temporal entre los meses de mayo y septiembre de 2020.

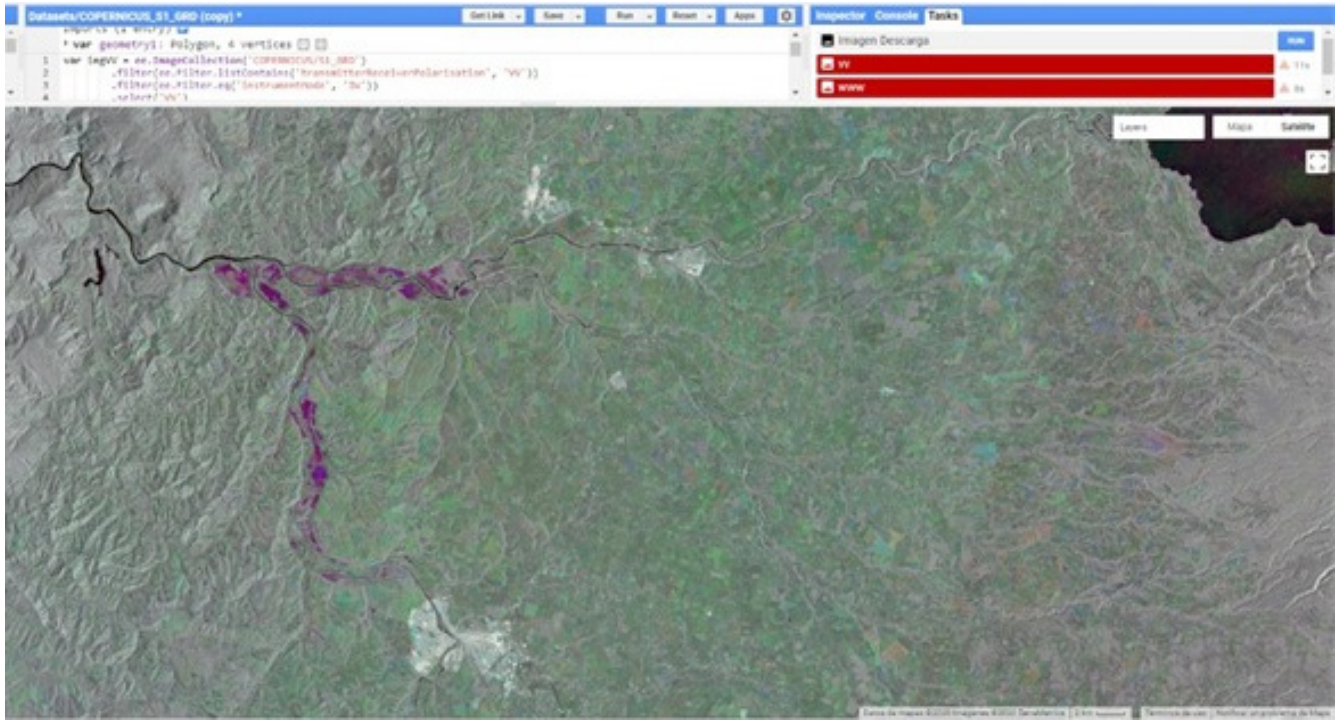


Figura 46. Determinación sitios de inundación entre meses de mayo y septiembre mediante sensores remotos.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
La zona biogeográfica donde se ubica el humedal Trumao corresponde a la zona hiperhúmeda (Sección 2.1. Zonas Biogeográficas).

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología
De acuerdo con la definición de zona biogeográfica del paso anterior, en el Cuadro 18 se presentan los indicadores del criterio hidrología posibles de observar para la delimitación del humedal Trumao.

Cuadro 18. Indicadores hidrología para zona biogeográfica hiperhúmeda, correspondiente al humedal Trumao.

Indicadores Primarios	Indicadores Secundarios
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua · B2 Depósitos de sedimentos · B3 Depósitos de deriva (drift) · B4 Estera o costra de algas · B5 Depósitos de hierro · B8 Superficie cóncava con escasa vegetación · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") · B14 Depósitos de sedimentos finos **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B9 Hojas manchadas de agua · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C6 Reducción reciente de hierro en suelos labrados · C7 Superficie de estiércol fino · C8 Madrigueras de cangrejos de río o camarones · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** · D1 Plantas atrofiadas o estresadas · D2 Posición geomórfica · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria

6.6.2.1. Determinación de CAN

Paso 1: Determinar, en función del tipo de humedal cuál es la evidencia útil para la determinación de CAN

El humedal de Trumao, en su periodo de mayor inundación queda conectado al río Bueno, lo que hace que en la práctica para la determinación de las CAN se comporte como un humedal de pendiente de agua superficial. En este contexto, resulta útil para la determinación de la ventana temporal en la que se presentan las CAN los datos de estaciones fluviométricas asociadas al río Bueno ubicadas en Trumao o en lugares cercanos.

Paso 2: Determinar si la evidencia útil se encuentra disponible y reunirla

La estación fluviométrica más cercana al sitio y que presenta datos de caudales medios diarios para los últimos años es la Estación río Bueno en Río Bueno, de acuerdo con la búsqueda realizada en el SNIA (Figura 47). Para el caso, se han reunido los datos de caudales medios diarios de esta estación para los últimos 8 años.

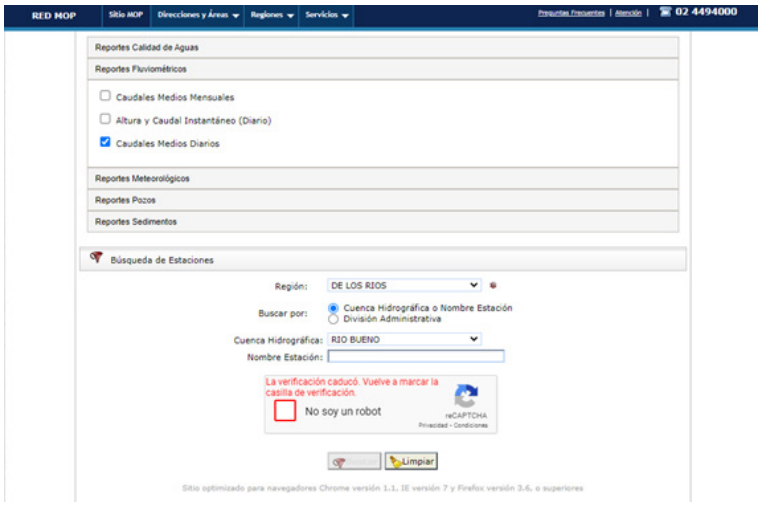


Figura 47. Plataforma de búsqueda de reportes fluviométricos en el SNIA.

Paso 3: Realizar un análisis estadístico que permita establecer el periodo de tiempo en que probabilísticamente se presentan las CAN

De acuerdo con el análisis estadístico correspondiente a una comparación de medias mediante un análisis de varianza con datos de caudales medios diarios (m^3/s) entre los años 2013 y 2020, el mes de Julio presenta valores significativamente más altos que todos los demás meses[14]. En la Figura 48 se presenta de manera gráfica los resultados obtenidos. Por otro lado, la desviación estándar para el mes de Julio para el conjunto de datos de los ocho años analizados es de sólo un 13 %, lo que da cuenta de la estabilidad del valor. En este contexto, las CAN se presentan en el mes de Julio donde para el humedal de Trumao es posible llevar a cabo el proceso de delimitación mediante los indicadores directos de hidrología.

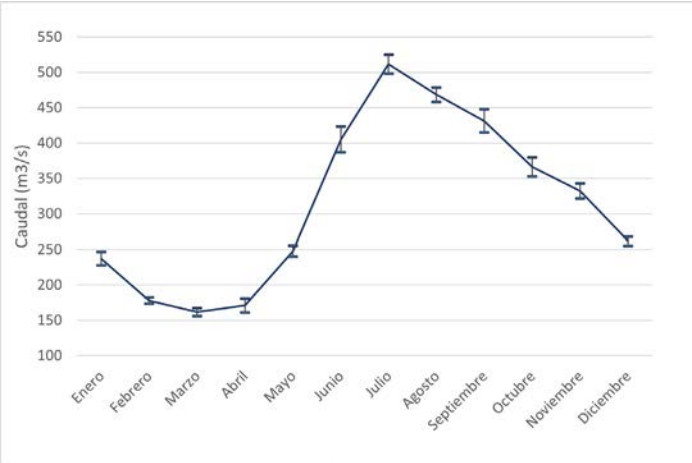


Figura 48. Medias de caudales medios diarios (m3/s) e intervalos de confianza (95 %) en estación fluviométrica Bueno, en el río Bueno.

[14] Todos los valores p de Julio respecto a los demás meses fueron menores a 0,00005, siendo interpretables valores menores a 0,05 como aquellos que presentan diferencias significativas.

6.6.2.2. Observación de indicadores directos de hidrología

De acuerdo con la determinación de las CAN de la sección anterior, los indicadores directos de hidrología (agua en superficie, suelos saturados y nivel freático alto), útiles para delimitación, son observables en el mes de Julio. En la Figura 49 se encuentra una fotografía aérea donde es posible observar estos indicadores a nivel de superficie. Cabe mencionar que en otros meses del año estos indicadores también están presentes en el humedal de Trumao, pero no corresponden con los límites máximos del humedal, lo que hace necesario su estimación en conjunto con indicadores indirectos de hidrología o su complemento con indicadores de vegetación y suelos hídricos.

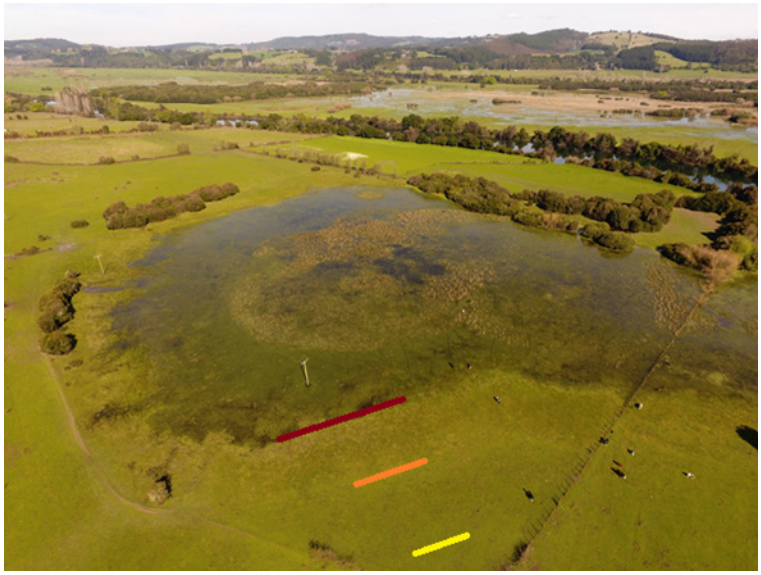


Figura 49. Indicadores directos de hidrología en humedal de Trumao durante Julio. En rojo límite del agua superficial (A1), en naranjo límite suelo saturado (A2) y en amarillo límite estimado de nivel freático alto (A3).

6.6.2.3. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C en el momento de la visita para observación existían diversos indicadores primarios, por lo que no es necesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observados son:

- B1 Marcas de agua.
- B4 Estera o costra de algas.
- B5 Depósitos de hierro.
- B8 Superficie cóncava con escasa vegetación.
- B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna").
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.
- C3 Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas.

En la Figura 50 se encuentra el registro fotográfico de algunos de estos indicadores.



B1 y C1



B4



B8



C3

Figura 50. Algunos indicadores hidrología humedal Trumao.
Código corresponde a indicador observado.

Paso 3: Criterio vegetación hidrófita

Dependiendo del tamaño del parche de pitranto a delimitar puede ser necesario o no el establecimiento de una línea base. En este caso se incluye como ejemplo una línea base de 120 m y 3 transectos para recorrer e identificar las comunidades vegetales (Figura 51).



Figura 51. Vista aérea de un pitranto en Trumao. Imagen Google Earth 2020.

La comunidad vegetacional a delimitar se denomina bosque pantanoso de temo-pitra o pitranto, y corresponde a un humedal palustre boscoso. Las especies dominantes de esta comunidad son *Myrceugenia exsucca* (pitra), *Blepharocalyx cruckshanksii* (temu) y ocasionalmente *Drymis winteri* (canelo) (Figura 52). Junto a esta, se desarrollan otras comunidades que pueden o no ser vegetación hidrófita. Otras comunidades de humedal que colindan con pitranto son la pradera húmeda de *Juncus procerus* (junquillo grande), pantano de coratera grande, comunidad de pasto pinito, poleo o clavito de agua. Asimismo, el pitranto puede encontrarse aledaño a praderas agrícolas, que corresponden a vegetación modificada, que no es parte del humedal.



Figura 52. Pitranto en Trumao y detalle de pitra (derecha).

Paso 4: Criterio suelos hídricos

Los suelos bajo cobertura de pitranto presentan un horizonte con abundancia de raíces muy finas, que forman un entramado tal que permite la acumulación de grandes cantidades de agua y de carbono. Una vez despejado el terreno para cultivos o praderas, el suelo pierde el horizonte orgánico y ya no puede sustentar la acumulación de agua, en fondos de valle principalmente, manteniéndose en superficie o con un nivel freático muy cercano a ella. Con la introducción de ganado, se observan pedestales en torno a árboles y acumulaciones de agua en forma dispersa en la superficie, pero que dan cuenta de la remoción de partículas de suelo, las que podrán ser arrastradas por escorrentía en la época de inundación. Un esquema de esta situación se presenta en la Figura 53.

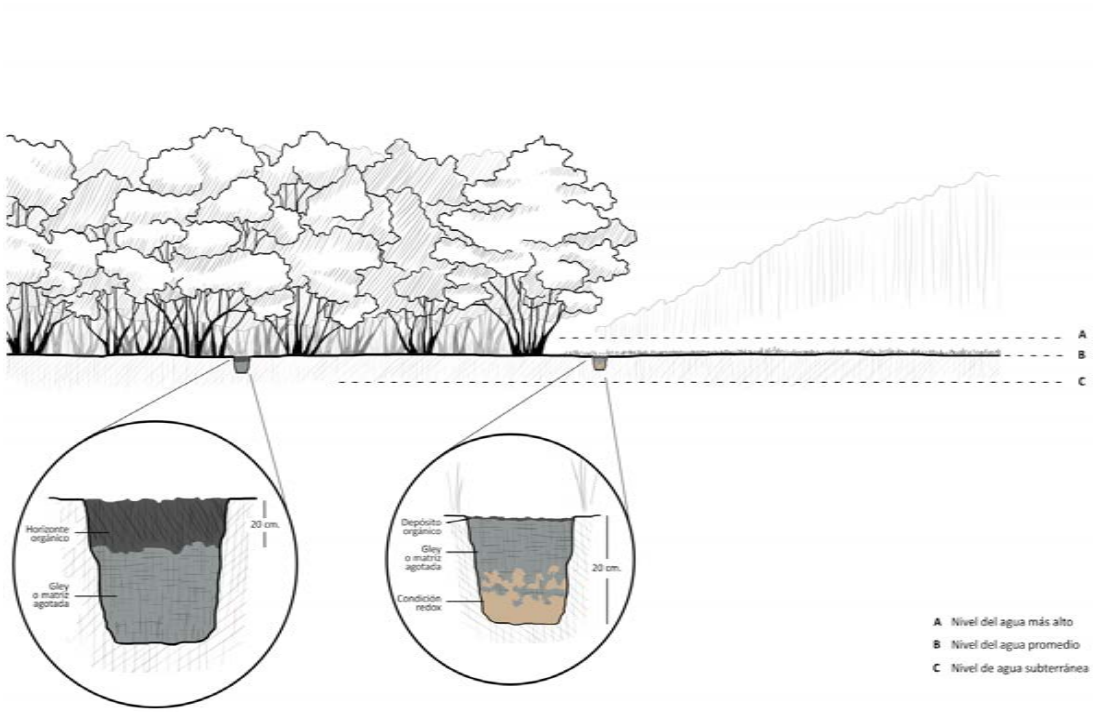
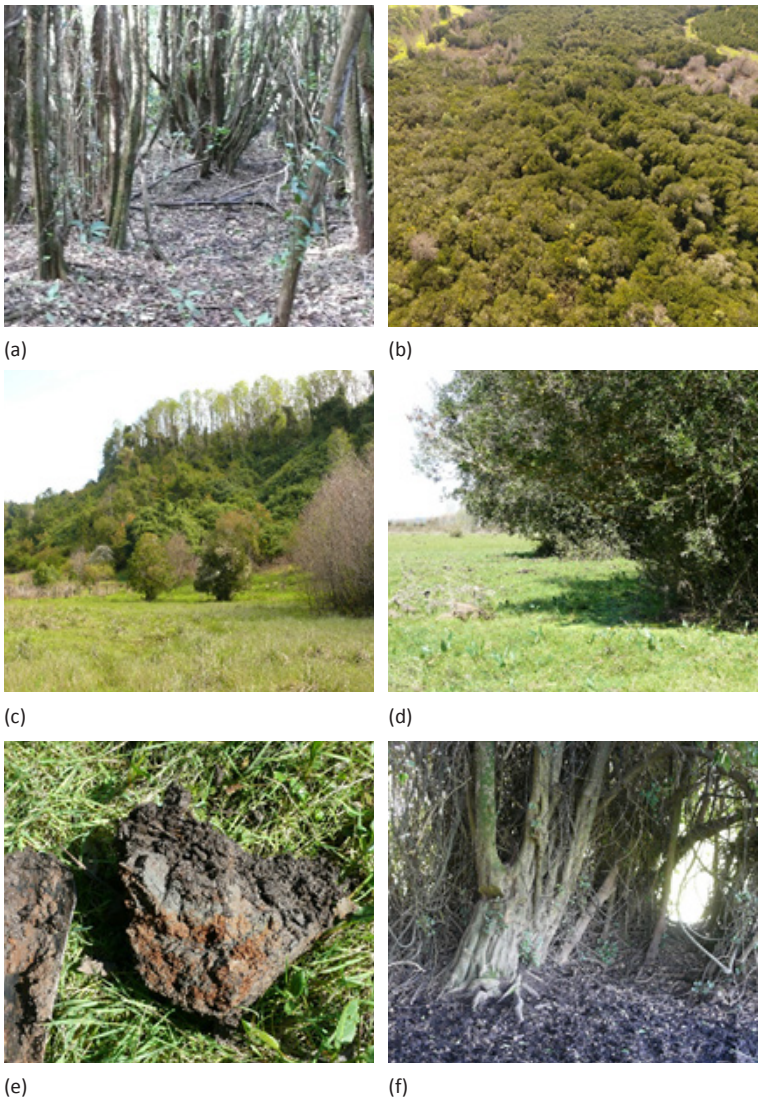


Figura 53. Suelos hídricos en el área de estudio.



(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)

Figura 54. (a) Sector de pitranto con suelo seco en superficie y hojarasca, (b) Cobertura de pitrantro densa y continua, con introducción mínima de especies de flora alóctona, (c) Sector con árboles dispersos de pitranto. El suelo está inundado, con presencia de hidrófitas helófitas, (d) Sector de pastoreo. Se observa vegetación talajeada, (e) Suelo con presencia de rasgos redoximórficos que evidencian que corresponde con la definición de un suelo hídrico, con condiciones fluctuantes del nivel freático, (f) Sector con evidencia de áreas disturbadas por ganado, vegetación en pedestales y raíces expuestas.

6.7. HUMEDAL CONTINENTAL, PALUSTRE, EMERGENTE. HUMEDAL DE TRES PUENTES, PUNTA ARENAS

6.7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Humedal Tres Puentes se inserta dentro de la ciudad de Punta Arenas. Este refugio de biodiversidad alberga a más de 96 especies de aves. Un cuarto de la superficie del humedal está bajo la categoría de Bien Nacional Protegido. Las coordenadas de referencia son 374117 m E; 4113093 m S.

Cabe destacar que el humedal de Tres Puentes se formó producto del establecimiento de caminos que limitaron artificialmente el drenaje desde la década entre 1990 y 2000, por lo que se trata de un humedal de unos 30 años.

6.7.2. PASOS PARA LA DELIMITACIÓN

Paso 0: Identificación preliminar del humedal
El humedal de Tres Puentes se encuentra identificado en el catastro nacional de humedales y, en el contexto de las diversas presiones sobre éste dada la expansión urbana, es considerado por diversas iniciativas institucionales y ciudadanas para su conservación. Este humedal es fácilmente visible con sensores remotos desde fotografías satelitales, aunque se debe considerar que debido a las dinámicas de cambio de uso de suelo, hacia urbanización, los límites de este humedal han sido modificados desde su aparición en los años noventa del siglo pasado (Figura 55).

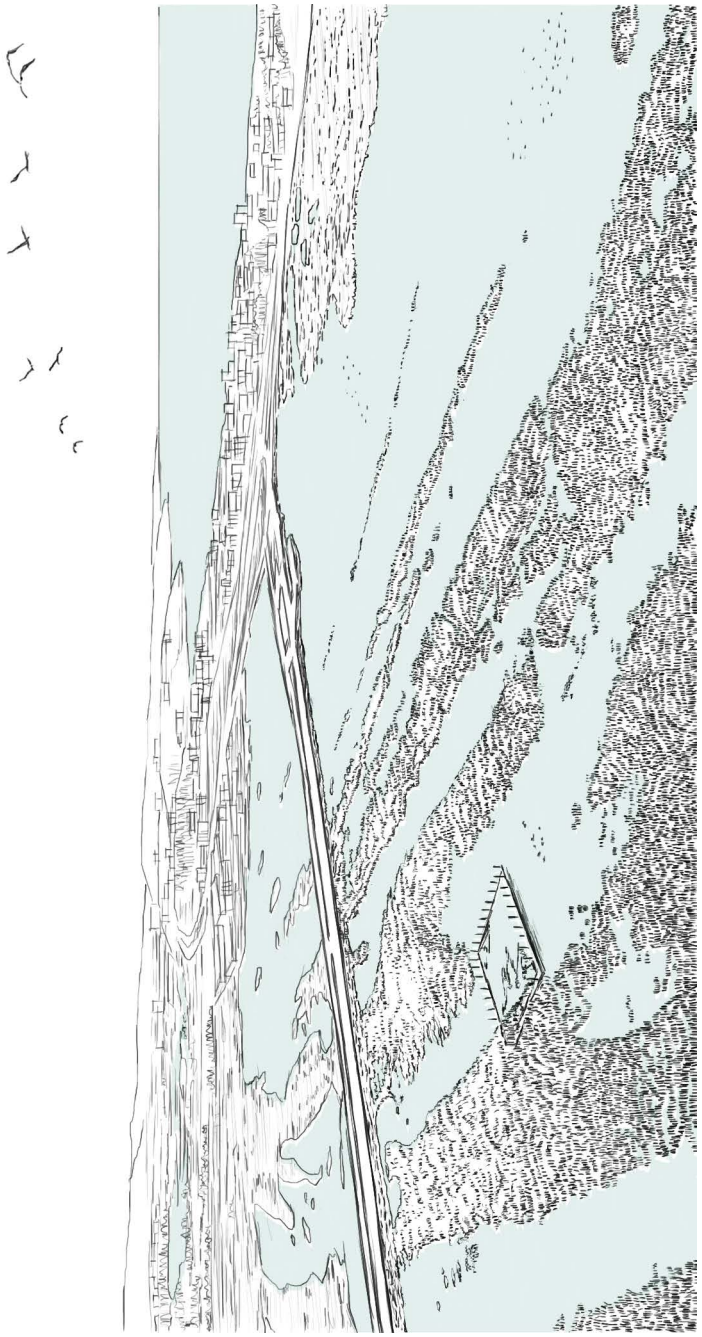


Figura 55. Vista aérea humedal Tres Puentes.

Paso 1: Determinación de la zona biogeográfica
De acuerdo con la definición de zonas biogeográficas (sección 2.3. Identificación de la Zonas Biogeográficas) el humedal Tres Puentes se ubica en la zona hiperhúmeda.

Paso 2: Levantamiento de indicadores de hidrología
El sistema hidrológico incluye dos espejos de agua estables y varias pequeñas lagunas temporales, algunas de las cuales se secan a mediados de verano.

De acuerdo con la definición de zona biogeográfica del paso anterior, en el Cuadro 19 se presentan los indicadores del criterio hidrología posibles de observar para la delimitación del humedal Tres Puentes.

Cuadro 19. Indicadores hidrología para zona biogeográfica hiperhúmeda, correspondiente al humedal Tres Puentes.

Indicadores Primarios	Indicadores Secundarios
Grupo A: Observación de aguas superficiales o suelos saturados · A1 Agua superficial · A2 Nivel freático alto · A3 Saturación **Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B1 Marcas de agua · B2 Depósitos de sedimentos · B3 Depósitos de deriva (drift) · B4 Estera o costra de algas · B5 Depósitos de hierro · B8 Superficie cóncava con escasa vegetación · B13 Invertebrados acuáticos (o "fauna") · B14 Depósitos de sedimentos finos **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C1 Olor a sulfuro de hidrógeno · C3 Rizosferas oxidadas a lo largo de raíces vivas · C4 Presencia de hierro reducido	**Grupo B:** Evidencia de inundación reciente · B6 Grietas superficiales de suelo · B7 Inundación visible en imágenes aéreas · B9 Hojas manchadas de agua · B10 Patrones de drenaje · B15 Líneas de corte de musgo **Grupo C:** Evidencia de saturación del suelo actual o reciente · C6 Reducción reciente de hierro en suelos labrados · C7 Superficie de estiércol fino · C8 Madrigueras de cangrejos de río o camarones · C9 Saturación visible en imágenes aéreas **Grupo D:** · D1 Plantas atrofiadas o estresadas · D2 Posición geomórfica · D3 Acuitardo poco profundo · D4 Datos de pozos noria

6.7.2.1. Determinación de CAN

Para el humedal Tres Puentes no existen registros detallados que permitan establecer cuándo se producen las CAN (Sección 3.1.4.1 Definición de las condiciones ambientales normales). En este contexto, los indicadores del grupo A (agua superficial, suelo saturado y nivel freático alto) no son suficientes por si solos para la delimitación dado que podrían no corresponder con el límite máximo de la hidrología conducente a la formación de humedales, siendo necesaria complementar la observación de este criterio con los indicadores del grupo B y C.

6.7.2.2. Determinación de indicadores primarios y secundarios

Ya en el grupo B y C en el momento de la visita para observación existían diversos indicadores primarios, lo que hace innecesario recurrir a indicadores secundarios. Estos indicadores primarios observados son:

- B4 Estera o costra de algas.
- B8 Superficie cóncava con escasa vegetación.
- B13 Invertebrados acuáticos (o “fauna”).
- C1 Olor a sulfuro de hidrógeno.
- C3 Rizósferas oxidadas a lo largo de raíces vivas.

Por otro lado, en sectores específicos del humedal el sitio se encuentra intervenido con rellenos, lo que ha reducido artificialmente la superficie del humedal, alterado la expresión de la hidrología en indicadores primarios. En este contexto, resulta importante el considerar el indicador secundario B10 Patrones de drenaje, puesto que éste resulta un indicador útil para efectos de la posterior delimitación con vegetación y suelos en dichas zonas de rellenos.

En la Figura 56 se encuentra el registro fotográfico de algunos de los indicadores primarios.



(a) (b)

Figura 56. a) C1 Olor a sulfuro de hidrógeno; b) B4 Estera o costra de algas. Fotografías: Ruiz y Doberti Limitada, 2009.

Paso 2: Levantamiento indicadores vegetación

El humedal tres puentes tiene una superficie de aproximadamente 50 ha, por lo que su delimitación requiere del establecimiento de transectos. Se establece una línea base de 0,8 km con 4 transectos en dirección hacia la calle que lo atraviesa (Figura 57).



Figura 57. Vista aérea Humedal Tres Puentes. Imagen Google Earth 2021

La vegetación del humedal se distribuye en estratos (Figura 58), en donde las comunidades altas con menos tolerancia a la inundación incluyen a *Carex* spp. (cortaderas), *Juncus* spp., y herbáceas como *Hyochaeris patagonica*. Las comunidades bajas con mayor tolerancia a la humedad incluyen a *Acaena magallanica* (pimpinela) y *Gunnera magellanica* (pangue enano). En sitios saturados se desarrolla *Hippuris vulgaris* (pino de agua), *Alopecurus geniculatus*, *Ranunculus minutiflorus* y *Caltha saggitatta*. En zonas aledañas y con posible modificación antrópica se distribuye vegetación herbácea perenne como chépica, pasto miel, festuca, entre otras, las cuales no necesariamente se establecen en suelos hídricos y podrían no corresponder a zona de humedal.

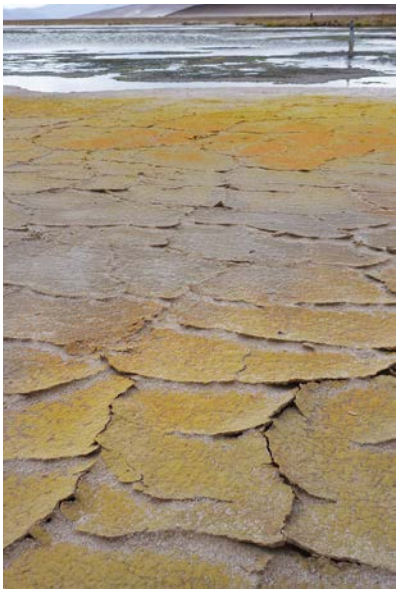


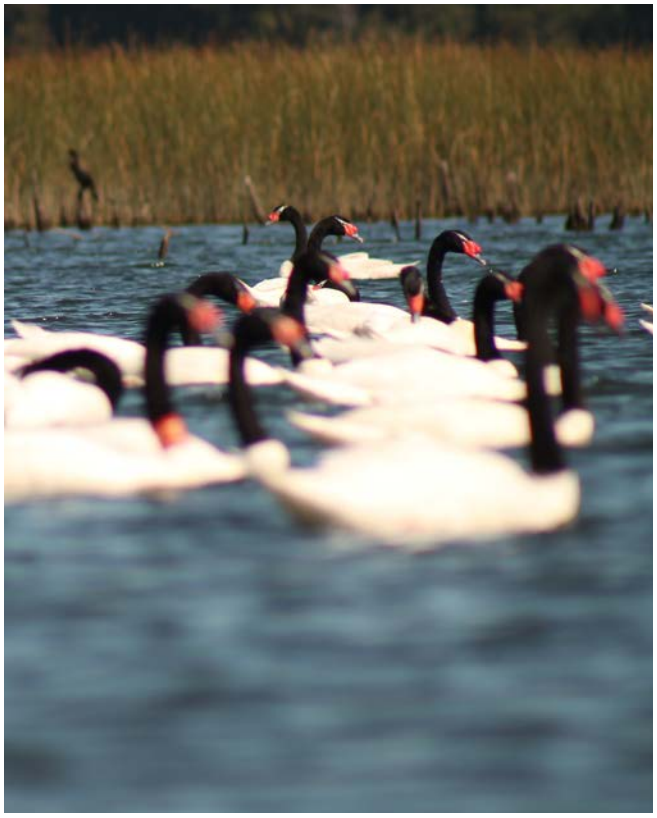
Figura 58. Esquema de vegetación de Humedal Tres Puentes.

Paso 4: Criterio suelos hídricos

Debido a la presencia de un estero en el lugar, el suelo está conformado por depósitos aluviales, con una textura limosa a areno limosa en superficie. Este aspecto implica el uso de la clave de suelos arenosos para la identificación de suelos hídricos (sección 2.4.5 Procedimiento).

De acuerdo con Ruiz y Doberti Limitada (2009), el suelo presenta entre un 22 y 36% de Materia Orgánica en superficie, lo que da cuenta de la presencia de suelos hídricos, utilizando la clave, lo que además se apoya con la presencia de material sulfhídrico.







REFERENCIAS



Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M., Figueroa, A. 2012. Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. Ministerio del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección General de Aguas. 50pp.

Ahumada, M. y Faúndez, L. 2009. Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118 pp.

Bannister, J. 2018. Tepuales. Tesoro de Chiloé y la Patagonia Insular. Instituto Forestal, Chile. pp. 74.

Barrera, L. 2011. Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la Laguna de Batuco.

Becerra C. 2013. Flora y vegetación ribereña en la Reserva Nacional Trapananda, Región de Aysén, Chile. Tesis Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile. 54 pp.

Beduhn, R. 2018. Watch and Learn Now: How To Do A Wetland Delineation. Short Elliott Hendrickson Inc. (SEH) http://www. sehinc.com/news/watch-and-learn-now-how-do-wetlanddelineation

Centro de Estudios Ambientales - CEA. 2017. Delimitación y Caracterización Ambiental del Estuario de la Cuenca del Río Rapel para la Elaboración de la Norma Secundaria de Calidad del Agua. Ministerio del Medio Ambiente.

Centro de Información de Recursos Naturales – CIREN. 2013. Flora y vegetación humedales muestra regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Atacama. Caracterización de humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país.

CONAMA. 2007. Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”. Dirección Regional de CONAMA Atacama. Disponible en http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio%20SP-64/76.pdf

Cooper, D.J. y Merritt, D.M. 2012. Evaluación de las necesidades de agua de la vegetación ribereña y de humedales en el oeste de los Estados Unidos, Informe Técnico General RMRS-GTR-282, U.S.D.A. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins, CO.

Corporación Ambientes Acuáticos de Chile – CCACH. 2005. Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. Luna Quevedo, D. (ed.) 136pp, Santiago, Chile ISBN 956-8520-01-5.

Corporación Nacional Forestal – CONAF. 2019. Plan de Manejo del Monumento Nacional Santuario de la Naturaleza Río Cruces y Chorocamayo y Sitio Ramsar Carlos Andwandter.

Corporación Nacional Forestal – CONAF. 1998. Plan de Manejo Parque Nacional Fray Jorge 1999-2009.

Cowardin L. M., Carter V., Golet F. C., LaRoe E. T. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Online. http://www.npwrc.usgs.gov/ resource/wetlands/ classwet/index.htm (Version 04DEC1998).

Department of Environmental Conservation. 2020. Wetland identification and delineation. Agency of Natural Resources. Vermont Official State Website.

Department of Environment and Resource Management. 2011. Queensland Wetland Definition and Delineation Guideline, Queensland Government, Brisbane.

Del Campo, P; F. Luebert y S. Teillier. 2005. Asociaciones vegetales de la laguna de Batuco. Región Metropolitana. Chile.

Díaz, M. F., Larraín, J., Zegers, G., & Tapia, C. 2008. Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. Revista chilena de historia natural, 81(4), 455-468.

Dirección General de Aguas (DGA). 2008. Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, regiones XV, I, II y III. Informe final parte I. Ministerio de Obras Públicas de Chile. 75 pp.

Dirección General de Aguas (DGA). 1992. Listado de datos de estaciones meteorológicas de Chile. Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Domínguez, E. 2012. Flora Nativa Torres del Paine. Santiago, Ocho Libros Editores. 1° Edición 344 pp.

Ecoterra ONG. 2019. Levantamiento, Sistematización y Elaboración de Informe Técnico para la Solicitud de Declaración de Santuario de la Naturaleza, del Sector denominado Desembocadura Rio Camarones, Comuna de Camarones, Región de Arica y Parinacota.

Fariña, J. y Camaño, A. 2012. Humedales Costeros: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones UC.

Ganter, P. 2016. Introduction to Wetland Ecology Lab. 20 p. Disponible en: https://www.tnstate.edu/wetland/documents/BIOL%204121%20Wetlands%20Intro.pdf

González, J. S. y Molina J. J. 2017. Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp.

González, A. M. 2012. Morfología de Plantas Vasculares. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. www.biologia.edu.ar/botanica.

Hassan H., and H. E. Dregne. 1997. Natural Habitats and Ecosystems Management in Drylands: an overview. Natural Habitats and Ecosystems Management Series. Environment Department Papers. Washington DC. The World Bank. Hauenstein, E., Peña-Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J., Vargas-Chacoff, L., & Urrutia, O. 2014. Composición florística y evaluación de la degradación del bosque pantanoso costero de temu-pitra en la Región de La Araucanía, Chile. Gayana. Botánica, 71(1), 43-57 pp.

Hauenstein, E. 2006. Visión sinóptica de los macrófitos dulceacuícolas de Chile. Gayana 70 (1): 16-23 pp.

Hauenstein E., González, M., Peña-Cortés, F., Muñoz-Pedreros, A. 2002. Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX Región, Chile). Gayana Botánica 59(2): 87-100 pp.

Hauenstein, E., Ramírez, C., González, M., San Martín, C. 1991. Comparación de la flora macrofítica de tres lagos del centrosur de Chile (Budi, Llanquihue, Cayutue). Revista Geográfica de Valparaíso 22-23: 175-193 pp.

Hernández, M., y Sánchez, P. (eds.). 2009. Humedales. Espacios para la conservación de la biodiversidad en la Región de La Araucanía, Chile. CONAMA Región de La Araucanía. 83 pp.

Humedales de Chiloé. 2020. Ficha descriptiva humedales. Centro de Estudio y Conservación del Espacio Natural – CECPAN. Accesado 09 de octubre 2020 http://humedaleschiloe.cl/biblioteca/

Lepez, P. 1998. Estudio fitosociológico del "Parque Oncol" (Valdivia, Chile). Tesis, Ingeniero Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 91 pp.

Manaaki Whenua - Landcare Research for Tasman District Council, 2018. Hydric soils – field identification guide.https://www.landcareresearch.co.nz/uploads/public/Discover-Our-Research/Biodiversity/Species-ecosystem-services/Restoring-wetland-ecosystem-functioning/hydric_soils_fieldguide.pdf?vid=6

Ministerio de Agricultura (Minagri). 2010. Decreto Supremo 82. Aprueba Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales. 6 pp.

Morales, L. 2013. Modelo de la zona no saturada de la vega altoandina de Jachucoposa, I Región. Memoria para optar al título de Ingeniera Civil. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago de Chile. 179 pp. 2003. Sistema de humedales costeros de la comuna de Coquimbo.

Municipalidad de Coronel. 2013. Expediente técnico Solicitud de Declaración Santuario de la Naturaleza Humedal Boca Maule. Plan Verde Coronel 2050. Coronel, Chile.

Negrete, J. 2015. Informe final Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la región de Valparaíso línea 1 (BIP N°30127132-0). Portafolio del sitio humedal de Mantagua. PUC Valparaíso y Universidad de Playa Ancha.

NRCS, 2018. Field Indicators of Hydric Soils in the United States A Guide for Identifying and Delineating Hydric Soils, Version 8.2.

Official State Website. Obtenido de https://dec.vermont.gov/watershed/wetlands/what/id/hydrology

Orrego, F., De la Fuente, L. M., Gómez, M., Ginocchio, R. 2018. Diversidad de halófitas chilenas: distribución, origen y hábito. Gayana Botánica 75 (2): 555-567 pp.

Pelagus – Consultora Medioambiental. 2010. Levantamiento de la información del componente vegetacional de la desembocadura del Río Lluta.

Peredo, R. 2007. Antecedentes para la creación del Santuario de la Naturaleza Humedal de la desembocadura del río Lluta. Comisión Nacional de Medioambiente – CONAMA. Ilustre Municipalidad de Arica. Elaborado por Consultora Amberes Ltda. 128 pp.

Promis, A., Bergh, G., Serra, M. T., & Cruz, G. 2013. Descripción de la flora vascular en el sotobosque de un bosque pantanoso y de una pradera antropogénica húmeda de Juncus procerus en el valle del río Cisnes, Región de Aysén, Chile. Gayana. Botánica, 70(1), 164-169 pp.

Ramírez, C., I. Ortiz, C. San Martín, O. Vidal, M. Álvarez, Y. Pérez, JL. Solís & I. Álvarez. 2014. Estudio preliminar de la biodiversidad vegetal terrestre en el estero Walker (Región de Aysén, Chile): utilizando líneas base de proyecto de inversión. Gayana Bot. 71(2): 227-245.

Ramírez, C., Fariña, J. M., Camaño, A., Contreras-Fernández, D., San Martín, C., Varas, J., Vidal, O., & Pérez, Y. 2014a. Estructura y clasificación de la vegetación actual y potencial del humedal “Ciénagas del Name” en Chile central: Un estudio de la oferta de hábitats.

Ramírez, C., San Martín, C., Fariña, J. M., Camaño, A., Álvarez, M., & Pérez, Y. 2014b. Humedales costeros de la Región del Biobío (Chile): Un gradiente de vegetación y una nueva asociación vegetal de marisma.

Ramírez, C., San Martín, C., Vidal, O., Pérez, Y., Valenzuela, J., Solís, J. L., & Toledo, G. 2014c. Tundra Subantártica en la Isla Grande de Chiloé, Chile: Flora y vegetación turbosa de campañas. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 42, No. 2, 17-37 pp). Universidad de Magallanes.

Ramírez, C., Álvarez, M. 2012. Flora y vegetación hidrófila de los Humedales Costeros de Chile. En: Fariña, J. M., Camaño, A. (eds.). Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones UC, Santiago, Chile. 101-145 pp.

Ramírez, C. y San Martín, C. 2008. Flora acuática. 358-363. En: CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos. Ocho Libros Editores. Santiago, Chile. 640 pp.

Ramírez, C., J. San Martín, C. San Martín y D. Contreras. 1987. Estudio florístico y vegetacional de la laguna El Peral, Quinta Región de Chile. Revista Geográfica de Valparaíso 18: 105-120 pp.

Ramírez, C., Ferriere, F., & Figueroa, H. 1983. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 56(1), 11-26 pp.

Rivera, L., Quiroz, S., y Arancibia, J. 2009. Propuesta de Plan Integral de Restauración del Humedal El Culebrón, Región de Coquimbo. Preparado para Comisión Nacional de Medioambiente, Región de Coquimbo. 233pp.

Rodríguez, A. C.; Gabriel, M. 2017. Turberas de Chile. URL http://www.miresofchile.cl (accesado 07 de octubre 2020).

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

Ruiz y Doberti Limitada. 2009. Estudio de Línea Base del Humedal de Tres Puentes.

San Martín, C., Pérez, Y., Alvarez, M., Salazar, C., & Ramírez, C. 2013. Diversidad vegetal de lagunas temporales en la estepa patagónica chilena noroccidental. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 41, No. 2, 111-116 pp). Universidad de Magallanes.

San Martín, C., C. Ramírez & H. Rubilar. 2002. Ecosociología de los pantanos de cortadera en Valdivia, Chile. Ciencia e Investigación Agraria 29(3): 171-179 pp.

San Martín, C., C. Ramírez & J, San Martín, 2008. Distribución geográfica de los bosques panatosos de mirtáceas en Chile. Revista Geográfica de Chile Terra Australis 51-52: 49-64.

San Martín, C., R. Medina, P. Ojeda & C. Ramírez. 1993. La biodiversidad vegetacional del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile). Acta Botánica Malacitana 18: 259-279 pp.

San Martin, C., Contreras, D., San Martin, J., & Ramirez, C. 1992. Vegetación de las marismas del centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 65, 327-342 pp.

San Martín, J., Troncoso, A., & Ramírez, C. 1988. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. Bosque, 9(1), 17-33 pp.

San Martín, J. M., & Ramírez, C. 1983. Flora de malezas en arrozales de Chile central. International Journal of Agriculture and Natural Resources, 10(3), 207-222 pp.

Santibañez, F., Roa, P., Santibañez, P. 2008. Capítulo I El Medio Físico. En: CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos. Ocho Libros Editores. Santiago, Chile. 640 pp.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C. y Broderson, W.D. (editors), 2002. Field book for describing and sampling soils, Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Serra, M. T. 1991. Elementos de botánica forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 54 p.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011. Valoración económica de 4 humedales altoandinos de la I región (Huasco, Coposa, Caya y Lirima). 90 pp.

Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA -Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Solís Lufí K., J. Urrutia, C. Sánchez & G. Valdivieso. 2012. Guía de Campo de la Flora Hidrófila de los lagos araucanos y norpatagónicos - Casos de estudio lagos Villarrica y Llanquihue. CEDEL - Pontificia Universidad Católica de Chile Sede Regional Villarrica y Ministerio del Medio Ambiente. 80 pp.

Teillier, S. y P. Becerra. 2003. Flora y vegetación del salar de Ascotán, Andes del norte de chile. Gayana Botánica 60(2): 114-122 pp.

Tiner, R. (2017). Wetland indicators: A guide to wetland formation, identification, delineation, classification, and mapping. Boca Raton: CRC Press.

United States Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS). 2018. Field Indicators of Hydric Soils in the United States, Version 8.2. L.M. Vasilas, G.W. Hurt, and J.F. Berkowitz (eds.). USDA, NRCS, in cooperation with the National Technical Committee for Hydric Soils.

Universidad Austral de Chile – UACh. 2017. Programa de monitoreo ambiental actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Facultad de Ciencias 689 pp.

Universidad de Magallanes. 2017. Estudio básico análisis de condiciones ambientales e hídricas humedal Tres Puentes. Universidad de Magallanes, Punta Arenas. Gobierno Regional de Magallanes 2017. Solicitud de declaración de Santuario de la Naturaleza Bahía Lomas, Tierra del fuego, Chile.

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

Urrutia, N. 2016. Biodiversidad florística y vegetacional del humedal costero Putú, Región del Maule, Chile. Tesis Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 96 pp.

Uribe, R. 2015. Patrones de sucesión durante las primeras etapas de desarrollo de un sistema de bosque de macroalgas (Lessonia trabeculata) y un fondo blanqueado en el submareal del norte de Chile. Tesis Doctoral en Ciencias Aplicadas mención Sistemas Marinos Costeros. Universidad de Antofagasta. Facultad de Recursos del Mar. 93 pp.

Urrutia, J. R., & Soto, Y. 2015. Prospección florística preliminar del Humedal de la Desembocadura Río Lluta, Región de Arica y Parinacota, Chile. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research, 3(3).

US Army Corps of Engineers. 1987. Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual. Environmental Laboratory, Wetlands Research Program.

USDA. (2015). Hydrology Tools for Wetland Identification and Analysis. En Part 650 Engineering Field Handbook National Engineering Handbook. USDA.

Vázquez, R. 2017. Ecología y medio ambiente. Serie integral por competencias. Grupo Editorial Patria. San Juan Tlihuaca, México. 167 pp.

Vepraskas, M. and Craft, C. 2016. Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification, Second Edition.

Yvanosky J. Sin año. Macrófitas: características, hábitat, clasificación e importancia. Lifeder. https://www.lifeder.com/macrofitas/

Zuleta, C., Bravo, V. y Cea, A. 2016. Línea base limnológica de los humedales de Tongoy complementaria a la solicitud de Sitio Ramsar. Universidad de La Serena. Centro de Estudios Ambientales del Norte de Chile.







GLOSARIO



Acuitardo: Formación geológica semipermeable que contiene agua pero, la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para captaciones de aguas subterráneas.

Ambiente anaeróbico: Ambiente sin oxígeno.

Ambiente reductor: Ambientes donde existen agentes químicos que ceden electrones. Son propios de ambientes anaeróbicos. Estas reacciones de reducción-oxidación implican que el agente reductor pierde electrones y se oxida y que el agente oxidante suma electrones y se reduce.

Depósitos de sedimentos finos: Depósitos de roca sedimentaria con predominio variable de material parental, por lo que es observable en diferentes coloraciones. Los depósitos finos se encuentran asociados a entornos marinos o lacustres y poseen impermeabilidad y textura similar a las arcillas.

Ecotono: Área transicional entre dos o más comunidades ecológicas diferentes. En esta área hay bruscas fluctuaciones que crean una serie temporal de ambientes muy diferentes, pero individualmente homogéneos. Las especies vegetales se pueden compartir entre comunidades vecinas y existe competencia (tensión) entre las especies que conforman las comunidades.

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.

Facultativo: Organismo que manifiesta su expresión de acuerdo con su genotipo bajo condiciones ambientales o biológicas definidas.

Herborizar: Recorrer un espacio natural, y recoger en él muestras o especímenes completos de hierbas y plantas que serán secados para posterior estudio.

Humedales de ocurrencia cíclica: Humedales donde la ocurrencia de fenómenos que implican una hidrología formadora de humedales no ocurre de manera estacional, si no que se desarrolla en periodos mayores a un año.

Mesófitas: Plantas que tienen requerimientos hídricos medios.

Transecto: Líneas que recorren el gradiente de interés, en donde se ubican puntos o parcelas de muestreo.

Vegetación azonal: Vegetación dependiente de las condiciones edáficas locales, como suelos saturados, independiente del clima regional.







ÍNDICE ALFABÉTICO



A

Acuáticas 57, 58, 91, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 105, 110, 114
Acuitardo 54, 134, 143, 148, 154, 160, 167, 178, 192
Anaeróbicas 64, 66, 87, 93, 94, 119
Anaeróbico 64, 87, 90, 91, 125, 192
Anfibias 6, 101, 102
Azonal 57, 60, 106, 119, 193

B

Biogeográfica 26, 44, 54, 55, 56, 91, 132, 133, 134, 142, 147, 153, 159, 160, 167, 178

C

Condiciones ambientales normales 30, 47, 134, 144, 149, 155, 161, 179

D

Delimitación 4, 5, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 69, 70, 89, 90, 92, 95, 119, 132, 134, 144, 147, 149, 152, 155, 156, 161, 165, 167, 169, 170, 178, 179, 180
Delimitación de humedales 5, 10, 11, 13, 15, 19, 20, 33, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 49, 54, 55, 56, 57, 59, 89, 90, 92, 119, 132

E

Ecotono 6, 42, 90, 94, 107
Estratificaciones 126

F

Facultativos 57
Fíbrico 66
Flora Hidrófila 189

G

Georreferenciación 50, 54
Gley 66, 125, 127, 128, 139, 152, 163

H

Helófita 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 100, 108
Helófitas 57, 58, 62, 80, 100, 101, 104, 105, 108, 111, 116, 175
Hémico 126
Hidrófila 57, 91, 102, 104, 110, 115, 188
Hidrófilas 55, 102, 114
Hidrófitas 57, 58, 62, 80, 91, 96, 98, 100, 106, 108, 115, 175
Hierro 50, 52, 53, 64, 65, 66, 92, 125, 128, 134, 143, 148, 154, 160, 167, 171, 178
Horizonte 64, 65, 67, 127, 128, 139, 173
Horizontes de diagnóstico 6, 64

I

Indicadores directos de hidrología 30, 33, 34, 45, 169, 170
Indicadores primarios 54, 135, 144, 149, 156, 161, 171, 179
Indicadores secundarios 45, 54, 135, 144, 149, 156, 161, 171, 179
Inundaciones 9, 55, 87, 89, 92, 93, 94, 126

M

Macrófitas 57, 114, 157
Manganeso 64, 65, 66, 67, 125
Materiales orgánicos 65, 66, 67, 126, 127
Mesófitas 57
Meteorización 65, 121, 122

N

Nivel freático 30, 31, 47, 49, 52, 134, 143, 148, 154, 160, 167, 178

O

Oxígeno 57, 91, 92, 94, 99, 100, 121, 125, 192

P

Paisaje de suelos 122
Palustre 7, 20, 79, 105, 110, 111, 113, 115, 159, 172, 190
Palustres 57, 60, 102, 105, 108, 110, 111, 114, 157, 163

Pedón 122, 123
Pitranto 172, 173, 175
Plantas acuáticas 57, 58, 91, 97, 98, 99, 100, 102, 105, 110
Polipedón 122
Profundidad 10, 15, 44, 48, 50, 58, 59, 64, 65, 67, 87, 90, 93, 94, 95, 98, 109, 119, 122, 137

R

Redox 64, 125, 127, 128, 129
Redoximórficas 125
Regímenes hídricos 26, 27

S

Sáprico 66, 126
Saturación 5, 30, 42, 44, 47, 52, 55, 65, 87, 89, 90, 92, 93, 95, 108, 116, 129, 134, 143, 148, 154, 160, 167, 178
Suelo 5, 6, 9, 18, 19, 20, 24, 37, 38, 41, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 59, 61, 64, 65, 66, 67, 69, 84, 87, 91, 92, 93, 94, 104, 106, 107, 108, 116, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 134, 137, 139, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 167, 170, 173, 175, 176, 178, 179, 182
Suelos hídricos 6, 10, 22, 34, 42, 55, 57, 64, 65, 66, 67, 68, 85, 91, 122, 127, 132, 137, 139, 145, 146, 151, 152, 158, 163, 170, 173, 181, 182
Suelos saturados 5, 45, 47, 93, 94, 125, 134, 143, 148, 154, 160, 167, 170, 178, 193
Superficie de agua 45, 49, 50

T

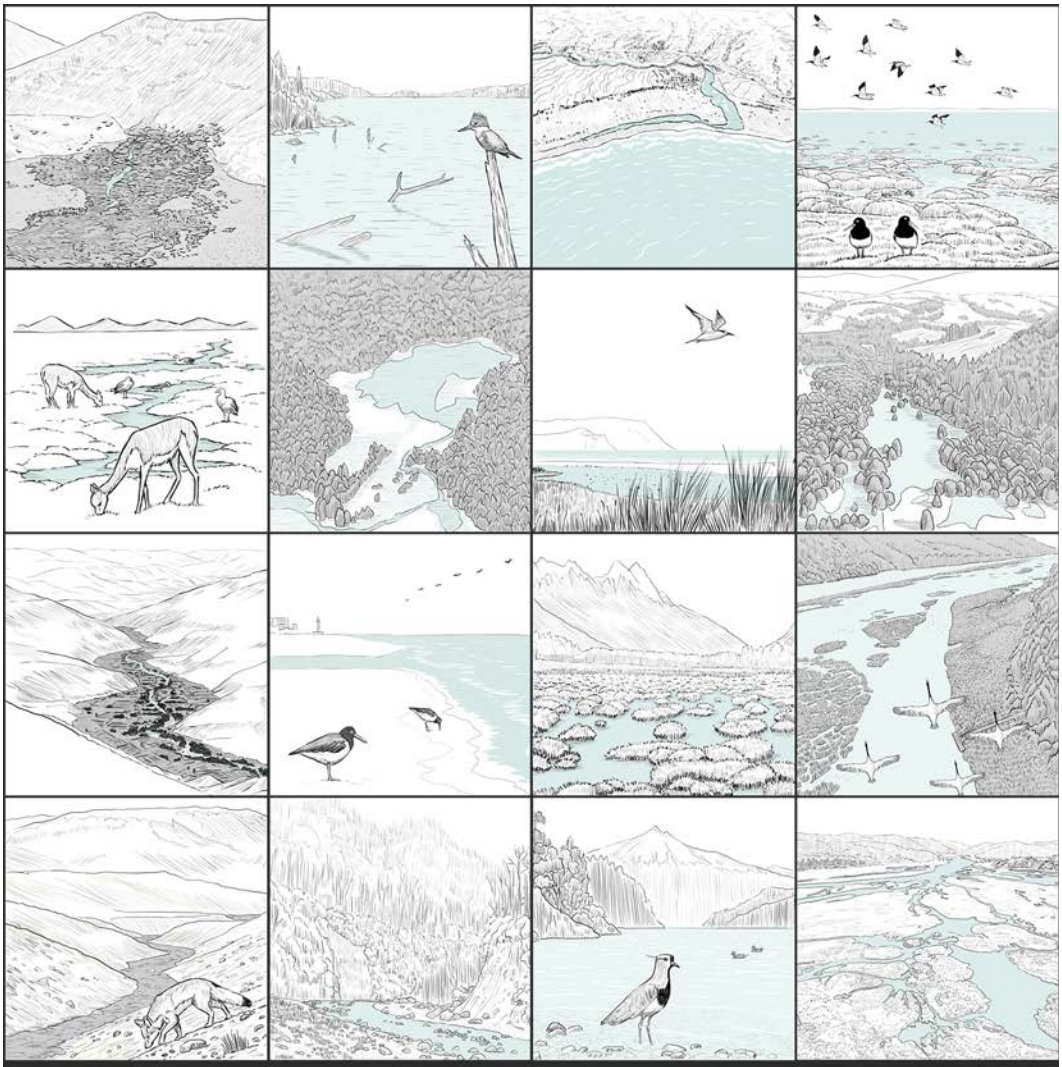
Transecto 36, 37, 38
Transicional 57, 192

V

Vega salina 108, 136
Vegetación hidrófita 5, 6, 10, 19, 20, 22, 42, 55, 57, 58, 59, 62, 63, 82, 87, 88, 90, 136, 144, 150, 162, 172

Z

Zona biogeográfica 26, 44, 54, 55, 56, 91, 132, 133, 134, 142, 147, 153, 159, 160, 167, 178
Zona de transición 42, 104, 107
Zona exterior 42
Zona saturada 42, 128



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

gef

ONU medio ambiente
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

edáfica
suelos y medio ambiente

