

Técnicas de monitoreo para ambientes lénticos de la Argentina



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Ministerio del Interior

Subsecretaría
de Ambiente



Técnicas de monitoreo para ambientes lénticos de la Argentina

Adonis Giorgi
Eduardo Domínguez
Nora Gómez

Compiladores



**Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes**
Ministerio del Interior

**Subsecretaría
de Ambiente**



REM.AQUA
Red de Evaluación y Monitoreo
de Ecosistemas Acuáticos

Gómez, Nora

Técnicas de monitoreo para ambientes lénticos de la Argentina / Nora Gómez ; compilación de Nora Gomez. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-692-211-5

1. Ecosistemas. 2. Cuencas Fluviales. 3. Técnicas de Medición. I. Título.

CDD 577.0982

© 2023 CONICET

Godoy Cruz 2290 (C1425FQB) CABA – República Argentina – <https://www.conicet.gov.ar> ; info@conicet.gov.ar; Tel (+54 11) 4899 5400

© 2023 Adonis Giorgi

© 2023 Eduardo Domínguez

© 2023 Nora Gómez

Idea y dirección general del proyecto:

Adonis Giorgi

Eduardo Domínguez

Nora Gómez

Foto de tapa:

Mallín verde en Meseta de Somuncurá, Río Negro, Argentina. Pablo Macchi

Fotos de carátulas:

Laguna de Chascomús, Buenos Aires, Argentina. Horacio Zagarese

Vega de altura en el valle del río de las Taguas, San Juan, Argentina. Pablo Macchi

Lago Mascardi, Río Negro, Argentina. Esteban Balseiro

Diseño, producción editorial y digital:

Silvina Simondet

Diagramación:

Flavio Maddalena

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446. Se permiten citar en artículos críticos o reseñas, sin fines comerciales de la siguiente manera: Adonis Giorgi, Eduardo Domínguez y Nora Gómez (Comps.) 2023. *Técnicas de monitoreo para ambientes lénticos de la Argentina*. REM.AQUA (Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos), Conicet.

CAPÍTULO 15

Valoración de la condición ecológica de los humedales patagónicos mediante la utilización de plantas acuáticas

Manzo, L.M., Kutschker, A.M

Objetivo

Describir una metodología para evaluar el estado de conservación de los humedales patagónicos (también conocidos como mallines), mediante la aplicación de un índice basado en el relevamiento cuantitativo de plantas acuáticas.

Vegetación asociada a los mallines

Las plantas acuáticas juegan un rol vital en el funcionamiento de los humedales. Como productores primarios, son relevantes en la producción de biomasa e intervienen en el ciclo y la dinámica de nutrientes, a menudo regulando las condiciones físico-químicas del agua. Al mismo tiempo, proveen hábitat, refugio, y alimento para otras especies acuáticas y terrestres. Así, se han vuelto importantes herramientas en planes de monitoreo de los ecosistemas de agua dulce, a la vez que funcionan como indicadores biológicos, respondiendo consistentemente a los cambios ambientales (Beck *et al.*, 2014; Poikane *et al.*, 2018).. Por ejemplo, las formas de vida sumergidas responden rápidamente a los disturbios antropogénicos, siendo usadas como indicadoras de la calidad del agua y de la eutrofización (Penning *et al.*, 2008; Dong *et al.*, 2021). No obstante, otros atributos de las plantas acuáticas resultan útiles para reflejar los cambios físicos, químicos y biológicos del área circundante al humedal y también aquellas modificaciones relacionadas con los efectos del cambio climático. Por ejemplo, la riqueza y cobertura de plantas nativas (Kutschker *et al.*, 2014), y las asociaciones de plantas emergentes (Manzo *et al.*, 2020a) han sido métricas usadas exitosamente para detectar los impactos del uso del suelo resultantes del pastoreo y de los efectos asociados a las urbanizaciones en humedales de la región patagónica.

En este trabajo la vegetación asociada a los mallines se designa como macrófitas e incluye a los organismos acuáticos fotosintéticos lo suficientemente grandes a simple vista, que crecen permanente o periódicamente sumergidos, flotando o emergiendo de la superficie del agua (Chambers *et al.*, 2008). Las macrófitas acuáticas incluyen taxones pertenecientes al Reino Plantae, siguiendo la clasificación propuesta por Ruggiero *et al.* (2015), y abarcan desde algas filamentosas (Chlorophyta), macroalgas (Charophyta) hasta musgos (Bryophyta) y, dentro de las plantas vasculares, a Pteridophyta y Spermatophyta (Gimnospermas y Angiospermas).

Las macrófitas acuáticas se pueden clasificar en función de su hábito en helófitas e hidrófitas (Figura 1):

A) Las **helófitas** son aquellas plantas que están enraizadas en suelos sumergidos, en suelos periódicamente inundados o sometidos a variación de los niveles de humedad. Los órganos reproductivos de estas plantas son siempre aéreos. Típicamente crecen en el sector litoral de los humedales y se las puede subdividir en:

- *Emergentes*: plantas que crecen de manera permanente o temporal en suelos inundados.

- *Marginales*: plantas vasculares terrestres, que crecen en la periferia o áreas marginales de los humedales, en suelos con contenido de humedad variable dependiendo del tipo de biozona o ambiente donde esté emplazado el humedal.

B) Las **hidrófitas o plantas acuáticas**, en sentido estricto, incluyen representantes del Reino Plantae que completan su ciclo biológico cuando todas sus partes se encuentran sumergidas. Viven en

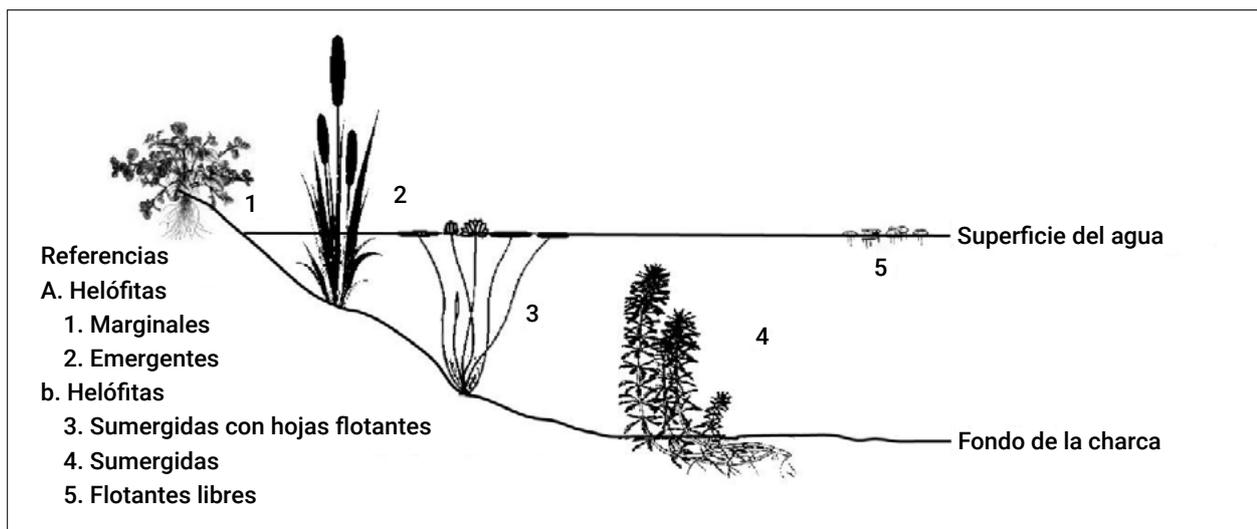


Fig. 1. Esquema general de una charca donde se representan los distintos hábitos de las plantas.

ríos, arroyos, humedales e incluso en ambientes marinos. Se pueden subdividir en:

- *Sumergidas*: plantas enraizadas, con todas sus partes vegetativas sumergidas en la columna de agua. Los órganos reproductivos de estas plantas pueden ser aéreos, flotar en la superficie del agua o más raramente encontrarse sumergidos.

- *Sumergidas con hojas flotantes*: plantas enraizadas, mayormente sumergidas en la columna de agua, con sus hojas largamente pecioladas y adaptadas al stress mecánico; los órganos reproductivos de estas plantas flotan en la superficie del agua o son aéreos.

- *Flotantes libres*: plantas acuáticas no enraizadas al sedimento, cuyas hojas y órganos reproductivos son aéreos o flotan libres en la superficie del agua.

Materiales y métodos para el muestreo de macrófitas asociadas a mallines

Materiales

- GPS
- Cámara fotográfica
- Waders y botas
- Guantes largos que protejan del agua helada o de aguas contaminadas, y que permitan trabajar con comodidad
- Cinta métrica y unidad muestral circular de 0,25 m² de superficie (ejemplo hula hula plástico de color llamativo o vistoso para trabajar en el campo).
- Rastrillo u horquilla para tomar muestras del fondo, en sitios más profundos.

- Planilla de campo (para el sitio y el registro de la vegetación) y lápiz negro para completarla.
- Bolsas de plástico para almacenar el material a procesar luego en laboratorio.
- Cinta aisladora blanca y marcador indeleble para rotular
- Conservadoras con hielo y/o refrigerantes para el guardado y traslado de las muestras al laboratorio
- Papel de diario para herborizar ejemplares de macrófitas en caso de campañas largas que requieran el acondicionamiento inmediato del material vegetal recolectado.
- Solución de hipoclorito de sodio al 5 % para la desinfección de equipo utilizado.

Consideraciones particulares a tener en cuenta

- a) Accesibilidad: asegurarse de que los sitios a muestrear sean de fácil acceso, tanto en lo referido al relieve como a la autorización de propietarios, en caso de corresponder a terrenos privados.
- b) Condiciones climáticas: verificar buenas condiciones para muestrear. Además analizar las precipitaciones previas a la fecha de muestreo, seleccionando un mínimo de siete días libres de precipitaciones en la región a evaluar. Esto facilitará por un lado el acceso a la charca y el recorrido del área, y por el otro, permitirá obtener registros más ajustados y estables de las condiciones del mallín.
- c) Existen humedales que por sus características fisicoquímicas (pH, salinidad, total de sólidos en suspensión) son naturalmente pobres en cuanto a riqueza florística. No obstante, este resultado no responde a un disturbio antrópico, sino más bien a otras causas. Por lo tanto, para no incurrir en errores de interpretación, si

se trata de un ambiente desconocido se sugiere revisar estudios o antecedentes del área, o en su defecto, establecer un sitio de referencia (esto es, sin disturbar) para poder establecer comparaciones.

- d) Condiciones hidrológicas: verificar que, al momento del muestreo a campo, el mallín presente una charca con suficiente agua para muestrear los distintos hábitos o formas de vida de las macrófitas.
- e) En la región patagónica, la mejor época para el muestreo de plantas acuáticas asociadas a humedales es a fines de primavera y principios de verano, porque los humedales tienen suficiente agua y las plantas presentan flores/frutos que ayudan a su identificación taxonómica y a una mejor estimación de su abundancia.
- f) Para hacer una buena recolección del material vegetal, los ejemplares deben estar lo más completo posible, es decir, contar con las partes vegetativas (raíz, tallo, hojas) y reproductoras (flores y frutos).

Caracterización del sitio de muestreo

Se deberá realizar un registro fotográfico del sitio de muestreo, en donde se incluyan todos aquellos atributos que resulten de importancia al momento de evaluar la condición ecológica del ambiente. Por ejemplo, registrar indicios de disturbio tales como la presencia de fecas, cárcavas, sales en superficie, vertidos cloacales, extracción de materiales, entre otros. Realizar una captura panorámica del área que refleje el emplazamiento del sitio en el paisaje, o en la matriz urbana y, si hubiera, evidenciar la presencia de rutas, alambrado, viviendas, etc.

En la ficha de campo se registrará la latitud, longitud y altitud, y también, información descriptiva del sitio de muestreo tal como la condición climática, la caracterización fisicoquímica, el tipo de vegetación circundante a la charca, entre otros datos (Anexo A).

Procedimiento de muestreo

Se realizarán muestreos para evaluar la composición de especies y otros atributos de la comunidad de macrófitas asociadas a los humedales patagónicos. Este procedimiento permitirá definir humedales de referencia, como también el estado de disturbio o deterioro del sitio relevado.

A los efectos de conocer la composición y riqueza de macrófitas, se hará un relevamiento de todas las especies o morfoespecies presentes en el humedal. El término morfoespecie se utiliza cuando un taxón no presenta o se desconoce su identificación taxonómica, por lo cual se le otorga un nombre temporal para que pueda ser diferenciada de otras especies, hasta tanto sea identificado correctamente. Se los

puede designar en este caso como morfoespecie 1, morfoespecie 2, y así sucesivamente.

En el caso de llevar adelante un estudio cuantitativo, que tenga como objetivo evaluar la abundancia de macrófitas, en cada sitio se establecerán tres transectas, cuya longitud será elegida de acuerdo al área de cada charca (esto es, la zona inundada del mallín). Cada transecta irradiará desde la línea de borde hacia el centro de la charca del mallín, comprendiendo todo el stand de macrófitas. La dirección de cada transecta será seleccionada al azar y sin reemplazo de acuerdo a las siguientes orientaciones posibles: sur, norte, este, oeste, sureste, suroeste, noreste y noroeste. A lo largo de cada transecta se ubicarán unidades de muestreo circulares (0,25 m²), dispuestas de manera equidistante cada 2 m, 3 m o 5 m, dependiendo de la longitud de la transecta. Para aplicar el mismo esfuerzo de muestreo por unidad de superficie, se deberá incrementar el número de unidades muestrales desde el interior del mallín hacia la periferia, como se muestra a modo de ejemplo en el esquema de la Figura 2.

Para la identificación de las especies, se removerán los especímenes con la mano (o con ayuda de herramienta para tal fin), quitándole los restos de barro o tierra, y se conservarán en bolsas plásticas debidamente rotuladas (fecha, sitio, etc.). Al momento de la recolección del material vegetal se registrará en la planilla de campo (Anexo B) la fecha, el nombre de la persona que realizó la colecta, la localidad, las coordenadas geográficas, la altitud, y las características del ejemplar tales como la familia, el nombre científico o nombre común, el hábito o el lugar de crecimiento (en caso de hidrófitas indicar si es enraizada, con hojas flotantes o flotante libre) y características que se pueden perder después del secado tales como el color de las flores, entre otros datos. Posteriormente, los ejemplares se retirarán de las bolsas plásticas y se herborizarán (ver sección 4) para su determinación taxonómica en el laboratorio.

Los equipos y materiales después de cada muestreo realizado en una estación serán lavados y desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, para evitar la contaminación cruzada, principalmente en aquellos humedales conectados a cuerpos de agua lóticos (ríos, arroyos). Esta desinfección garantiza la eliminación de algas, huevos u otros microorganismos que pueden ser potenciales invasores.

La presentación comercial del desinfectante viene con una concentración aproximada del 5 % de hipoclorito de sodio, por lo tanto, para preparar 1 L de solución de hipoclorito de sodio al 2 %, se deben mezclar 400 ml de hipoclorito en 600 ml de agua

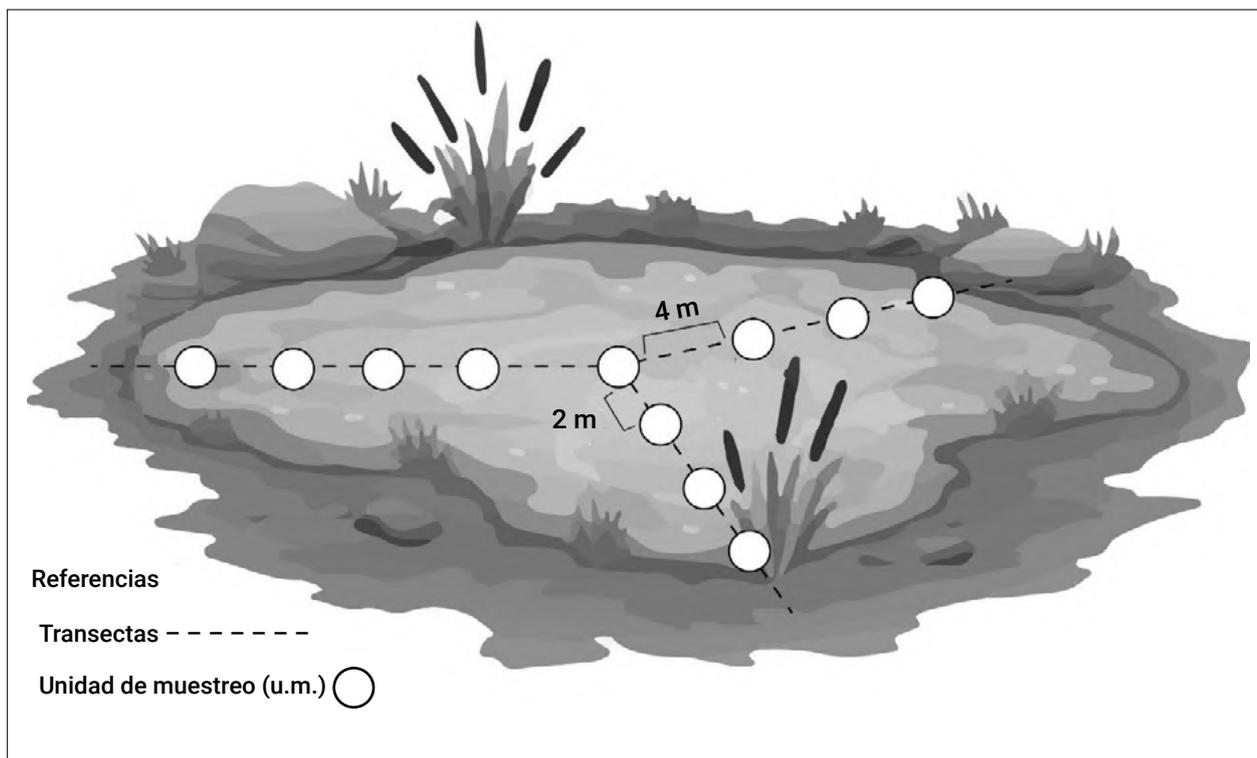


Fig. 2. Diseño de muestreo cuantitativo para plantas acuáticas asociadas a humedales patagónicos. Modelo de la disposición de las transectas y unidades muestrales en una charca.

destilada. Es importante que el agua sea destilada, ya que el agua corriente viene cargada de sales y metales que intervienen con su efectividad.

Acondicionamiento de las plantas para la confección de un herbario

Cada ejemplar (Figura 3 A) recolectado será retirado de la bolsa plástica, desplegado y colocado cuidadosamente sobre una hoja de papel de diario (Figura 4 B). Se procurará estirar y acomodar lo mejor posible cada órgano de la planta (raíces, hojas, flores y frutos) para facilitar su determinación. Sobre cada hoja de papel de diario, se colocará una etiqueta indicando la fecha y el lugar o el sitio (latitud, longitud) de la colecta, junto con cualquier otro dato o carácter de la planta (por ejemplo, color de las flores) que resulte de importancia en su identificación.

Una vez que todas las plantas halladas en los sitios muestreados se hayan acomodado sobre las hojas de papel de diario, se comenzará con el proceso de prensado. Para ello, todas las plantas se apilarán y cubrirán con una plancha de madera (preferentemente de igual o mayor tamaño que la hoja de papel de diario). Luego, se colocará un objeto pesado por encima para aplicar presión de manera uniforme. También,

se podrán utilizar correas/tensores para aplicar presión. Cada día se deberán cambiar las hojas de papel de diario para evitar que el material se pudra. Además, se podrán agregar varias hojas entre espécimen y espécimen para acelerar la absorción de humedad. Una vez que las plantas se encuentren totalmente secas, de a una se irán retirando de la prensa y fijando (con una cinta adhesiva) sobre una hoja de papel blanco (hoja tamaño A4). Finalmente, en el cuadrante inferior derecho de la hoja se deberá colocar una etiqueta, donde se indicará el nombre científico de la planta, el sitio de recolección y las coordenadas, la fecha de colecta, el nombre del colector, y cualquier otra observación o descripción de la planta (altura, color de flores, etc.) que contribuya a la identificación (Figura 4 C).

Se recomienda la confección de un herbario para la consulta permanente de las especies recolectadas. Es importante guardar el herbario en una caja con antipolillas para que dure más tiempo; almacenar en lugar fresco, seco, no expuesto al sol directo.

Identificación de plantas acuáticas asociadas a mallines

Los ejemplares recolectados en cada uno de los sitios relevados se podrán observar con un



Fig. 3. Proceso de herborización. A. Ejemplar relevado en campo por ejemplo *Veronica anagallis-aquatica*. B. Ejemplar sobre papel de diario, previamente prensado y secado. C. Ejemplar herborizado sobre papel blanco y etiquetado.

estereomicroscopio e identificar usando claves y bibliografía regionales (Correa, 1978-1999) y la colección de la Flora Argentina (Antón y Zuloaga, 2012-2020). Una vez identificados, los especímenes se clasificarán según su hábito en: sumergidas, sumergidas con hojas flotantes, flotantes libres, emergentes y marginales. También se les asignará su origen: endémicas, nativas, cosmopolitas o exóticas, y su ciclo de vida: anuales/bienales o perennes. Asimismo, se asignará a cada especie un valor de conservación según se detalla en el Anexo C. Para la actualización y verificación de los nombres científicos de las especies, así como para establecer su origen y ciclo de vida, se recomienda consultar el catálogo de plantas vasculares del Cono Sur, disponible online en el siguiente link: <http://www.darwin.edu.ar/>.

Índice de macrófitas para evaluar el estado ecológico de los mallines patagónicos (IMMP)

Como fuera mencionado anteriormente, tanto la riqueza total de macrófitas, y en particular la riqueza de especies nativas, así como el índice de diversidad de Shannon-Wiener han permitido evidenciar los efectos de la degradación relacionados con el uso del suelo y con la intensidad de los disturbios (ej. carga ganadera) en humedales patagónicos. Partiendo de esa base, aquí se propone el cálculo del Índice de Macrófitas para Mallines Patagónicos (IMMP), con el objetivo de evaluar su estado ecológico.

Para el cálculo del IMMP, se seleccionaron dos métricas que resumen los aspectos que mejor contribuyen para la determinación del estado ecológico de los mallines: a) Índice de Calidad Florística (ICF) y b) Importancia de las especies nativas y endémicas. Para establecer el ICF se tuvo en cuenta como métrica individual el valor de conservación de los taxones (Vc) (Anexo C) y su abundancia, medida de manera semicuantitativa a partir de la estimación de cobertura (Tabla 1). El valor de conservación de cada taxón se estableció teniendo en cuenta su origen, el ciclo de vida, la sensibilidad/tolerancia a la degradación, tipo de reproducción y datos de variables físico-químicas analizadas en estudios previos llevados a cabo en mallines de la región Patagónica Argentina y Chilena (San Martín et al., 2003; Kutschker et al., 2014; Manzo et al, 2020a; Claverie et al., 2021; Manzo et al., 2022). En el caso de las especies exóticas se consideró un valor de conservación igual a 0 y las mismas fueron excluidas de la formulación del índice, siguiendo lo propuesto por Nichols et al. (1999) y de acuerdo a lo que plantea Magee et al. (2019) respecto a la inclusión de todas las especies o solo las nativas en los índices para evaluar la condición de los humedales.

Para evaluar la abundancia de cada especie, se proponen tres rangos de cobertura: < 5 %; 5-50 % y > 50 %, asignándose a cada porcentaje un número entero que se relaciona con el valor de conservación de la especie y con su grado de contribución al estado ecológico del mallín. De esta manera, se

pondera positivamente una distribución equitativa de las especies en la comunidad o ensamble de macrófitas. En la tabla 1, se indican los valores de conservación (V_c) que puede presentar una especie y los correspondientes coeficientes de conservación (C), ajustados en función del grado de cobertura que ocupa en el sitio de muestreo.

Así, el cálculo final del IMMP se obtiene a partir de la siguiente ecuación (modificado de Nichols et al., 1999):

$$IMMP = \underline{C} \sqrt{N}$$

Donde,

\underline{C} coeficiente medio de conservación de las especies.

N riqueza de especies nativas y endémicas.

Una vez obtenido el valor del IMMP, se le asigna el nivel de calidad y color correspondiente, según se indica en la tabla 2.

A modo de ejemplo en las siguientes figuras se evaluó el IMMP para sitios ubicados en la ecorregión de bosque (Figura 4) y de estepa patagónica (Figura 5).



Características del mallín:

Ecorregión: BOSQUE PATAGÓNICO
Provincia: Tierra del Fuego
Génesis: Glacigénico
Altitud: 123 m.s.n.m.
Temperatura media anual: 5 °C
Precipitación media anual: 600 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
Mallines Patagónicos (IMMP): 22,6
Nivel de calidad ecológica: MUY BUENA



Características del mallín:

Ecorregión: BOSQUE PATAGÓNICO
Provincia: Tierra del Fuego
Génesis: Glacigénico
Altitud: 2 m.s.n.m.
Temperatura media anual: 5,56 °C
Precipitación media anual: 625 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
Mallines Patagónicos (IMMP): 20,8
Nivel de calidad ecológica: BUENA



Características del mallín:

Ecorregión: BOSQUE PATAGÓNICO
Provincia: Santa Cruz
Génesis: Glacigénico
Altitud: 418 m.s.n.m.
Temperatura media anual: 7,23 °C
Precipitación media anual: 812 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
Mallines Patagónicos (IMMP): 10,3
Nivel de calidad ecológica: REGULAR

Fig. 4. Nivel de calidad ecológica de mallines localizados en la ecorregión de bosque patagónico.

**Características del mallín:**

Ecorregión: ESTEPA PATAGÓNICA
 Provincia: Santa Cruz
 Génesis: Remoción en masa
 Altitud: 700 m.s.n.m.
 Temperatura media anual: 4,98 °C
 Precipitación media anual: 372 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
 Mallines Patagónicos (IMMP): 16
 Nivel de calidad ecológica: BUENA

**Características del mallín:**

Ecorregión: ESTEPA PATAGÓNICA
 Provincia: Santa Cruz
 Génesis: Glacigénico
 Altitud: 445 m.s.n.m.
 Temperatura media anual: 5,42 °C
 Precipitación media anual: 290 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
 Mallines Patagónicos (IMMP): 11,6
 Nivel de calidad ecológica: REGULAR

**Características del mallín:**

Ecorregión: ESTEPA PATAGÓNICA
 Provincia: Chubut
 Génesis: Fluvial
 Altitud: 524 m.s.n.m.
 Temperatura media anua: 10,28 °C
 Precipitación media anual: 383 mm

Condición ecológica del mallín:

Índice de Macrófitas para
 Mallines Patagónicos (IMMP): 5,6
 Nivel de calidad ecológica: REGULAR/MALA

Fig. 5. Nivel de calidad ecológica de mallines localizados en la ecorregión de estepa patagónica.

Bibliografía

- Antón, A.M., F.O. Zuloaga. 2012-2020. Flora Vasculare de la República Argentina. Estudio Sigma S.R.L. Buenos Aires. Consulta online: <http://www.floraargentina.edu.ar>
- Beck, M.W., C. M. Tomcko, R.D. Valley, D. F. Staples, 2014. Analysis of macrophyte indicator variation as a function of sampling, temporal, and stressor effects. *Ecol. Indic.* 46, 323–335. <https://www.researchgate.net/publication/264274554>
- Bran, D., J. Gaitan, J. Ayesa, C. López. 2004. La vegetación de los mallines del Noroeste de Patagonia. Taller: Los mallines en la Patagonia Argentina. Esquel, 4 al 5 de marzo 2004.
- Céréghino, R., A. Ruggiero, P. Marty, S. Angélibert. 2008. Influence of vegetation cover on the biological traits of pond invertebrate communities. *Ann. Limnol. - Int. J. Limnol.* 44, 267–274. <https://doi.org/10.1051/limn:2008010>
- Chambers, P.A., P. Lacoul, K. J. Murphy, S.M. Thomaz. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiol.* 595, 9–26. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9154-6>
- Claverie, A. Ñ., L.B. Epele, A.M. Kutschker, M.G. Grech, L. M. Manzo, M. L. Miserendino. 2021. Variabilidad estructural de la comunidad de macrófitas en un gradiente pluviométrico en la provincia de Chubut. *Ecol. Austral* 31, 431–443
- Correa, M.O. 1978-1999. Flora Patagónica. Tomo VIII: parte I, II, III, IVa, IVb, V, y VIII. Colección científica del INTA. Buenos Aires.
- Cremona, M.V., A. S. Enríquez. 2015. Los mallines de Patagonia Norte: sus funciones productivas y ambientales. *Presencia*, 9–13.
- Dong, B., Zhou, Y., Jeppesen, E., Shi, K., Qin, B., 2021. Response of community composition and biomass of submerged macrophytes to variation in underwater light, wind and trophic status in a large eutrophic shallow lake. *J. Environ. Sci. (China)* 103, 298–310. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.11.027>
- Kutschker, A. M., L. B. Epele, M. L. Miserendino. 2014. Aquatic plant composition and environmental relationships in grazed Northwest Patagonian wetlands, Argentina. *Ecol. Eng.* 64, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.007>
- Magee, T.K., K. A. Blocksom, M. S. Fennessy. 2019. A national-scale vegetation multimetric index (VMMI) as an indicator of wetland condition across the conterminous United States. *Environ. Monit. Assess.* 191, 322. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7324-4>
- Manzo, L.M., M. G. Grech, L. B. Epele, A. M. Kutschker, M.L. Miserendino. 2020a. Macrophyte regional patterns, metrics assessment and ecological integrity of isolated ponds at Austral Patagonia (Argentina). *Sci. Total Environ.* 727, 138617. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138617>
- Manzo, L.M., L. B. Epele, C. N. Horak, A. M. Kutschker, M.L. Miserendino. 2020b. Engineered ponds as environmental and ecological solutions in the urban water cycle: A case study in Patagonia. *Ecol. Eng.* 154, 105915. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105915>
- Manzo, L.M., Epele, L.B., Grech, M.G., Kutschker, A.M., Miserendino, M.L., 2022. Which regionalization scheme is the best to predict wetland plant distribution in Western Patagonia? *J. Veg. Sci.* 1–15. <https://doi.org/10.1111/jvs.13157>
- Mazzoni, E., J. Rabassa. 2018. Wetlands Associated to the Basaltic Plateaus: Typology and Morphometry. In: *Volcanic Landscapes and Associated Wetlands of Lowland Patagonia*. Mazzoni, E., Rabassa, J., (Eds). The Latin American Book Series, 209–230
- Mitsch, W.J., J. G. Gosselink. 2015. *Wetlands*. John Wiley y Sons Inc., New York, USA 920 p.
- Nichols, S.A., 1999. Floristic quality assessment of Wisconsin lake plant communities with example applications. *J. Lake Reserv. Manag.* 15 (2), 133–141
- Paul, M.J., J. L. Meyer. 2001. Streams in the urban landscape. *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.* 32, 333–365. <https://www.researchgate.net/publication/226135308>
- Penning, W.E., M. Mjelde, B. Dudley, S. Hellsten, J. Hanganu, A. Kolada, M. van den Berg, S. Poikane, G. Phillips, N. Willby, F. Ecke. 2008. Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquat. Ecol.* 42, 237–251. <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9182-y>
- Poikane, S., Portielje, R., Denys, L., Elferts, D., Kelly, M., Kolada, A., Mäemets, H., Phillips, G., Søndergaard, M., Willby, N., van den Berg, M.S., 2018.

Macrophyte assessment in European lakes: Diverse approaches but convergent views of 'good' ecological status. *Ecol. Indic.* 94, 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.056>

Ruggiero, M. A., D. P. Gordon, T. M. Orrell, N., Bailly, T. Bourgoïn, R. C. Brusca, T. Cavalier-Smith, M. D. Guiry, P. M. Kirk. 2015. Correction: A higher level classification of all living organisms. *Plos One*, 10 (6): e0130114

San Martín, C., C. Ramírez, M. Álvarez. 2003. Macrofitas como bioindicadoras: una propuesta metodológica para caracterizar ambientes dulceacuícolas. *Rev. Geogr. Valpso* 34, 243–253.

Suárez, D., V. Utrilla. 2007. Evaluación de mallines mediante el método Botanal ajustado a vegas de Patagonia Sur. *Carpeta de Información Técnica. Estación Experimental Agropecuaria INTA Santa Cruz.*

Anexo A.

Planilla de campo para la caracterización de los humedales patagónicos.

PLANILLA DE CAMPO MALLINES				AÑO			
Nombre del sitio:				Fecha:			
Nombre GPS:				Hora:			
Latitud:				Investigadores:			
Longitud:							
Altitud (m.s.n.m):							
Condiciones climáticas							
Ahora		¿Hubo alguna lluvia copiosa los últimos 7 días?					
Tormenta							
Lluvia		Últimas 24 hs					
Chaparrones		Número de días					
Soleado		Temperatura del aire					
Nublado (%)							
Caracterización del mallín							
Hidrología		Conectividad		Origen			
Permanente		Aislado		Fluvial		Por deflación	
Temporario		Conectado		Antropogénico		Por remoción en masa	
Hidroperíodo estimado: meses__				Glacigénico			
Características del mallín							
Ecorregión		Usos del suelo		Predominancia del uso		Cobertura del área circundante (%)	
Bosques patagónicos		Sin uso		1Bajo		Urbano	
Estepa patagónica		Ganadería		2Medio bajo		Árboles	
Monte de llanuras y mesetas		Forestación		3Medio		Arbustos	
		Agricultura		4Medio alto		Gramíneas/ Herbáceas	
		Urbano/Industria		5Alto		Suelo desnudo	
		Otro (especificar): _____					
Características interiores del mallín							
Área _____m ²				Sustrato del fondo (%)			

PLANILLA DE CAMPO MALLINES		AÑO		
		Arena	<input type="checkbox"/>	
		Limo	<input type="checkbox"/>	
		Arcilla	<input type="checkbox"/>	
Croquis del área de muestreo IMPORTANTE				
Perfil de profundidad		Cobertura de plantas (%)		
Ancho (m)		0	<input type="checkbox"/>	6-25
				<input type="checkbox"/>
				51-75
				<input type="checkbox"/>
Largo (m)		1-5	<input type="checkbox"/>	26-50
				<input type="checkbox"/>
				76-100
				<input type="checkbox"/>
Caracterización de la calidad del agua				
Temperatura del agua		°C		
Conductividad eléctrica		μScm^{-1}		
Total de sólidos disuelto		mg.l^{-1}		
Salinidad		o/oo		
Contenido de oxígeno disuelto		mg.l^{-1}		
Oxígeno disuelto		%		
pH				

Planilla de campo mallines - muestreo de macrófitas		año			
Descripción matriz circundante					
Usos de la tierra					

Anexo C. Composición florística de mallines patagónicos, Argentina.

Se detallan el origen (End: endémico del Conosur; Nat: nativo; Cosm.: cosmopolita; Exot: exótico), el hábito (Eme: emergente; Mar: marginal; Sum: sumergido; Hflo: hojas flotantes, Flot: flotante libre), ciclo de vida (anual/bienal, perenne) y el valor de conservación (Vc) de cada especie.

Taxones	Origen	Hábito	Ciclo vida	Vc
Charophyta				
Characeae				
<i>Chara</i> sp.		Sum.	Perenne	7
<i>Nitella</i> sp.		Sum.	Perenne	7
Chlorophyta				
Zygnemataceae				
<i>Spirogyra</i> sp.	Cosm.	Sum.	-	6
<i>Zygnema</i> sp.	Cosm.	Sum.	-	6
Bryophyta				
Sphagnaceae				
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	End.	Eme.	Perenne	10
Pteridophyta				
Blechnaceae				
<i>Austroblechnum penna-marina</i> (Poir.) Gasper & V.A.O. Dittrich	Cosm.	Mar.	Perenne	8
Isoetaceae				
<i>Isoetes savatieri</i> Franch.	End.	Sum.	Anual	9
Salviniaceae				
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Nat.	Flot.	Anual	2
Spermatophyta				
Apiaceae				
<i>Azorella trifoliolata</i> Clos	End.	Mar.	Perenne	8
<i>Lilaeopsis occidentalis</i> J.M. Coult. & Rose.	Nat.	Sum.	Perenne	6
Araceae				
<i>Lemna gibba</i> L.	Cosm.	Flot.	Anual	2
<i>Lemna valdiviana</i> Phil.	Nat.	Flot.	Perenne	8
Araliaceae				
<i>Hydrocotyle chamaemorus</i> Cham. & Schltld.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	Nat.	Hflo.	Perenne	2
Asteraceae				
<i>Achillea millefolium</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Anthemis cotula</i> L.	Exot.	Mar.	Anual	0

Taxones	Origen	Hábito	Ciclo vida	Vc
<i>Grindelia chilensis</i> (Cornel.) Cabrera	End.	Mar.	Perenne	7
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	Exot.	Mar.	Anual	0
Boraginaceae				
<i>Myosotis discolor</i> Pers.	Exot.	Mar.	Anual	0
Brassicaceae				
<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch	Exot.	Mar.	Anual	0
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	Exot.	Eme.	Perenne	0
Calyceraceae				
<i>Gamocarpha australis</i> (Decne.) S.S. Denham & Pozner	End.	Mar.	Perenne	8
Campanulaceae				
<i>Legenere valdiviana</i> (Phil.) E. Wimm.	Nat.	Eme.	Anual	9
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers.	Nat.	Eme.	Perenne	7
Caryophyllaceae				
<i>Arenaria serpens</i> Kunth	Nat.	Mar.	Perenne	4
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg. <i>vulgare</i>	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth) Bartl	Nat.	Mar.	Perenne	4
Cyperaceae				
<i>Carex aematorhyncha</i> E. Desv.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex canescens</i> L.	Exot.	Eme.	Perenne	0
<i>Carex decidua</i> Boott	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex distenta</i> Kunze ex Kunth	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex excelsa</i> Poepp. ex Kunth	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex fuscula</i> d'Urv.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex gayana</i> E. Desv.	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Carex macrorrhiza</i> Boeck.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex magellanica</i> Lam.	Nat.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex nebularum</i> Phil.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex niederleiniana</i> Boeck.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex phleoides</i> Cav.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Carex reichei</i> Kük.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Carex subantarctica</i> Speg.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Eleocharis macrostachya</i> Britton	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Eleocharis melanomphala</i> C.B. Clarke	End.	Eme.	Perenne	6
<i>Eleocharis melanostachys</i> (d'Urv.) C.B. Clarke	End.	Eme.	Perenne	6
<i>Eleocharis pachycarpa</i> E. Desv.	Nat.	Eme.	Perenne	5
<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> S. González & Guagl.	End.	Eme.	Perenne	7
<i>Isolepis ranko</i> (Steud.) Vegetti	End.	Eme.	Anual	9
<i>Phylloscirpus acaulis</i> (Phil.) Goetgh. & D.A. Simpson	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják.	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Schoenus antarcticus</i> (Hook. f.) Dusén.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Schoenus rhyngosporoides</i> (Steud.) Kük.	End.	Eme.	Perenne	8
Droseraceae				

Taxones	Origen	Hábito	Ciclo vida	Vc
<i>Drosera uniflora</i> Willd.	End.	Eme.	Perenne	9
Ericaceae				
<i>Gaultheria pumila</i> (L. f.) D.J. Middleton	End.	Mar.	Perenne	8
Fabaceae				
<i>Medicago lupulina</i> L.	Exot.	Mar.	Anual/bienal	0
<i>Trifolium aureum</i> Pollich.	Exot.	Mar.	Anual/bienal	0
<i>Trifolium repens</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Trifolium spadicum</i> L.	Exot.	Mar.	Anual/bienal	0
Frankeniaceae				
<i>Frankenia chubutensis</i> Speg.	End.	Mar.	Perenne	8
Gentianaceae				
<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce	Exot.	Mar.	Anual	0
<i>Gentianella magellanica</i> (Gaudich.) Fabris ex D.M. Moore	End.	Eme.	Anual	9
Geraniaceae				
<i>Epilobium brachycarpum</i> C. Presl	Exot.	Mar.	Anual	0
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	Exot.	Mar.	Anual/bienal	0
<i>Geranium bertereanum</i> Colla	End.	Mar.	Perenne	7
Gunneraceae				
<i>Gunnera magellanica</i> Lam.	Nat.	Eme.	Perenne	8
Haloragaceae				
<i>Myriophyllum quitense</i> Kunth.	Nat.	Sum.	Perenne	6
Juncaceae				
<i>Juncus balticus</i> Willd.	Nat.	Eme.	Perenne	5
<i>Juncus bufonius</i> L.	Nat.	Eme.	Anual	4
<i>Juncus burkartii</i> Barros	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Juncus diemii</i> Barros	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Juncus effusus</i> L.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Juncus pallescens</i> Lam.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Juncus scheuchzerioides</i> Gaudich.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Luzula alopecurus</i> Desv.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Luzula chilensis</i> Nees & Meyen ex Kunth.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Marsippospermum grandiflorum</i> (L. f.) Hook. f.	End.	Eme.	Perenne	8
Juncaginaceae				
<i>Tetroncium magellanicum</i> Willd.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Triglochin palustris</i> L.	Cosm.	Eme.	Perenne	3
<i>Triglochin striata</i> Ruiz & Pav.	Cosm.	Eme.	Perenne	7
Montiaceae				
<i>Calandrinia</i> sp.	Nat.	Mar.	Perenne	8
Orobanchaceae				
<i>Euphrasia antarctica</i> Benth.	End.	Eme.	Anual	9
<i>Euphrasia cockayniana</i> Petrie	Nat.	Mar.	Anual	8
Phrymaceae				
<i>Erythranthe bridgesii</i> (Benth.) G.L. Nesom	End.	Eme.	Anual	7

Taxones	Origen	Hábito	Ciclo vida	Vc
<i>Erythranthe glabrata</i> (Kunth) G.L. Nesom	Nat.	Eme.	Anual	6
Plantaginaceae				
<i>Callitriche lechleri</i> (Hegelm.) Fassett	End.	Sum.	Anual	7
<i>Callitriche truncata</i>	Exot.	Sum.	Anual	0
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	Nat.	Eme.	Perenne	5
<i>Littorella australis</i> Griseb. ex Benth. & Hook. f.	End.	Sum.	Perenne	8
<i>Plantago barbata</i> G.Forst.	End.	Eme.	Perenne	7
<i>Plantago maritima</i> G. Forst.	Nat.	Mar.	Perenne	6
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Exot.	Eme.	Anual	0
<i>Veronica peregrina</i> L.	Exot.	Mar.	Anual	0
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	Exot.	Eme.	Perenne	0
Poaceae				
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Agrostis imberbis</i> Phil.	Nat.	Mar.	Perenne	6
<i>Agrostis philippiana</i> Rúgolo & De Paula	End.	Mar.	Perenne	7
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	Exot.	Eme.	Perenne	0
<i>Alopecurus magellanicus</i> Lam.	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Avena sativa</i> L.	Exot.	Mar.	Anual	0
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	Nat.	Mar.	Perenne	6
<i>Deschampsia antarctica</i> E. Desv.	End.	Mar.	Perenne	7
<i>Deschampsia laxa</i> Phil.	End.	Mar.	Perenne	7
<i>Deyeuxia diemii</i> Rúgolo	End.	Eme.	Perenne	7
<i>Distichlis australis</i> (Speg.) Villamil	End.	Mar.	Perenne	6
<i>Distichlis scoparia</i> (Kunth) Arechav.	End.	Mar.	Perenne	6
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	Nat.	Eme.	Perenne	5
<i>Glyceria multiflora</i> Steud.	Nat.	Eme.	Perenne	6
<i>Hordeum chilense</i> Roem. & Schult.	End.	Mar.	Perenne	8
<i>Hordeum lechleri</i> (Steud.) Schenck	End.	Mar.	Perenne	8
<i>Koeleria spicata</i> (L.) Barberá, Quintanar, Soreng & P.M. Peterson	End.	Mar.	Perenne	9
<i>Hordeum pubiflorum</i> Hook. f.	End.	Mar.	Perenne	8
<i>Phleum alpinum</i> L.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Phleum pratense</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Cosm.	Eme.	Perenne	1
<i>Poa lanuginosa</i> Poir.	Nat.	Mar.	Perenne	6
<i>Poa pratensis</i> L.	Exot.	Eme.	Perenne	0
<i>Poa trivialis</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
<i>Polypogon australis</i> Brongn.	Nat.	Eme.	Perenne	4
<i>Polypogon exasperatus</i> (Trin.) Renvoize	Nat.	Mar.	Perenne	4
Polygonaceae				
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Exot.	Mar.	Anual/bienal	0
<i>Rumex acetosella</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0

Taxones	Origen	Hábito	Ciclo vida	Vc
<i>Rumex crispus</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
Potamogetonaceae				
<i>Potamogetum linguatus</i> Hagstr.	End.	Hflo.	Perenne	7
<i>Stuckenia filiformis</i> (Pers.) Boehm.	Nat.	Sum.	Perenne	3
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	Nat.	Sum.	Perenne	3
<i>Zannichellia palustris</i> L.	Nat.	Sum.	Perenne	5
Primulaceae				
<i>Primula magellanica</i> Lehm.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Samolus spathulatus</i> (Cav.) DUBY	End.	Eme.	Perenne	8
Ranunculaceae				
<i>Caltha appendiculata</i> Pers.	End.	Eme.	Perenne	8
<i>Caltha sagittata</i> Cav.	Nat.	Eme.	Perenne	7
<i>Halerpestes cymbalaria</i> (Pursh) Greene	Nat.	Hflo.	Perenne	4
<i>Halerpestes uniflora</i> (Phil. ex Reiche) Emadzade, Lehnebach, P. Lockh. & Hörandl	End.	HFlo.	Perenne	7
<i>Ranunculus fuegianus</i> Speg.	End.	Hflo.	Perenne	7
<i>Ranunculus hydrophilus</i> Gaudich.	End.	Hflo.	Anual	9
<i>Ranunculus maclovianus</i> d'Urv.	End.	Hflo.	Anual	3
<i>Ranunculus pseudotrullifolius</i> Skottsbo.	End.	Hflo.	Anual	7
<i>Ranunculus repens</i> L.	Exot.	Eme.	Perenne	0
<i>Ranunculus spegazzini</i> Lourteig.	End.	HFlo.	Anual	7
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix.	Nat.	Sum.	Anual	6
Rosaceae				
<i>Acaena antarctica</i> Hook. f.	End.	Mar.	Perenne	6
<i>Acaena magellanica</i> (Lam.) Vahl	Nat.	Eme.	Perenne	5
<i>Geum andicola</i> (Phil.) Reiche	End.	Mar.	Perenne	4
<i>Potentilla anserina</i> L.	Exot.	Mar.	Perenne	0
Rubiaceae				
<i>Galium magellanicum</i> Hook. f.	End.	Eme.	Perenne	9
Scrophulariaceae				
<i>Verbascum thapsus</i> L.	Exot.	Mar.	Bienal	0
Typhaceae				
<i>Typha angustifolia</i> L.	Cosm.	Eme.	Perenne	2