



Monitoreo **Flora y Vegetación** **Laguna 6 Donoso**

Temporadas: Verano 2023 y Otoño 2023

Superintendencia de Medio Ambiente Los Bronces

Objetivos

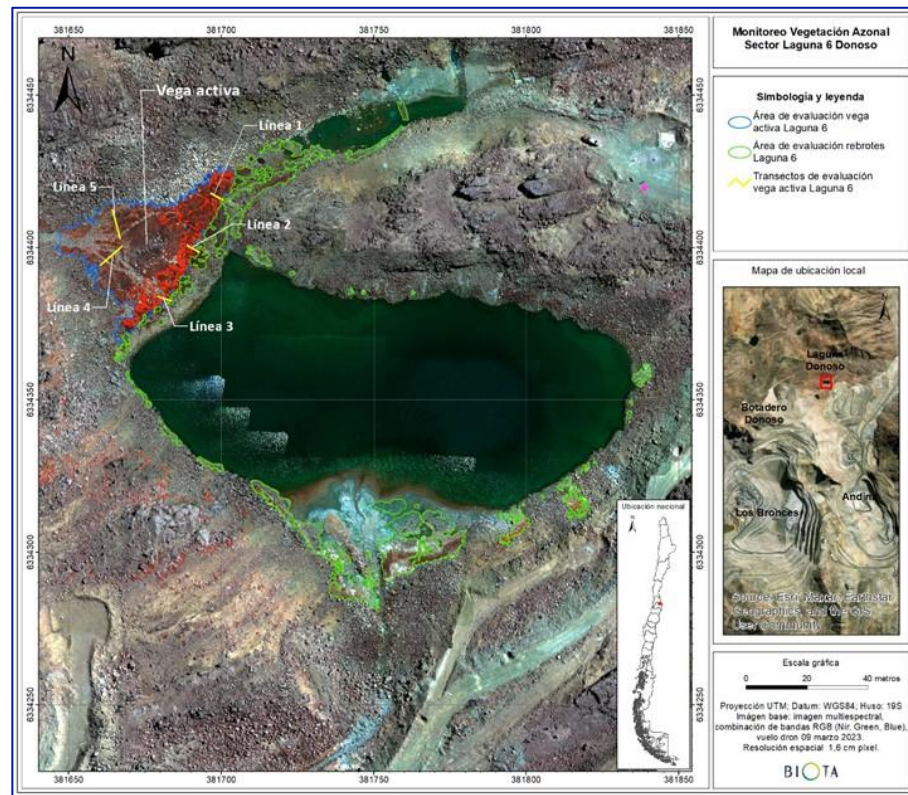
Como parte de las obligaciones definidas en el acuerdo entre Anglo American y el Consejo de Defensa del Estado (CDE), en el marco del proceso seguido ante el Segundo Tribunal Ambiental, **se inició en 2022 un levantamiento de información respecto de la flora y vegetación de la vega** (vegetación azonal hídrica*) asociada a la **Laguna 6**, en el sector de **Donoso**. Este tuvo dos objetivos principales:

1. **Caracterizar** la vega para contar con una **descripción inicial** de su estado y comprender cómo puede cambiar con el tiempo.
2. **Continuar la evaluación de su condición**, verificando si existen **variaciones** en los monitoreos posteriores (2022 hasta 2030).

El estudio presentado a continuación reúne los resultados del monitoreo correspondiente al período de verano a otoño del año **2023**.

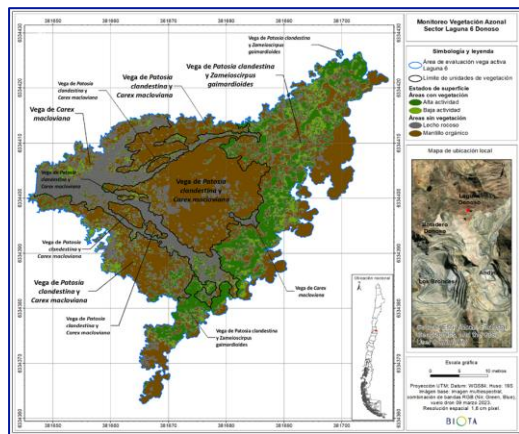
*Vegetación azonal hídrica: vegetación que cuya presencia en el área se debe a la característica de humedad en el suelo o sustrato.

Área de estudio



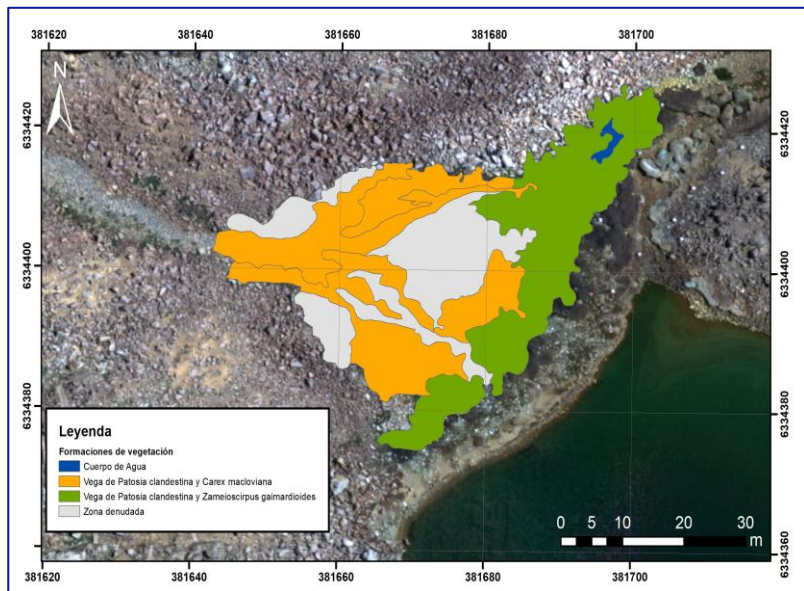
Vista general de la porción activa de la vega de la Laguna 6

1. **Campañas de terreno:** Realizadas durante marzo 2023 (verano) y mayo 2023 (otoño). Dada la presencia de nieve en el área de estudio, la evaluación de primavera 2023 tuvo que ser pospuesta a enero 2024 (verano 2024). Se evaluó la vega activa y los rebrotes en los ejemplares de la especie *Patosia clandestina* en el perímetro de Laguna 6, sector denominado “recuperación pasiva vega Laguna 6”.
2. **Caracterización vegetación:** Se actualizó en detalle la cartografía de la vegetación de la vega activa (mediante metodología de la Carta de Ocupación de Tierras – COT, método establecido en el Avenimiento).
3. **Caracterización de flora y participación de las especies:** Para la vega activa, se registra la composición (lo que hay) y abundancia (cuánto) de especies mediante líneas de evaluación (método *Point Quadrat* establecido en el Avenimiento).
4. **Evaluación temporal de la cubierta de la vegetación activa (vigor y superficie):** Nuevo ítem evaluado respecto de la temporada anterior. Este consistió en una discriminación entre áreas con vegetación y áreas sin vegetación, a partir de índices obtenidos con una imagen aérea captada por una aeronave no tripulada (RPA - dron).
5. **Evaluación porción de recuperación pasiva vega Laguna 6:** se identificaron, ubicaron y midieron los ejemplares de *Patosia clandestina* recuperados y activos. Además, se verificó el estado sanitario de estos.

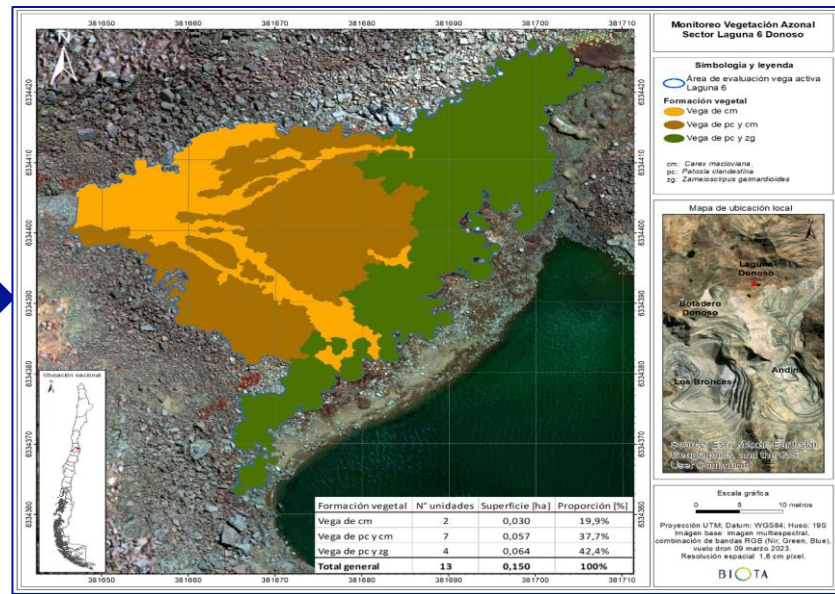


Resultados

1. Vegetación – Resultados Cartografía temporada 2023 (en base a metodología COT e imagen dron): en base a la imagen dron obtenida en verano 2023, el afinamiento de criterio basándose en las especies que dominan y las características del suelo, se realizó un ajuste de la cartografía 2022. De esta manera, las nuevas superficies correspondieron a 0,06 ha de “Vega de *Patosia clandestina* y *Zameioscirpus gaimardioides*”, 0,06 ha de “Vega de *Patosia clandestina* y *Carex macloviana*”, y además, se agrega una nueva formación correspondiente a “Vega de *Carex macloviana*” con 0,03 ha. Con esto, la totalidad del humedal activo equivale a 0,15 ha, difiriendo en 0,01 ha más respecto de la temporada anterior.



Cartografía de la vegetación vega activa Laguna 6 – Verano 2022



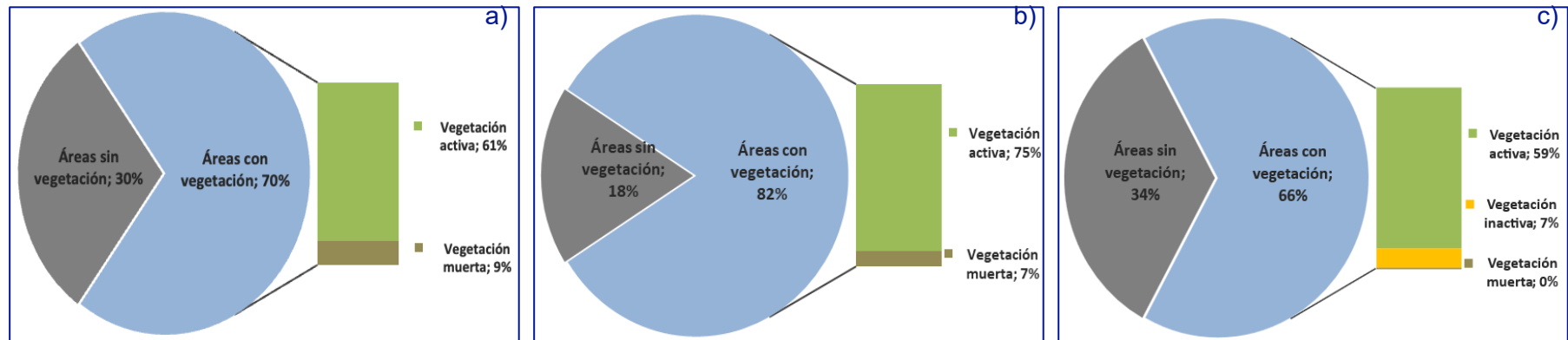
Unidades de vegetación resultantes del nuevo ajuste cartográfico para la Laguna 6 correspondiente a verano de 2023.

Resultados

2.1 Caracterización mediante *Point-quadrat* – cubrimientos (porcentaje del suelo cubierto por vegetación activa):

Los valores de cobertura entre las mediciones realizadas en primavera 2022 y verano 2023, presentaron un aumento natural dado que el verano corresponde a la época de mayor actividad de la vegetación, cuando la mayoría de las plantas han salido del receso y alcanzan su máximo desarrollo. En cambio, las mediciones de otoño 2023 mostraron el inicio del receso invernal, por lo que se observa menor cobertura y más plantas en estado inactivo, condición esperable dado la disminución de la temperatura e inducción al receso invernal.

Por otro lado, la nueva unidad “Vega de *Carex macloviana*”, discriminada a partir de la imagen aérea 2023, a la fecha no contó con transectos de evaluación, lo que será corregido en los próximos monitoreos.



Ejemplo de la evolución de los cubrimientos en la línea 3 a lo largo de la temporada de evaluación. a: primavera 2022; b: verano 2023; c: otoño 2023

Resultados

2.2 Caracterización mediante *Point Quadrat* – presencias (participación en la línea de cada elemento identificado):

Para la temporada 2023, debido a la dominancia en cada línea de evaluación, destacaron las especies vegetales o los elementos **bióticos** (vivos) como ***Patosia clandestina*** y ***Zameioscirpus gaimardioides***, los que alternaron en su dominancia entre las dos mediciones para las líneas 1, 2 y 3. Por otro lado, en las líneas 4 y 5 ***Carex macloviana*** aumentó su participación respecto a temporadas anteriores, además, se registró una variación estacional de **musgo**, dependiendo de la humedad del sistema (participa más en primavera y otoño).



Por otra parte, dentro de los elementos **abióticos** (inertes), estos se presentaron principalmente en las líneas 4 y 5, donde la **vegetación seca (rastrojo)** registró un leve aumento en su participación hacia el final de la temporada de crecimiento (otoño), lo cual es esperable producto del descenso de la temperatura ambiental. A su vez, tanto las **rocas** como la **vegetación en estado de descomposición (mantillo)** son frecuentes en estas líneas. Finalmente, el **agua** libre en superficie aparece solo en primavera y luego desaparece en verano (proceso natural y esperable en cada temporada producto de mayor temperatura y menor precipitación).



Presencia de rastrojo de *Patosia clandestina* y rocas

Resultados

3. Evaluación temporal de la cubierta de la vegetación activa (vigor* y superficie):

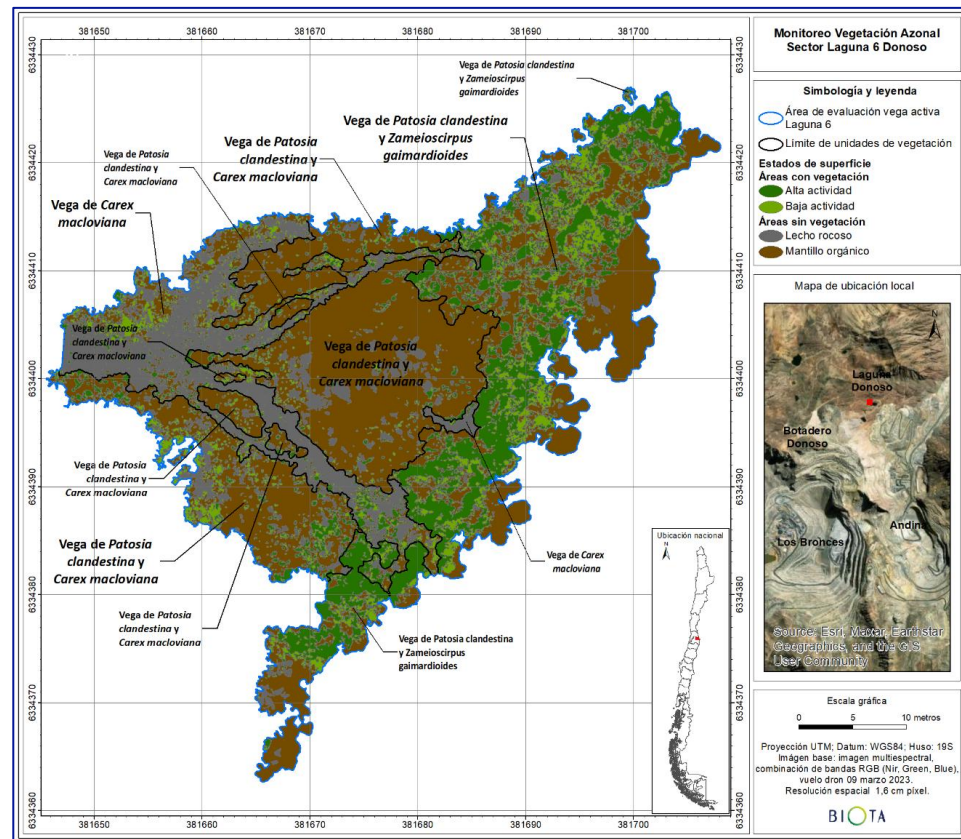
Este análisis también deriva de la imagen obtenida mediante RPA (dron), la cual permitió delimitar cuatro **estados de superficie**** para el área de estudio:

- **Vegetación activa de alta actividad: 0,03 ha ~ 18,6%**
- **Vegetación activa de baja actividad: 0,02 ha ~ 16,1%**
- **Lecho rocoso: 0,02 ha ~ 13,8%**
- **Mantillo orgánico: 0,08 ha ~ 51,6%**

La formación “Vega de *Patosia clandestina* y *Zameioscirpus gaimardioides*” mostró el mayor vigor, mientras que la formación “Vega de *Patosia clandestina* y *Carex macloviana*” presentó menor vigor, dado que tuvo más cantidad de materia orgánica descompuesta (mantillo orgánico).

*Vigor: actividad o verdor de las plantas. Un mayor vigor hace referencia a una mayor actividad, mientras que un menor vigor representa una menor actividad

**Estados de superficie: agrupación de distintas porciones de la imagen obtenida mediante RPA (dron) donde se tienen colores y características parecidas entre sí. Esta agrupación da cuenta de distintos elementos del paisaje, por ejemplo, suelo sin vegetación, agua, o áreas con plantas.

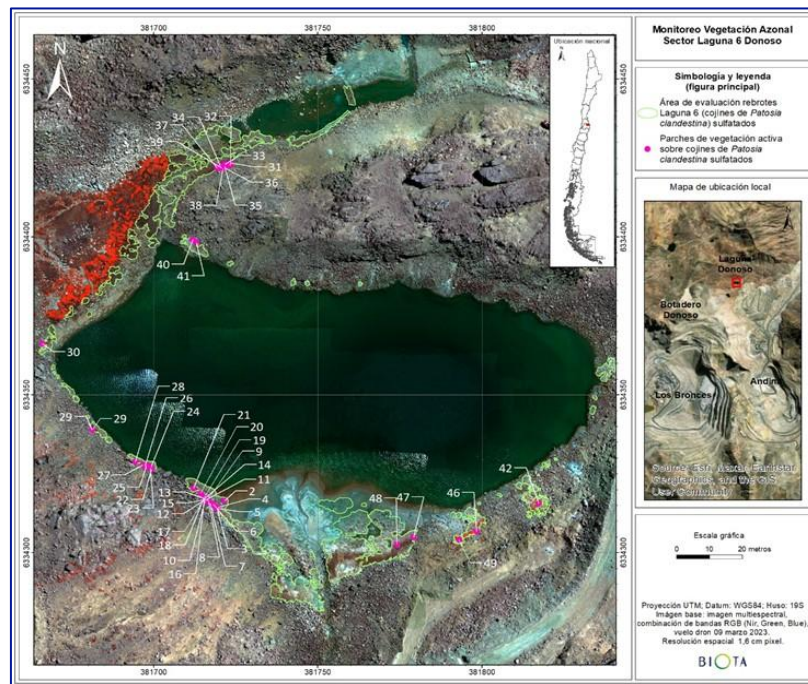


Estados de superficie presentes en la porción de vegetación activa, sector Laguna 6 Donoso

Resultados

4. Monitoreo porción de recuperación pasiva vega Laguna 6.

Durante el período de evaluación 2022-2023 se constató en terreno un saldo de 3 parches muertos. Además, se observó una disminución general del vigor para la campaña de otoño, que resulta consistente con el inicio invernal, época en la cual esta especie comienza un receso por las condiciones ambientales. De esta manera, la temporada 2023 deja un balance de 46 parches activos, de los cuales 27 corresponden a *Patosia clandestina*, 10 a *Carex macloviana*, 6 a *Azorella lycopodioides* y 3 a *Gaultheria pumila*. *Patosia clandestina* se mantiene como la especie dominante.



Ubicación de los parches de vegetación activa sobre los cojines de *Patosia clandestina* sulfatados en torno a la Laguna 6 Donoso.



Parche de *Patosia clandestina* registrado como muerto en campaña verano 2023.

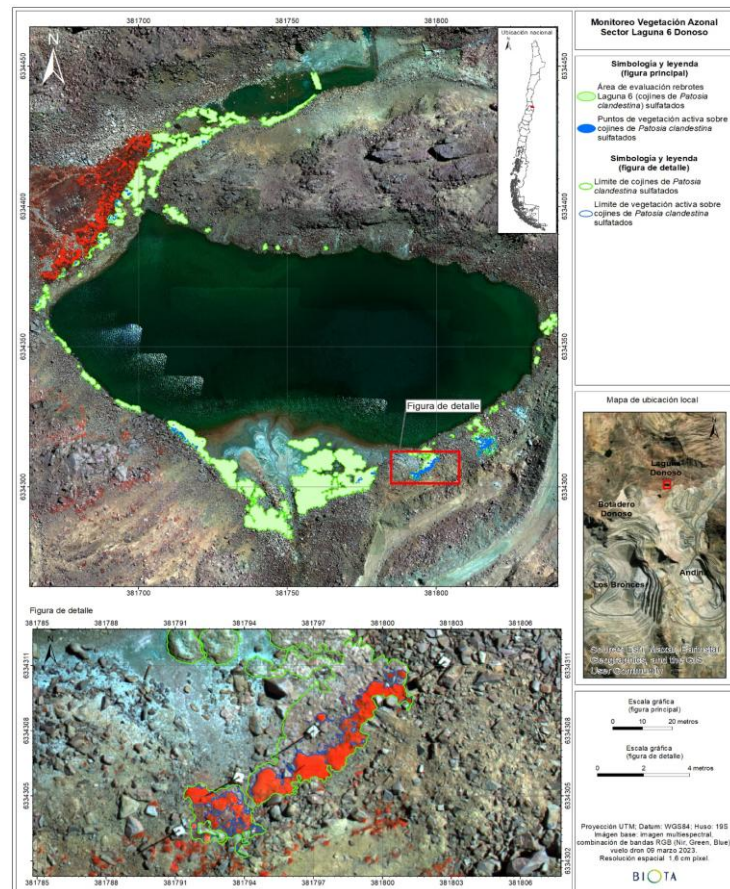
Resultados

5. Monitoreo porción de recuperación pasiva vega Laguna 6 - Análisis mediante imagen RPA (dron) de los parches de vegetación.

Para el mes de marzo 2023 ocurrió un **cambio metodológico** importante, el cuál **consideró la imagen de dron** obtenida como un insumo válido para **observar el número** de los cojines* (todo el individuo) de *Patosia* afectados. El **vigor o actividad (verdor)** de cada cojín, la **superficie** ocupada y **tamaño** de estos fueron estimadas mediante esta técnica, incorporando **nuevas áreas o cojines** que no habían sido considerados anteriormente en el monitoreo.

De esta manera, el análisis permitió discriminar 65 cojines en total de *P. clandestina*, de los cuales 20 presentaron actividad en distintas especies. La superficie ocupada equivale a 36 m², correspondiente a un total de 357 núcleos (no individuos - parte verde activa que le queda al cojín) de vegetación activa, donde estos presentan un tamaño promedio de 0,1 m².

*Cojín: forma de crecimiento de la especie *Patosia clandestina*. Como señala su nombre, presenta una forma acojinada.



Delimitación de cojines de *Patosia clandestina* afectados por sulfatación y delimitación de puntos con vegetación activa al interior de los cojines afectados, sector Laguna 6 Donoso.

Conclusiones

- Los resultados de las campañas de monitoreo realizadas en la vega activa de la Laguna 6 para el 2023, consideraron el análisis con imágenes aéreas de alta resolución. Esto permitió ajustar y dar cuenta de las áreas donde la vega mantiene vegetación activa y aquellas donde predominan zonas sin vegetación. A raíz de esto se pudo, por ejemplo, discriminar la nueva formación de *Carex macloviana*.
- Las mediciones mostraron que, si bien la superficie con vegetación activa varió ligeramente según el nuevo método de análisis, no se observan cambios relevantes en la extensión total de la vega activa entre 2022 y 2023.



Línea de medición L4, 11 mayo 2023.



Parche de *Patosia clandestina* registrado como muerto en campaña verano 2023.

- En las líneas de monitoreo (*Point Quadrat*) se observó una leve tendencia al aumento en la cobertura de vegetación, la cual podría estar relacionada con un año de mayor disponibilidad hídrica, por lo que se continuará el seguimiento en 2024 y 2025 para confirmar si se trata de una recuperación sostenida o sólo a una respuesta puntual de la vegetación.
- El período de evaluación 2022-2023 se registraron 2 parches desecados el 2022 y 1 parche desecado en la temporada 2023, lo que deja un balance de 46 parches activos. No obstante, la principal especie registrada sigue siendo *Patosia clandestina* con un total de 27 (59%) de los 46 parches activos, seguido de *Carex macloviana* con 10 parches (22%), luego *Azorella lycopodioides* con 6 parches (13%) y finalmente *Gaultheria pumila* con 3 (7%).