



JUNIO 2022

CAPÍTULO 3

# MEDIO BIÓTICO

## Tabla de Contenidos

### CAPÍTULO III – MEDIO BIÓTICO

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>3.</b> | <b>PLANTAS</b> .....  | <b>1</b>  |
| 3.1       | Introducción .....  | 1         |
| 3.2       | Objetivos .....   | 2         |
| 3.3       | Materiales y Métodos.....   | 2         |
| 3.3.1     | Definición de Área de Estudio .....   | 2         |
| 3.3.2     | Marco Biogeográfico.....  | 5         |
| 3.3.3     | Caracterización de la Vegetación y Flora .....                                | 5         |
| 3.3.4     | Levantamiento de información en terreno .....                                 | 8         |
| 3.3.5     | Análisis de sensibilidades ambientales .....                                  | 9         |
| 3.4       | Resultados .....  | 10        |
| 3.4.1     | Marco biogeográfico.....  | 10        |
| 3.4.2     | Caracterización de la vegetación .....  | 17        |
| 3.4.3     | Caracterización de la Flora.....  | 49        |
| 3.4.4     | Análisis de sensibilidades ambientales .....                                  | 56        |
| 3.5       | Conclusión .....  | 62        |
| 3.6       | Referencias.....  | 64        |
| 3.7       | Apéndices .....   | 68        |
| 3.7.1     | Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno.....            | 68        |
| 3.7.2     | Apéndice 3.2: Flora potencial .....   | 70        |
| 3.7.3     | Apéndice 3.3: Resultados de análisis Braun Blanquet. ....                     | 73        |
| 3.7.4     | Apéndice 3.4: Cartografía digital .....                                       | 73        |
| <b>4</b>  | <b>ANIMALES SILVESTRES</b> .....  | <b>74</b> |
| 4.1       | Introducción .....  | 74        |
| 4.2       | Objetivos .....   | 75        |
| 4.3       | Materiales y métodos.....   | 75        |
| 4.3.1     | Áreas de estudio .....  | 75        |
| 4.3.2     | Registro de datos.....  | 76        |
| 4.3.3     | Análisis de datos.....  | 78        |
| 4.4       | Resultados .....  | 80        |
| 4.4.1     | Hábitats considerados .....   | 80        |
| 4.4.2     | Transectos .....  | 88        |
| 4.4.3     | Resultados de la campaña de muestreo directo .....                            | 100       |
| 4.4.4     | Resultados preliminares del fototrampeo.....                                  | 105       |
| 4.4.5     | Comparación entre especies potenciales y registros del presente estudio ..... | 112       |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.4.6 | Descripción de especies amenazadas registradas en los sitios de estudio .....  | 115 |
| 4.4.7 | Lista preliminar de especies de vertebrados terrestres sensibles entorno a los SVAHT del Área de Estudio.....  | 121 |
| 4.4.8 | Análisis de sensibilidades ambientales.....  | 122 |
| 4.5   | Conclusión .....   | 123 |
| 4.6   | Referencias.....   | 124 |
| 4.7   | Apéndices .....  | 128 |
| 4.7.1 | Apéndice 3.5: Registro fotográfico fauna.....  | 128 |
| 4.7.2 | Apéndice 3.6: Inventario y conteo directos de las especies de fauna de vertebrados registrados durante la campaña de muestreo en los sitios de SVAHT del Área de Estudio, región de Atacama..... | 128 |

## Tablas

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabla 1.  | Superficie de las Áreas de Estudio por sector. ....   | 3   |
| Tabla 2.  | Categorías de cubrimiento. ....   | 7   |
| Tabla 3.  | Codificación de las especies dominantes. ....   | 7   |
| Tabla 4.  | Abundancia y codificación de Braun-Blanquet (1987).....   | 8   |
| Tabla 5.  | Número de parcelas florísticas y levantamientos COT registradas por Humedal. ....   | 9   |
| Tabla 6.  | Comunidades vegetacionales identificadas por humedal. ....  | 17  |
| Tabla 7.  | Resumen taxonómico de la flora registrada en el Área de Estudio. ....   | 50  |
| Tabla 8.  | Catálogo florístico registrado en el Área de Estudio. ....  | 51  |
| Tabla 9.  | Flora registrada en el Área de Estudio, por humedal. ....   | 53  |
| Tabla 10. | Superficie, en ha, según tipo o condición de vegetación y otros usos. ....  | 58  |
| Tabla 11. | Detalle de la ubicación fechas y horas de evaluación de cada sitio visitado en la cuenca Salar de Pedernales. ....                                | 77  |
| Tabla 12. | Detalle de los resultados numéricos y porcentajes de la riqueza de especies por cada sitio visitado y para la Cuenca Salar de Pedernales.....     | 101 |
| Tabla 13. | Especies potenciales en relación a las especies observadas en el Área de Estudio, origen geográfico, estado de conservación y apéndice CITES..... | 112 |
| Tabla 14. | Listado de especies en el Área de Estudio.....  | 121 |

## Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Área de ejecución de la medida RC-02 Puesta en Valor. Referencia de Polígono Sitio Prioritario Salar de Pedernales: MMA (2021), a través de IDE Chile.....  | 4  |
| Figura 2. Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994). .....   | 12 |
| Figura 3. Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019).....  | 16 |
| Figura 4. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Pedernales. ....  | 20 |
| Figura 5. Vistas hacia Bofedal salino de Triglochin concinna (A y B). .....   | 21 |
| Figura 6. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B). .....  | 21 |
| Figura 7. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar La Laguna. ....  | 22 |
| Figura 8. Vistas hacia Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis (A y B) .....  | 23 |
| Figura 9. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B). .....  | 23 |
| Figura 10. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Piedra Parada. ....  | 24 |
| Figura 11. Vistas hacia Vega salina de Deyeuxia eminens var fulva (A y B).....  | 25 |
| Figura 12. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B). .....   | 25 |
| Figura 13. Vistas hacia Vega salina de Zameioscirpus atacamensis y Puccinellia frigida (A y B). ....  | 26 |
| Figura 14. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Ciénaga. ....  | 27 |
| Figura 15. Vistas hacia Vega salina de Puccinellia frigida (A y B). .....   | 28 |
| Figura 16. Vegetación muerta (A) y Zanja de drenaje (B). .....  | 28 |
| Figura 17. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Pastos Largos. ....  | 29 |
| Figura 18. Vistas hacia Bofedal de Oxychloë andina (A y B). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (C y D). .....   | 30 |
| Figura 19. Bofedal Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina (A, B y C); Tuberías de conducción de agua sobre la comunidad de vegetación (D). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (E y F). ..... | 31 |
| Figura 20. Vegetación muerta en el humedal de Pastos Largos (A y B). .....  | 32 |
| Figura 21. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Río Negro. ....  | 33 |
| Figura 22. Bofedal de Oxychloë andina (A y B). .....  | 34 |
| Figura 23. Bofedal pajonal hídrico de Oxychloë andina; Deyeuxia velutina (A y B). .....   | 34 |
| Figura 24. Matorral de Adesmia echinus (A y B). .....   | 35 |
| Figura 25. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tinajas/Trojitas. ....   | 36 |
| Figura 26. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A); Signos de huellas de vehículos (B).....   | 37 |
| Figura 27. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tordillo. ....   | 38 |
| Figura 28. Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp (A y B); Instalación y tubería en humedal (C y D); Sectores con vegetación muerta (D, E y F).....  | 39 |

|  |           |
|--|-----------|
| Figura 29. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Vertiente 2 (Cerros nevados).....   | 40        |
| Figura 30. Bofedal vega salina de <i>Carex vallis-pulchrae</i> , <i>Deyeuxia eminens</i> var <i>fulva</i> , <i>Oxychloë andina</i> (A y B); Afloramientos salinos (C y D); Restos de tubería y tranque de acumulación (E y F)..... | 41        |
| Figura 31. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en El Colorado. ....   | 42        |
| Figura 32. Vega muerta de <i>Puccinellia frigida</i> (A y B); Parches pequeños con vega activa de <i>P. frigida</i> en la zanja de drenaje central (C y D); Zanja de drenaje central (E); Zanja de drenaje lateral (F).....        | 43        |
| Figura 33. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en La Ola. ....  | 44        |
| Figura 34. Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia velutina</i> (A); Canalización de aguas (B); Aguas superficiales en el pajonal hídrico de <i>D. velutina</i> (C y D). ....   | 45        |
| Figura 35. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Leoncito. ....  | 46        |
| Figura 36. Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> var <i>fulva</i> y <i>Deyeuxia velutina</i> (A, B, C y D); Obras hidráulicas (E y F). ....   | 47        |
| Figura 37. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Asiento. ....   | 48        |
| Figura 38. Intervenciones en el Herbazal de <i>Acaena magellanica</i> (A y B); Herbazal de <i>Acaena magellanica</i> (C y D). ....   | 49        |
| <i>Figura 39. Número de especies según su origen. ....</i>   | <i>53</i> |
| Figura 40. Registro de la especie endémica <i>Nastanthus caespitosus</i> . ....  | 60        |
| Figura 41. Ubicación de los SVAHT involucrados en relación a la Cuenca del Salar de Pedernales y las localidades del área. ....  | 76        |
| Figura 42. Estrato tipificado como cuerpo de agua .....  | 80        |
| Figura 43. Estrato tipificado como Vegetación con agua. ....   | 81        |
| Figura 44. Estrato tipificado como Costra salina.....  | 82        |
| Figura 45. Estrato tipificado como Pedregoso sin vegetación.....   | 83        |
| Figura 46. Estrato tipificado como Pedregoso con vegetación.....   | 84        |
| Figura 47. Estrato tipificado como Vegetación seca. ....   | 85        |
| Figura 48. Estrato tipificado como río.....  | 86        |
| Figura 49. Estrato tipificado como cauce pedregoso.....  | 87        |
| Figura 50. Ubicación de los transectos de evaluación.....  | 88        |
| Figura 51. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Ola.....   | 89        |
| Figura 52. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Laguna. ....   | 90        |
| Figura 53. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado El Colorado. ....   | 91        |
| Figura 54. Ubicación de los transectos de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Ciénaga.....   | 92        |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 55. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Asiento. ....                | 93  |
| Figura 56. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Vertientes 2. ....                     | 94  |
| Figura 57. Ubicación del transecto de evaluación, cámara trampa en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Leoncito. .... | 95  |
| Figura 58. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Río Negro. ....                        | 96  |
| Figura 59. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Pastos Largos. ....                   | 97  |
| Figura 60. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tordillo. ....                         | 98  |
| Figura 61. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tinajas/Trojitas. ....                 | 99  |
| Figura 62. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Piedra Parada. ....                   | 100 |
| Figura 63. A: Distribución geográfica de la riqueza de vertebrados en los sitios evaluados de la Cuenca del Salar de Pedernales. ....     | 102 |
| Figura 64. Curva de acumulación de especies de reptiles alcanzando su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. ....                     | 103 |
| Figura 65. Curva de acumulación de especies de aves con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. ....           | 104 |
| Figura 66. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales. ....      | 105 |
| Figura 67. Ubicación de las cámaras trampas instaladas ....   | 106 |
| Figura 68. Registro de <i>Asthenes modesta</i> (canastero chico) con cámara trampa. ....  | 107 |
| Figura 69. Registro de <i>Lama guanicoe</i> . ....  | 107 |
| Figura 70. Registro de <i>Abrothrix andinus</i> (ratón andino) con cámara trampa. ....  | 108 |
| Figura 71. Registro de <i>Lagidium viscacia</i> (viscacha) con cámara trampa. ....  | 108 |
| Figura 72. Registro de <i>Lepus europeus</i> (liebre) con cámara trampa. ....   | 109 |
| Figura 73. Registro de <i>Lycalopex culpaeus</i> (zorro culpeo) con cámara trampa. ....   | 109 |
| Figura 74. Registro de <i>Puma concolor</i> (puma) con cámara trampa. ....  | 110 |
| Figura 75. Registro de <i>Vicugna vicugna</i> y <i>Lama guanicoe</i> (vicuña y guanaco) con cámara trampa ....                            | 110 |
| Figura 76. Registro de tropilla de <i>Vicugna vicugna</i> (vicuña) con cámara trampa. ....  | 111 |
| Figura 77. Registro de tropilla de <i>Vicugna vicugna</i> (vicuña) con cámara trampa. ....  | 111 |

## CAPÍTULO III – MEDIO BIÓTICO

### 3. PLANTAS

#### 3.1 Introducción

En el contexto de la existencia de la demanda interpuesta por Daño Ambiental por parte del Consejo de Defensa del Estado (CDE), y en el marco del Avenimiento y Transacción entre las partes, Codelco División Salvador (DS) y el CDE acordaron una serie de medidas, entre las cuales se incluyen las asociadas al Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT). Dentro de estas medidas se encuentra el Plan de Compensación, que contempla un Plan de Reparación Ex - Situ por una parte (Medida RC-01) y un Plan de Puesta en Valor de características y magnitud suficientes (Medida RC-02), de forma tal de hacerse cargo de los efectos negativos producidos en el Salar de Pedernales.

La Medida RC-02 corresponde a un conjunto de medidas de puesta en valor del Plan de Compensación las cuales se desarrollarán en: cuenca del Salar de Pedernales (SVAHT activo), en los Salares La Laguna y Piedra Parada, en quebrada Asiento, en quebrada Leoncito y en todas las áreas, en buen estado y reparadas, de las quebradas aledañas de agua dulce en que se propone realizar reparación ex-situ, que se identifican en el acápite 3 de este documento.

El objetivo del proyecto “Plan de Puesta en Valor de Salar de Pedernales” es desarrollar un Plan de Puesta en Valor en las áreas de afectación de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT) en la cuenca del Salar de Pedernales, para establecer la base de información de componentes ambientales y actores clave en el área, y su difusión a través de diversos canales. Se espera así contribuir a la disminución de la brecha de conocimiento científico de estos ecosistemas y la generación de un flujo sostenido de beneficios culturales, sociales y económicos para las comunidades aledañas al área de afectación.

En el presente capítulo se presentan los resultados parciales que permiten establecer una caracterización inicial de la vegetación del Área de Estudio. La totalidad de la información levantada *in-situ* será el insumo principal para la primera fase del Plan de Puesta en Valor, la cual es la confección del Plan de Manejo bajo la metodología de los Estándares Abiertos, y a la fecha de la presentación de este informe, se encuentra en desarrollo.

## 3.2 Objetivos

Caracterizar la vegetación y flora del Área de Estudio, como insumo preliminar para la propuesta de Plan de Manejo del Plan de Manejo de la Medida RC-02 Plan de Puesta en Valor. Los objetivos específicos fueron:

- Definir el marco biogeográfico en el cual se desarrollan los SVAHT definidos en el Área de Estudio;
- Caracterizar la Vegetación y Flora que se encuentra en el Área de Estudio, en vistas de representar espacialmente y cuantificar los sistemas vegetacionales, determinar la riqueza taxonómica y abundancia de la flora vascular terrestre presente en el Área de Estudio y evidenciar posibles intervenciones antrópicas;
- Describir las especies de flora vascular de acuerdo con su hábito de crecimiento, origen biogeográfico y categoría de conservación;
- Establecer la presencia de elementos sensibles desde el punto de vista de la importancia de los ambientes descritos y las especies.

## 3.3 Materiales y Métodos

El presente avance de resultados, relacionado al Proyecto de Plan de Puesta en Valor, se llevó a cabo en dos etapas complementarias.

En la primera etapa, se realizó una revisión de fuentes bibliográficas para establecer el marco biogeográfico en el cual se establecen los SVAHT definidos en el Área de Estudio y la flora potencial presente, describiendo con estos aspectos relevantes de estos sistemas, y también complementando los datos de vegetación y flora levantados en terreno.

La segunda etapa contempló la realización de una campaña de terreno para el levantamiento de información *in-situ*, enfocada en los componentes de vegetación y flora y su caracterización con metodologías a detallar.

### 3.3.1 Definición de Área de Estudio

El Área de Estudio establecido para cada SVAHT corresponde a las unidades de vegetación definidas mediante el análisis de imágenes satelitales y aéreas capturadas con dron, utilizadas como insumo para la fotointerpretación con el objetivo de definir las superficies de los sistemas a evaluar e identificar las áreas que presentan zonas denudadas, vegetación viva o vegetación en condiciones intermedias. El detalle metodológico y resultados en detalle de este análisis se encuentra en el informe “Apéndice 03 – Compensación, elaborado por el Centro de Ecología Aplicada” como parte del Avenimiento (CEA, 2020).

Según las bases técnicas de la Medida RC-02: Plan de Puesta en Valor de Codelco DS, las acciones de Puesta en Valor se emplazan en una superficie de 175,18 ha las cuales se distribuyen según el siguiente detalle de áreas (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Superficie de las Áreas de Estudio por sector.

| Sector                        | Superficie (ha) |
|-------------------------------|-----------------|
| Pedernales                    | 37,48           |
| La Laguna                     | 0,49            |
| Piedra Parada                 | 8,42            |
| Ciénega                       | 0,60            |
| Pastos Largos                 | 42,1            |
| Río Negro                     | 2,97            |
| Tinaja/Trojitas               | 0,59            |
| Tordillo                      | 0,96            |
| Vertientes 2 (Cerros Nevados) | 3,71            |
| El Colorado                   | 3,34            |
| La Ola                        | 25,5            |
| Leoncito                      | 46,22           |
| Asiento                       | 2,8             |
| <b>Superficie total</b>       | <b>175,18</b>   |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

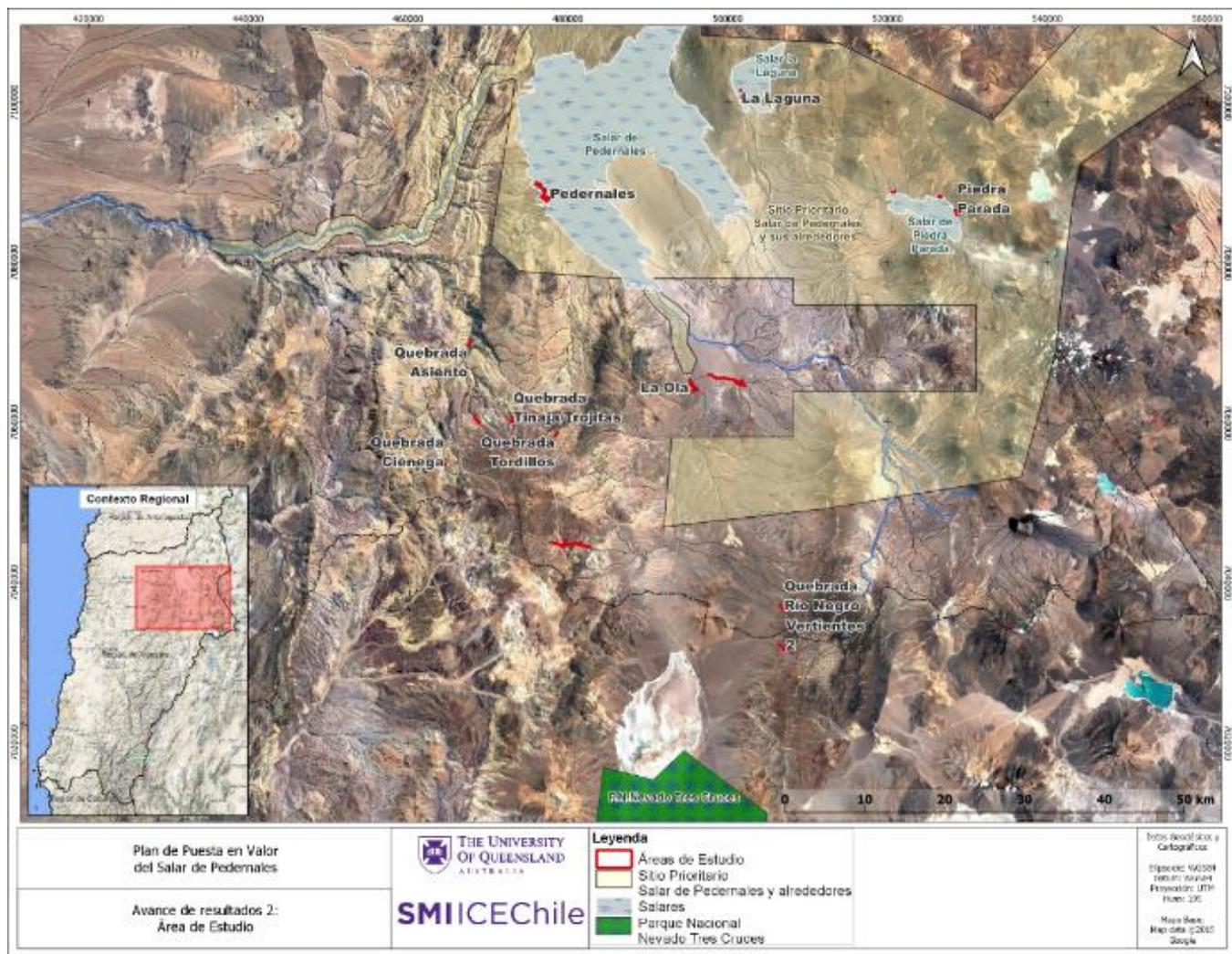


Figura 1. Área de ejecución de la medida RC-02 Puesta en Valor. Referencia de Polígono Sitio Prioritario Salar de Pedernales: MMA (2021), a través de IDE Chile.

### 3.3.2 Marco Biogeográfico

Las fuentes consultadas para definir el marco biogeográfico del Área de Estudio, permiten establecer una referencia general de la vegetación y flora potencial del Área de Estudio, y colaboran en el análisis y conclusiones de la información recabada sobre las comunidades vegetacionales presentes, su ubicación, contexto a escala local y regional y sus especies de flora más características.

El estudio sobre la “Vegetación Natural de Chile” (Gajardo, 1994) fue desarrollado a partir de criterios biogeográficos y antecedentes de terreno, estableciendo cuatro niveles de agregación; región ecológica, sub-región ecológica, formación vegetal y comunidad tipo. Los tres primeros poseen representación cartográfica y por lo tanto áreas de distribución definidas. El cuarto nivel desagrega las formaciones vegetales sobre la base de criterios de tipo micro ambiental, nivel de alteración por procesos catastróficos naturales y/o por efectos de influencia antrópica. Este nivel no posee representación cartográfica. Para cada una de estas comunidades el sistema entrega una lista de las especies más representativas. El autor delimita ocho regiones, 21 subregiones y 84 formaciones vegetales para la vegetación de Chile.

La “Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile” (Luebert y Pliscoff, 2019) se elaboró a partir de criterios bioclimáticos (termotipos y ombrotipos, los que definen pisos bioclimáticos) y vegetacionales (formaciones vegetales). La unidad básica de análisis está constituida por el concepto de piso vegetacional, la cual se caracteriza típicamente por una formación vegetal con especies dominantes específicas y un piso bioclimático bajo el cual tales formaciones pueden ser encontradas, y que está compuesta por comunidades vegetales zonales e integra comunidades intrazonales y extrazonales. (Luebert y Pliscoff, 2019). El espacio asociado con un piso de vegetación puede ser caracterizado por su composición florística, junto con su dinámica y heterogeneidad interna, esto considerando la variación de la composición de especies en la gradiente de elevación.

Según Luebert y Pliscoff (2019), una unidad intrazonal, se distribuye localmente y en forma independiente del clima bajo cierto rango mayor o menormente restringido de variación climática, debiendo su distribución a la influencia de algún factor, generalmente asociado al suelo o afloramientos de agua, y que establece condiciones locales más favorables o restrictivas que las del clima local. Una unidad azonal también debe su distribución a la influencia de algún factor, pero esta distribución local presenta absoluta independencia de las condiciones climáticas regionales.

La flora potencial entregada por estos autores fue complementada con la informada en la Línea de Base y con los ejemplares herborizados almacenados en los herbarios de la Universidad de Concepción y de la Universidad de La Serena. Estos repositorios fueron consultados, rescatando las especies que se registran para el Área de Estudio.

### 3.3.3 Caracterización de la Vegetación y Flora

#### 3.3.3.1 Vegetación

Las comunidades y unidades de vegetación del Área de Estudio fueron previamente definidas mediante fotointerpretación y se caracterizaron en base a la metodología de Carta de Ocupación de Tierras (Etienne y Prado, 1982).

### Comunidades vegetacionales

El método de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), descrito y adaptado para Chile por Etienne y Prado (1982), considera a la vegetación como el factor integrador de las variaciones naturales del medio y de las modificaciones debidas a la acción antrópica. Esta metodología pretende, mediante el uso de la cartografía, lograr una representación fiel de la vegetación actual a una escala de trabajo dada. Esta se obtiene a través de la evaluación de dos variables: formación vegetal y especies dominantes.

Este método clasifica la vegetación en cuatro tipos biológicos:

- Herbáceos: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas). En este tipo se encuentran las formaciones de vegetación denominadas herbazales, pastizales, vegas y bofedales;
- Leñosos bajos (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño no pasa los 2 metros de altura (en casos excepcionales pueden llegar a medir hasta 4 metros de altura). En este tipo se encuentra la formación de vegetación matorral;
- Leñosos altos (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño excede los 2 metros de altura. En este tipo se encuentra la formación de vegetación bosque;
- Suculentos (cactus y chaguales): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas. En este tipo se encuentra la formación de vegetación formaciones de suculentas.

La formación vegetacional corresponde a una unidad abstracta que representa el conjunto de comunidades vegetacionales con una fisionomía similar según Luebert y Plisscoff (2019). Se constituye como la agrupación de plantas pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento. Esta definición de formación vegetacional la constituye en un enfoque fisionómico basado en su estratificación y cobertura, otorgando una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ*. Estas pueden ser simples o complejas, de acuerdo con la dominancia de uno o más tipos biológicos. El criterio de dominancia está dado por un umbral de densidad, cuyo valor varía según la región ecológica considerada. Por su parte, la comunidad vegetacional corresponde al conjunto de especies vegetales que coexisten y se agrupan en un determinado lugar (Luebert y Plisscoff, 2019).

La cobertura o cubrimiento representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical, esta es estimada en terreno de acuerdo con pautas para la estimación visual del recubrimiento (Etienne y Prado, 1982). Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratas para cada unidad identificada en terreno. La Tabla 2 define las categorías de cobertura y su denominación.

Tabla 2. Categorías de cubrimiento.

| Cobertura (%) | Denominación | Índice |
|---------------|--------------|--------|
| 1 – 5         | muy escasa   | 1      |
| 5 – 10        | escasa       | 2      |
| 10 – 25       | muy abierta  | 3      |
| 25 – 50       | abierta      | 4      |
| 50 – 75       | semidensa    | 5      |
| 75 – 90       | densa        | 6      |
| 90 – 100      | muy densa    | 7      |

Fuente: Modificado de Etienne y Prado, 1982.

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose para cada tipo biológico identificado. Para su levantamiento y representación se utiliza la codificación presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Codificación de las especies dominantes.

| Tipo biológico | Código    |           |
|----------------|-----------|-----------|
|                | Género    | Especie   |
| Leñoso alto    | MAYÚSCULA | MAYÚSCULA |
| Leñoso bajo    | MAYÚSCULA | Minúscula |
| Herbáceo       | minúscula | Minúscula |
| Suculento      | minúscula | MAYÚSCULA |

Fuente: Modificado de Etienne y Prado, 1982.

### 3.3.3.2 Flora

Para determinar la composición, riqueza y abundancia de la flora vascular presente en el Área de Estudio se utilizó la metodología desarrollada por Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Este método considera la elaboración de un listado de especies presentes en un área limitada, homogénea y representativa de un tipo de vegetación, denominada como Parcela Florística.

Para la elaboración de la Parcela Florística se establecieron parcelas de muestreo rectangulares de 500 m<sup>2</sup>, de 20 m de ancho y 25 de largo. En ellas se registró toda especie vegetal vascular que se encontrara dentro de la parcela, junto con su cobertura estimada según la Tabla 4. Esta información se complementó registrando también las especies que se encuentran fuera de la parcela, consideradas como raras, denotándolas con esta condición en el formulario de registro.

Para cada especie registrada y determinada se definió su nomenclatura taxonómica, basado en el Catálogo de las plantas vasculares de Chile (Rodríguez *et al.* del 2018).

Tabla 4. Abundancia y codificación de Braun-Blanquet (1987).

| Código | Descripción de cobertura   |
|--------|--|
| p      | Registro fuera de la parcela (dentro de la unidad caracterizada); cobertura insignificante |
| r      | individuo solitario, cobertura insignificante  |
| +      | pocos individuos con cobertura poco significativa  |
| 1      | numerosos individuos con cobertura < 5%  |
| 2m     | número de individuos > 50 con cobertura < 5%   |
| 2a     | numerosos individuos con cobertura entre 5 -15 %   |
| 2b     | cobertura entre 15 - 25 %  |
| 3      | cobertura entre 25 - 50 %  |
| 4      | cobertura entre 50 - 75 %  |
| 5      | cobertura entre 75 - 100%  |

Fuente: Modificado de Braun-Blanquet (1987).

### 3.3.4 Levantamiento de información en terreno

A continuación, se presentan las etapas utilizadas en el levantamiento de información en terreno, realizado entre los días 29 de noviembre y 03 de diciembre del año 2021, para la caracterización de la vegetación y flora del Área de Estudio.

1. En cada humedal visitado, se realizaron puntos de levantamiento de vegetación y parcelas florísticas, definidos previamente mediante fotointerpretación del Área de Estudio, con la finalidad de obtener una representatividad óptima del sistema en cuestión (Figura 1).
2. Para caracterizar la vegetación, y definir las comunidades vegetacionales presentes en los SVAHT del Área de Estudio, se utilizó el método de la Carta de Ocupación de Tierras, COT (Etienne y Prado, 1982).
3. La flora se caracterizó en riqueza y abundancia con parcelas florísticas, utilizando la metodología propuesta por Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Este levantamiento se tradujo en un esfuerzo de muestreo de 53 puntos de levantamiento COT y 48 parcelas florísticas en toda el Área de Estudio, las coordenadas se encuentran detalladas en el Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno.

El número de puntos levantados en cada humedal visitado y el detalle del método aplicado se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Número de parcelas florísticas y levantamientos COT registradas por Humedal.

| Humedal             | Número de parcelas florísticas | Número de levantamientos COT |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Asiento             | 3                              | 3                            |
| Ciénaga             | 3                              | 3                            |
| El Colorado         | 5                              | 6                            |
| La Ola              | 4                              | 4                            |
| Leoncito            | 5                              | 6                            |
| Pastos Largos       | 7                              | 8                            |
| Río Negro           | 3                              | 3                            |
| Salar de Pedernales | 4                              | 5                            |
| Salar La Laguna     | 3                              | 4                            |
| Salar Piedra Parada | 2                              | 2                            |
| Tinajas - Trojitas  | 4                              | 4                            |
| Vertiente 2         | 3                              | 3                            |
| <b>Total</b>        | <b>48</b>                      | <b>53</b>                    |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.3.5 Análisis de sensibilidades ambientales

El análisis de sensibilidades toma como base principal la identificación de las singularidades ambientales basado en los criterios propuestos por el SEA (2015), en su “Guía para la Descripción del Área de Influencia – Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestre” y CONAF (2020), “Guía de Evaluación Ambiental: Criterios para la Evaluación de Proyectos sometidos al SEIA”. Estos criterios se enfocan tanto en la singularidad de los sistemas vegetacionales y especies, como distribución acotada, representatividad, fragilidad, o endemismo, y en las intervenciones antrópicas, proyectadas o existentes, sobre estos componentes o en sus inmediaciones, y que puedan afectar sus dinámicas.

Lo anterior es complementado con las proyecciones futuras de la permanencia de estos sistemas bajo escenarios de cambio climático realizados por Luebert y Pliscoff (2019) y Muñoz-Sáez *et al.* (2021).

Dichos criterios y las proyecciones se evaluaron con los datos e información recabada de vegetación y flora, y fueron complementados con referencias que complementan el análisis realizado:

## 3.4 Resultados

### 3.4.1 Marco biogeográfico

#### 3.4.1.1 Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994)

El Área de Estudio se encuentra en la Región de la Estepa Altoandina, específicamente en la Subregión del Altiplano y la Puna. Los factores determinantes de esta región son la altitud y el relieve, siendo la aridez relativa y un corto período vegetativo lo que determina una fisionomía particular de sus formaciones vegetales. Al respecto, existe una gran homogeneidad en la forma de vida de las plantas, presentando tres tipos biológicos fundamentales: las plantas pulvinadas o en cojín, las gramíneas cespitosas, pastos duros o “coirones” y los arbustos bajos de follaje reducido (“tolas”).

La Subregión del Altiplano y la Puna representa a aquel sector de la estepa altoandina que se distingue por encontrarse situado sobre un relieve de altiplanicies, generalmente con más de 4.000 m de altitud. Predomina un régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano, que más hacia el sur, en la Puna propiamente tal, sólo constituye una influencia marginal, lo que le concede un carácter de mayor aridez. Sin embargo, sus estrechas afinidades florísticas permiten reunir a ambos sectores, Altiplano y Puna, en una sola subregión vegetacional.

El Área de Estudio se inserta en dos Formaciones Vegetacionales, denominadas como la “Estepa desértica de los salares andinos” y la del “Desierto altoandino del Ojos del Salado”. En la Figura 2 se detalla la disposición de estas formaciones, donde se muestran otras formaciones contiguas, las que entregan contexto para el Área de Estudio.

#### *Estepa desértica de los salares andinos*

Formación vegetal que se encuentra ubicada en la Cordillera de los Andes, en el sur de Antofagasta y en el norte de Atacama, cubriendo un amplio territorio en que el paisaje está dominado por la presencia de los grandes salares andinos. Su fisionomía es netamente desértica, con una vegetación muy rala, que sólo en lugares especialmente favorables alcanza una cierta densidad.

Para esta formación, Gajardo (1994) declara las siguientes especies representativas, acompañantes y comunes, junto a su nombre común:

- Especie representativas: *Adesmia hystrix*, “jarilla”.
- Especies acompañantes: *Acaena magellanica*, “cadillo”; *Chaetanthera chilensis*; *Ephedra americana* “pingopingo”; *Jaborosa caulescens*; *Juncus balticus* “junquillo”.
- Especies comunes: *Astragalus bustillosii*, “garbanzo silvestre”; *Atriplex deserticola*, “cachiyuyo”; *Fabiana imbricata* “pichi romero”; *Hordeum comosum* “ratonera”; *Nicotiana corymbosa* “tabaco cimarrón”; *Maihueniopsis ovata* “chapín”; *Senecio santeliciis*.

- Las comunidades típicas definidas para este ambiente son las siguientes:

*Atriplex deserticola* - *Lycium minutifolium*: agrupación vegetal característica del desierto, que se ubica de preferencia en sectores de aguas salinas.

*Fabiana bryoides* - *Parastrephia lepidophylla*: comunidad típica del desierto andino, que se encuentra de preferencia en sectores aluviales y cerca de las aguadas.

*Atriplex imbricata* - *Cristaria andicola*.

*Atriplex atacamensis* - *Tessaria absinthioides*.

### *Desierto Altoandino del Ojos del Salado*

Ambiente de gran altitud, en su mayor parte sobre los 5.000 m, lo que señala generalmente el límite de la vegetación en esta latitud. Por su extensión relativa y su probable interés florístico, es incluido como formación vegetal, aunque solamente se cuente con indicaciones indirectas de su vegetación (Gajardo, 1994).

Como única comunidad característica de esta formación, el autor señala a la siguiente especie:

- *Stipa chrysophylla*: comunidad que penetra en los sectores de menor altitud de esta formación.

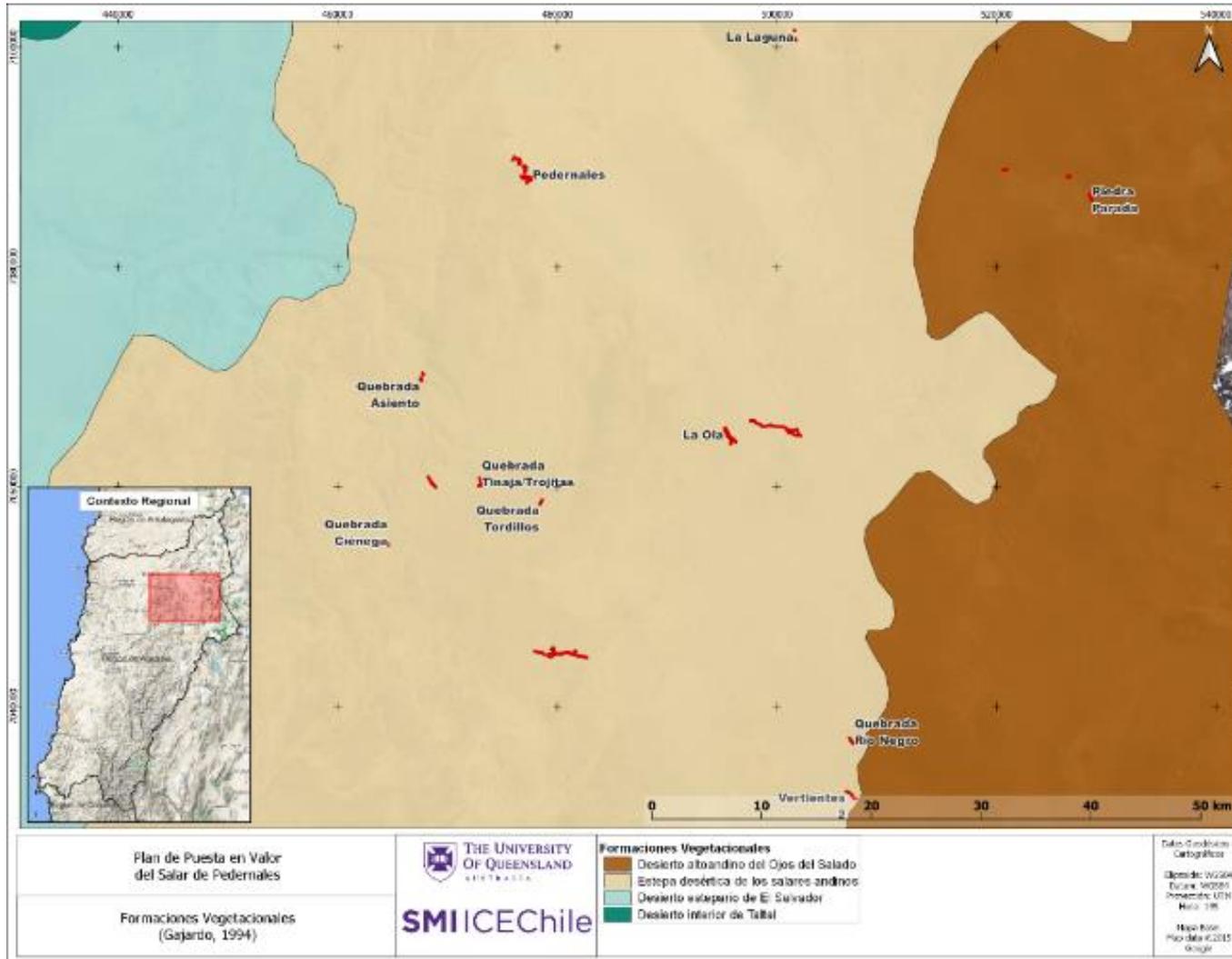


Figura 2. Formaciones Vegetacionales (Gajardo, 1994).

### 3.4.1.2 Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019)

Los humedales del Área de Estudio se encuentran en tres pisos vegetacionales: el Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata*, el Herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis* y en un sector denominado como Sin Vegetación.

Estos pisos vegetacionales presentan en su definición formaciones vegetacionales que presentan distribución local, denominadas unidades intrazonales, las cuales se integran como parte de la heterogeneidad del piso y se registran espacialmente dentro de los pisos mencionados. Estas unidades obedecen a condiciones del terreno particulares. Estas unidades intrazonales son la unidad intrazonal denominadas Matorral desértico ripario, Tuberas alcalinas (Bofedales), Pastizal alto ripario y las Comunidades herbáceas riparias.

A continuación, se describen los pisos y unidades intrazonales descritas para el Área de Estudio y en la Figura 3 se detalla la disposición de estos pisos vegetacionales, donde se muestran otros pisos contiguos que entregan contexto para el Área de Estudio.

#### *Piso vegetacional Matorral bajo desértico tropical andino de Atriplex imbricata*

Se ubica en la zona precordillerana andina de la región de Atacama, en un rango altitudinal que va de los 1.500 m a los 3.800 m.s.n.m., y corresponde a un matorral abierto, pobre en especies, dominado casi exclusivamente por *Atriplex imbricata*, y acompañado por algunos elementos propios del piso altitudinal superior, como *Cristaria andicola* y *Adesmia hystrix*. También están presentes fuertes influencias desérticas que se manifiestan en la presencia ocasional de *Adesmia atacamensis* y *Argylia tomentosa*. Existen muy pocos datos directos de terreno publicados y gran parte de la información que se posee se basa en el trabajo de Rudolfo Philippi (Luebert y Pliscoff, 2019).

- Las comunidades zonales identificadas en este piso corresponden a las de *Atriplex microphylla* y *Atriplex imbricata* - *Cristaria andicola*.
- Este piso presenta como unidad de vegetación intrazonal al Matorral desértico ripario.
- Como composición florística para este piso, Luebert y Pliscoff (2019) definen las siguientes especies: *Adesmia atacamensis*, *A. hystrix*, *Argylia tomentosa*, *Atriplex imbricata*, *Cristaria andicola*, *Ephedra breana* y *Malesherbia lactea*.

### *Piso vegetacional Herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis**

Este piso corresponde un herbazal de altitud, formación dominada por plantas herbáceas, generalmente arrosetadas, donde la cobertura total de la vegetación es muy baja debido a las condiciones térmicas extremas. Las plantas, que son capaces de sobrevivir el invierno bajo la nieve, se encuentran usualmente en situaciones microclimáticamente favorables. Esta formación define el límite altitudinal de la vegetación en las áreas donde ocurre, y se distribuye ampliamente a lo largo de la cordillera de los Andes, por lo que su variabilidad florística es relativamente amplia.

Particularmente, este piso vegetacional está ubicado en las partes altas de la cordillera de los Andes de las regiones de Atacama y sur de Antofagasta y norte de Coquimbo, sobre 4.000 m. Corresponde a un desierto de altura muy abierto, donde solo se encuentran algunas plantas herbáceas, generalmente en roseta, que crecen entre las rocas, donde las condiciones de humedad y temperatura son más favorables que en los sectores expuestos al efecto desecante del viento y la baja temperatura del aire.

- La especie más característica de este piso de vegetación es *Chaetanthera sphaeroidalis*.
- Las Comunidades zonales características de este piso son las de: *Adesmia subterranea* - *Stipa frigida* - *Chaetanthera sphaeroidalis*, *Nototricho auricomae* - *Chaetantheretum sphaeroidalis*, Tundra de *Chaetanthera sphaeroidalis*.
- Como unidad intrazonal, este piso presenta a las denominadas Turberas alcalinas (bofedales), a definirse más adelante.
- Su composición florística registra las siguientes especies: *Adesmia capitellata*, *A. spuma*, *Chaetanthera pulvinata*, *C. sphaeroidalis*, *Jarava frigida*, *Junellia uniflora*, *Lenzia chamaepitys*, *Nototriche auricoma*, *N. compacta*, *N. hillii*, *Senecio pissisii*, *S. socompa*, *S. sundtii*, *S. volckmannii*.

### *Unidad intrazonal Matorral desértico ripario*

El Matorral desértico ripario corresponde a vegetación arbustiva desértica localizada a lo largo de cursos de agua, generalmente intermitentes, donde las especies dominantes son diferentes a las de la vegetación zonal, sin dejar de poseer un carácter xeromórfico. Se han incluido aquí comunidades dominadas por arbustos del género *Nolana* reportados para quebradas costeras del Desierto de Atacama, así como comunidades interiores donde pueden dominar *Atriplex atacamensis*, *Tessaria absinthioides* o *Pleocarphus revolutus*. Estas últimas pueden estar asociadas a altos niveles de salinidad en el suelo, por lo que también podrían ser incorporadas dentro de la vegetación halófila.

- Las comunidades descritas para esta unidad son: *Atriplex atacamensis* - *Tessaria absinthioides*. *Tessaria absinthioides* - *Distichlis spicata*, *Tessaria absinthioides* - *Pleocarphus revolutus*, Tipo *Pleocarphus revolutus*.

### *Unidad intrazonal Turberas alcalinas (Bofedales)*

Las turberas alcalinas o bofedales comprenden varias comunidades de distribución altoandina que pueden cubrir vastas extensiones de terrenos anegados donde se acumula materia orgánica y se encuentra un pH básico. Están generalmente dominadas por Juncáceas que forman cojines, entre los que crecen otras especies, generalmente gramíneas. La presencia de *Oxychloë andina* caracteriza los bofedales a lo largo de su distribución geográfica. El gradiente local de humedad determina cambios en la dominancia y composición de las comunidades. Muchas de estas variaciones han sido descritas en la literatura como comunidades distintas que se segregan localmente.

En su rango de distribución pueden reconocerse dos grandes unidades regionales. Una presente en los Andes tropicales (Puna), donde *Oxychloë andina* se ve constantemente acompañado por *Festuca rigescens* y donde también pueden ser importantes las especies del género *Distichia*. La otra está presente en los Andes mediterráneos y está caracterizada por la presencia de *Patosia clandestina*.

### *Unidad intrazonal vegetación de salares andinos*

La vegetación halófila corresponde a comunidades localizadas en lugares donde la elevada salinidad es el principal factor determinante de la composición y estructura de la vegetación. Esto ocurre en diversas situaciones, particularmente en salares, márgenes lacustres y estuario.

Corresponde a un complejo de comunidades vegetales que se encuentran asociadas a los salares altoandinos del norte de Chile. Las áreas vegetadas se encuentran generalmente en los márgenes de los salares o en las cercanías de lagunas interiores.

Las formas de vida dominantes son herbáceas y arbustos bajos almohadillados, acompañadas por plantas de aspecto graminoide (ciperáceas, gramíneas y juncáceas), las que en algunas situaciones se hacen dominantes. En extensas zonas dentro de los salares la salinidad es demasiado elevada y no se presenta cobertura vegetal. Esta unidad incluye a las comunidades: *Puccinellia frigida* - *Sarcocornia pulvinata*, *Sarcocornia pulvinata* - *Puccinellia frigida*, *Scirpus atacamensis* - *Festuca deserticola*, Bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis*, Llaretillar de *Frankenia triandra*, Llaretillar de *Sarcocornia pulvinata*, Tolar hídrico de *Parastrephia lucida*, Vegetación azonal de bofedales.

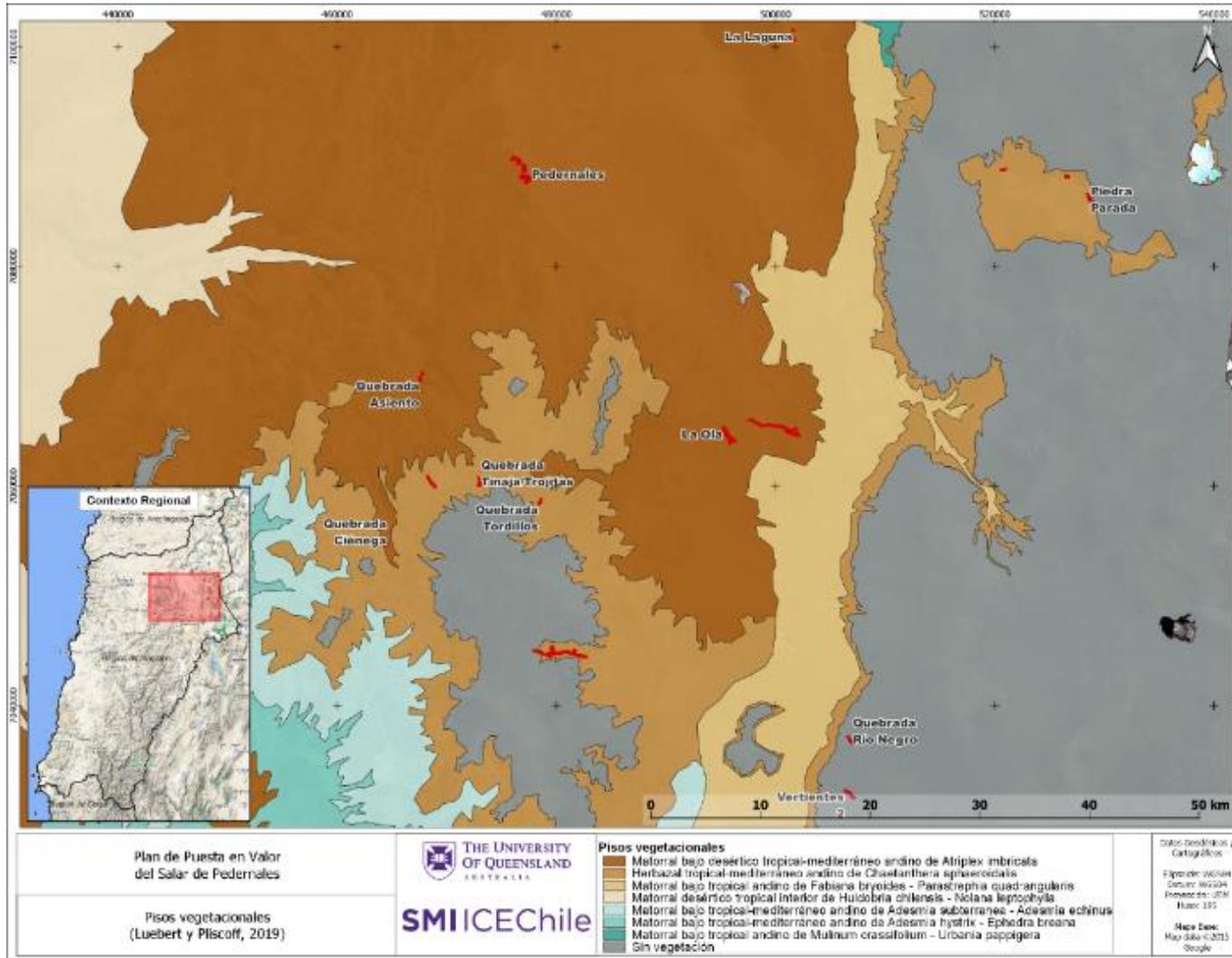


Figura 3. Pisos vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2019).

### 3.4.2 Caracterización de la vegetación

#### 3.4.2.1 Descripción de las comunidades vegetacionales por Humedal

La Tabla 6 muestra las comunidades vegetacionales registradas en cada humedal, detallando el tipo de cobertura identificada y la superficie de vegetación observada de cada comunidad, junto a su proporción en relación con la superficie del Área de Estudio definida para cada humedal.

Tabla 6. Comunidades vegetacionales identificadas por humedal.

| Humedal                      | Tipo de cobertura              | Comunidad vegetacional   | Superficie (ha) | Proporción superficie |
|------------------------------|--------------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Salar de Pedernales          | Vegetación                     | Vega salina de <i>Triglochin concinna</i>                            | 12,89           | 34,39%                |
|                              |                                | Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>                            | 7,09            | 18,91%                |
|                              | Otros usos                     | Cuerpo de agua   | 2,77            | 7,40%                 |
|                              | Sin información                |  | 14,73           | 39,30%                |
| Total Salar de Pedernales    |                                |  | 37,48           | 100,00%               |
| Salar de Piedra Parada       | Vegetación                     | Vega salina de <i>Deyeuxia eminens var fulva</i>                     | 0,56            | 6,64%                 |
|                              |                                | Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>                            | 3,05            | 36,27%                |
|                              |                                | Vega salina de <i>Zameioscirpus atacamensis, Puccinellia frigida</i> | 0,74            | 8,82%                 |
|                              | Zona desprovista de vegetación | Zona sin vegetación  | 0,67            | 7,90%                 |
|                              | Sin información                |  | 3,40            | 40,37%                |
| Total Salar de Piedra Parada |                                |  | 8,42            | 100,00%               |
| Salar La Laguna              | Vegetación                     | Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>                   | 0,08            | 15,76%                |
|                              |                                | Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>                            | 0,27            | 54,39%                |
|                              | Sin información                |  | 0,15            | 29,85%                |
| Total Salar La Laguna        |                                |  | 0,49            | 100,00%               |
| Ciénaga                      | Vegetación                     | Vega de <i>Puccinellia frigida</i>                                   | 0,17            | 28,65%                |
|                              |                                | Vegetación zonal   | 0,17            | 27,45%                |
|                              | Vegetación muerta              | Vegetación muerta  | 0,27            | 43,90%                |
| Total Ciénaga                |                                |  | 0,60            | 100,00%               |
| Pastos Largos                | Vegetación                     | Bofedal de <i>Oxychloë andina</i>                                    | 0,37            | 0,88%                 |

| Humedal                      | Tipo de cobertura              | Comunidad vegetacional  | Superficie (ha) | Proporción superficie |
|------------------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------------------|
|                              |                                | Bofedal pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> var <i>fulva</i> , <i>Deyeuxia velutina</i> , <i>Oxychloë andina</i> | 13,33           | 31,65%                |
|                              |                                | Vegetación zonal  | 8,85            | 21,01%                |
|                              | Vegetación muerta              | Vegetación muerta   | 11,31           | 26,86%                |
|                              | Sin información                |   | 8,25            | 19,59%                |
| Total Pastos largos          |                                |   | 42,10           | 100,00%               |
| Río negro                    | Vegetación                     | Bofedal de <i>Oxychloë andina</i>   | 0,38            | 12,72%                |
|                              |                                | Bofedal pajonal hídrico de <i>Oxychloë andina</i> , <i>Deyeuxia velutina</i>  | 1,80            | 60,64%                |
|                              |                                | Matorral de <i>Adesmia echinus</i>  | 0,46            | 15,48%                |
|                              |                                | Vegetación zonal  | 0,33            | 11,17%                |
| Total Río negro              |                                |   | 2,97            | 100,00%               |
| Tinajas/Trojitas             | Vegetación                     | Pajonal vega de <i>Festuca</i> cf. <i>nardifolia</i> , <i>Scirpus</i> sp.   | 0,28            | 46,75%                |
|                              | Zona desprovista de vegetación | Zona sin vegetación   | 0,32            | 53,25%                |
| Total Tinajas/Trojitas       |                                |   | 0,59            | 100,00%               |
| Tordillo                     | Vegetación                     | Pajonal vega de <i>Festuca</i> cf. <i>nardifolia</i> , <i>Scirpus</i> sp.   | 0,77            | 79,99%                |
|                              | Zona desprovista de vegetación | Zona sin vegetación   | 0,19            | 20,01%                |
| Total Tordillo               |                                |   | 0,96            | 100,00%               |
| El Colorado                  | Vegetación                     | Vegetación zonal  | 2,33            | 36,83%                |
|                              | Vegetación muerta              | Vegetación muerta   | 4,00            | 63,17%                |
| Total El Colorado            |                                |   | 6,34            | 100,00%               |
| Vertiente 2 (Cerros Nevados) | Vegetación                     | Bofedal vega salina de <i>Carex vallis-pulchrae</i> , <i>Deyeuxia eminens</i> var <i>fulva</i> , <i>Oxychloë andina</i> | 1,89            | 51,05%                |
|                              |                                | Vegetación zonal  | 1,14            | 30,62%                |

| Humedal                            | Tipo de cobertura              | Comunidad vegetacional   | Superficie (ha) | Proporción superficie |
|------------------------------------|--------------------------------|--|-----------------|-----------------------|
|                                    |                                | Sin información  | 0,68            | 18,33%                |
| Total Vertiente 2 (Cerros Nevados) |                                |  | 3,71            | 100,00%               |
| La Ola                             | Vegetación                     | Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia velutina</i>  | 20,41           | 80,12%                |
|                                    |                                | Vegetación zonal   | 0,01            | 0,02%                 |
|                                    | Zona desprovista de vegetación | Zona sin vegetación  | 0,11            | 0,45%                 |
|                                    | Sin información                |  | 4,94            | 19,41%                |
| Total La Ola                       |                                |  | 25,47           | 100,00%               |
|                                    |                                | Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> var <i>fulva</i> , <i>Deyeuxia velutina</i> | 39,43           | 85,32%                |
|                                    |                                | Vegetación zonal   | 3,05            | 6,61%                 |
|                                    | Otros usos                     | Cuerpo de agua   | 0,14            | 0,29%                 |
|                                    | Sin información                |  | 3,59            | 7,77%                 |
| Total Leoncito                     |                                |  | 46,22           | 100,00%               |
| Asiento                            | Vegetación                     | Herbazal de <i>Acaena magellanica</i>  | 0,68            | 24,17%                |
|                                    |                                | Matorral de <i>Atriplex retusa</i>   | 0,50            | 18,02%                |
|                                    |                                | Vegetación zonal   | 0,02            | 0,79%                 |
|                                    | Otros usos                     | Camino   | 0,15            | 5,48%                 |
|                                    | Sin información                |  | 1,44            | 51,54%                |
| Total Asiento                      |                                |  | 2,80            | 100,00%               |
| Total general                      |                                |  | <b>178,16</b>   | <b>100,00%</b>        |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se describen las comunidades identificadas en cada humedal.

### 3.4.2.2 Salar de Pedernales

Las comunidades de vegetación azonal identificadas en el Salar de Pedernales se muestran en la Figura 4. Estas corresponden a las vegas salinas de *Triglochin concinna* (Figura 5) y de *Puccinellia frígida* (Figura 6), ubicadas en el borde Sureste del cuerpo del salar, aledañas al curso de agua que desciende de este hacia el Sur. Estas comunidades, en general, se encuentran parcialmente inundadas y presentan abundante sal en superficie. No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.

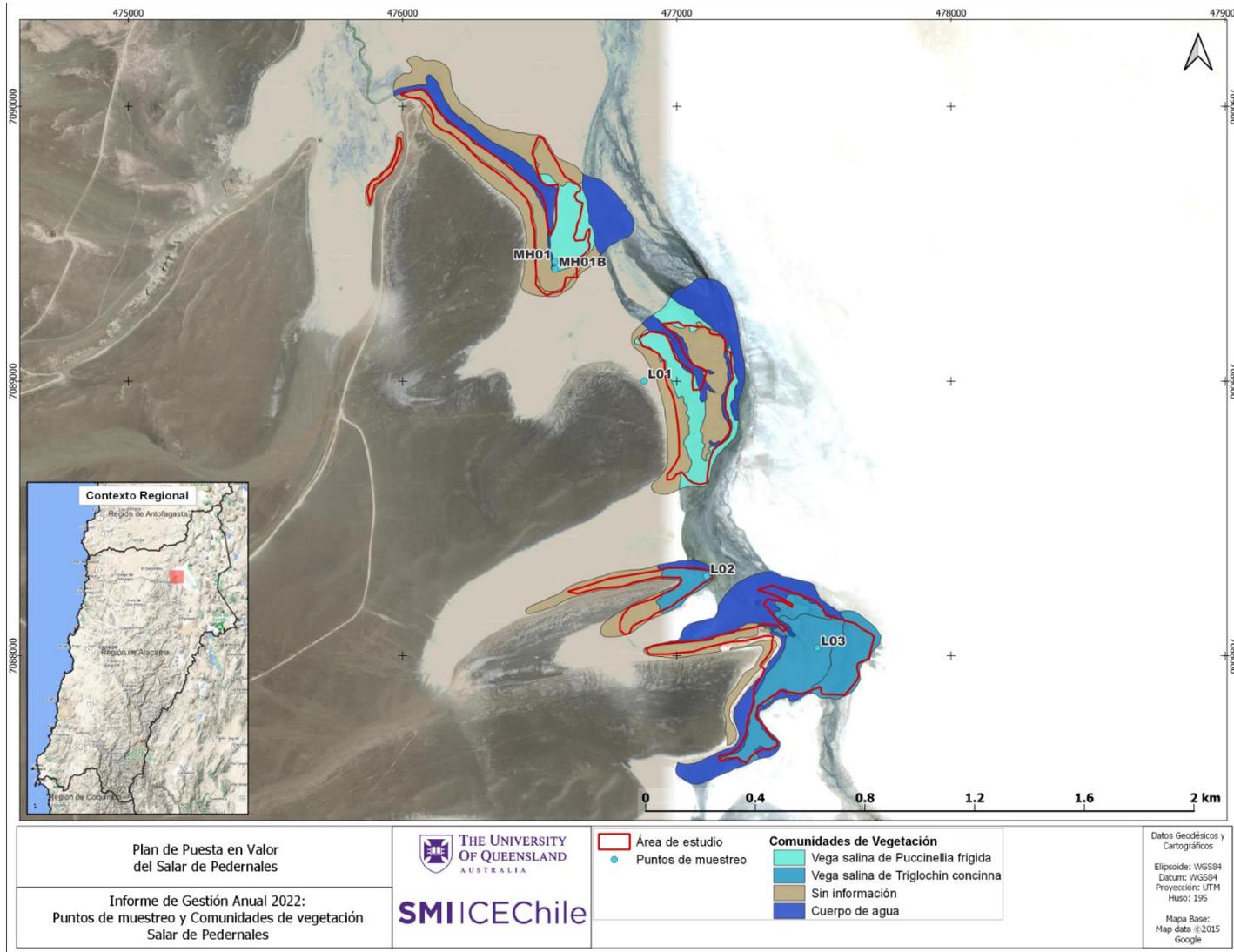


Figura 4. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Pedernales.

### *Vega salina de Triglochin concinna*

Esta comunidad está dominada por la especie *T. concinna* y puede presentar como codominantes a las especies *Phylloscirpus acaulis* o *P. frigida*. Su altura no supera los 25 cm, y presenta coberturas que van de muy abiertas a densas, de 10% al 90%, a la vez que la cobertura de agua puede llegar al 50%. Presenta abundante sal en superficie (Figura 5).

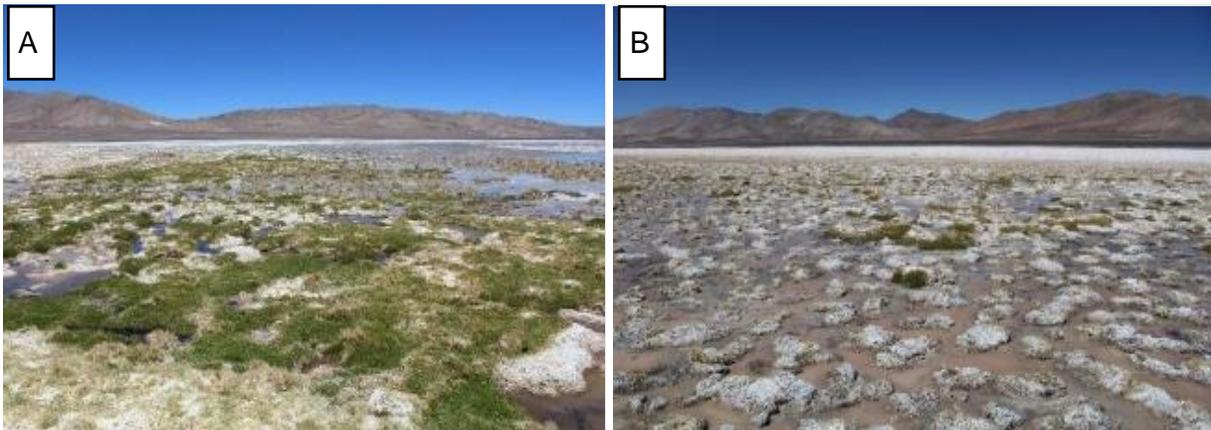


Figura 5. Vistas hacia Bofedal salino de *Triglochin concinna* (A y B).

### *Vega salina de Puccinellia frigida*

Corresponde a comunidades dominadas por la especie *P. frigida*, formando cojines de vegetación. Puede presentar las especies codominantes *T. concinna* y *Zameioscirpus atacamensis*.

Su cobertura varía entre muy abierta a abierta (10%-50%), con afloramientos salinos que pueden superar el 25%, y alturas no mayores a los 25 cm (Figura 6).

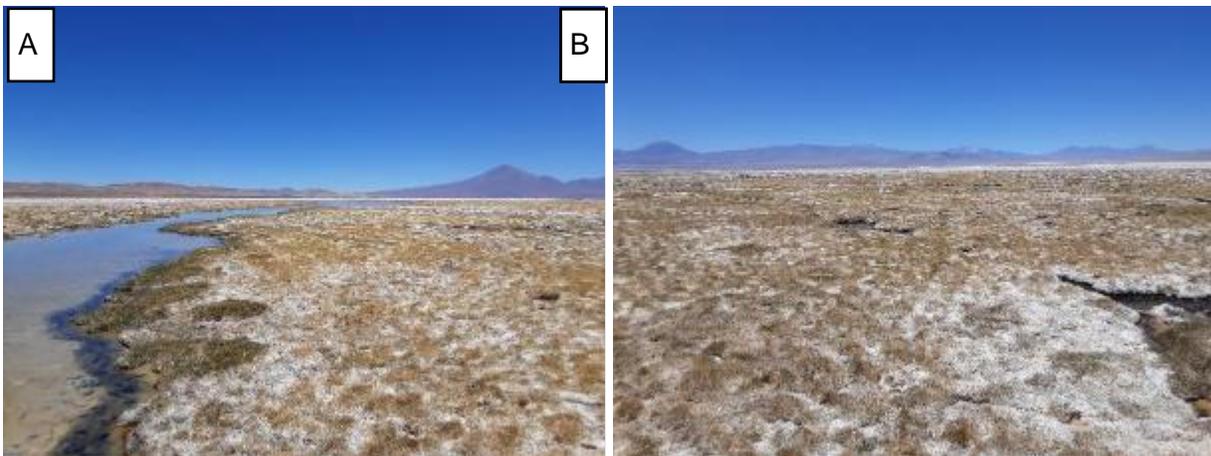


Figura 6. Vistas hacia Vega salina de *Puccinellia frigida* (A y B).

### 3.4.2.3 Salar la Laguna

Salar de pequeña superficie ubicado al Este del Salar de Pedernales, inserto en la Cordillera Claudio Gay, y caracterizado por una laguna de color turquesa ubicada en su borde Suroeste. Tal como muestra la Figura 7, el salar presenta solo dos pequeñas unidades de vegetación identificadas, asociadas a la laguna, y que constituyen dos comunidades identificadas como el bofedal salino de *Z. atacamensis* (Figura 8) y la vega salina de *P. frigida* (Figura 9). No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.

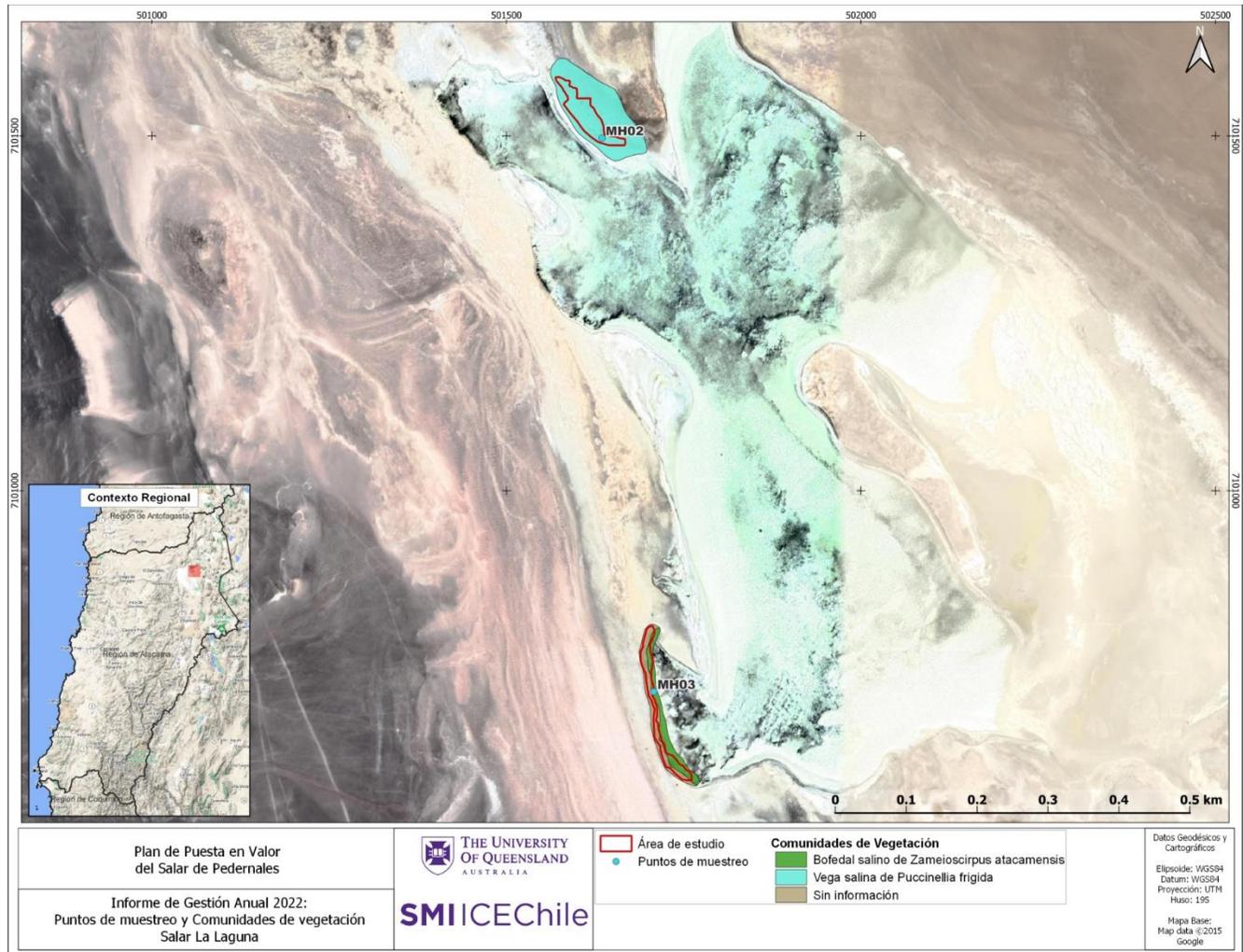


Figura 7. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar La Laguna.

### *Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis*

Este bofedal se extiende de manera discontinua por unos 250 m por el borde de la laguna, con un ancho variable, no mayor a 5 m. Presenta formas de cojines semiglobosos constituidos por la especie *Z. atacamensis*. Está acompañada por *Ruppia filifolia*, especie acuática. La altura de la comunidad no supera los 25 cm, y presenta una cobertura que se mueve entre el 10% y el 25%. En algunos sectores presentan abundante sal en superficie, incluso cubriendo algunos cojines de la especie (Figura 8).

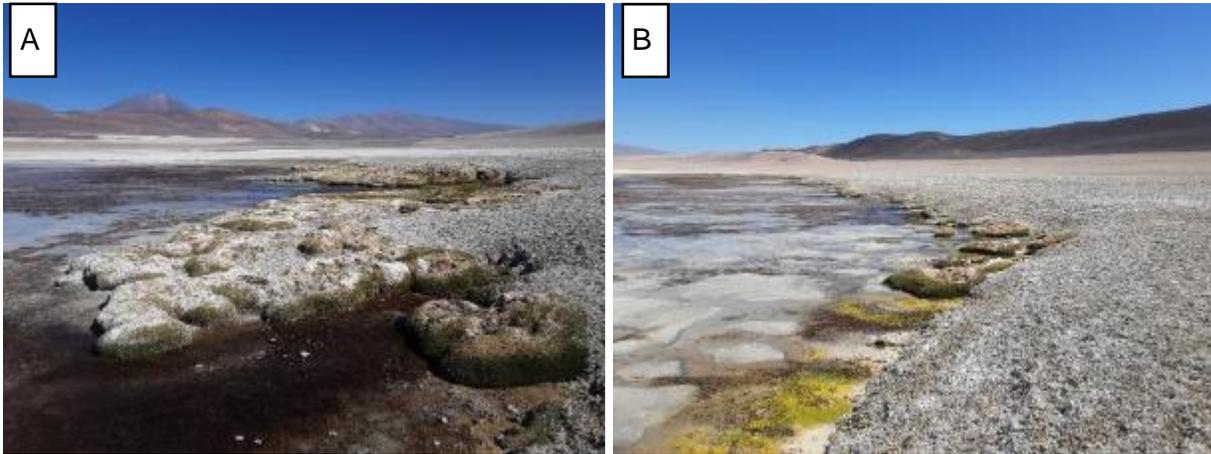


Figura 8. Vistas hacia Bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis* (A y B)

### *Vega salina de Puccinellia frigida*

Esta vega es dominada exclusivamente por *P. frigida*, especie que forma un césped de cobertura muy abierta, no mayor al 25%, y alturas menores a los 5 cm. Presenta afloramiento salino en superficie que supera el 50% de cubrimiento (Figura 9). Si bien se encuentra al borde de la laguna, no presenta agua en superficie, ya que se ubica en un sector más elevado.

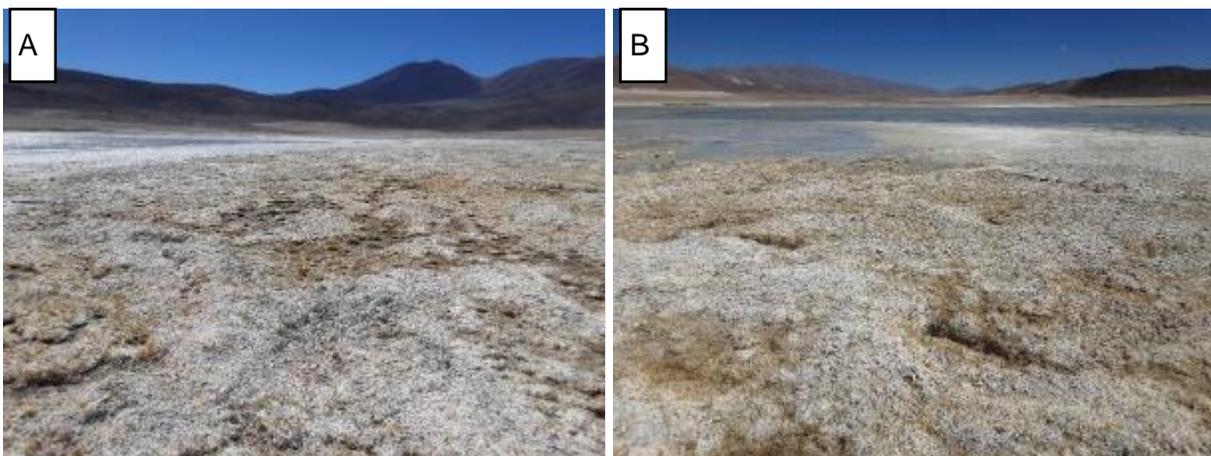


Figura 9. Vistas hacia Vega salina de *Puccinellia frigida* (A y B).

### 3.4.2.4 Salar de Piedra Parada

El salar de Piedra Parada se ubica en el borde Este de la Cordillera Claudio Gay, a unos 25 km del Salar de Pedernales. El salar presenta diversos espejos de agua, cuerpos a los que se asocian las comunidades de vegetación identificadas como vega salina de *Deyeuxia eminens* var *fulva*, vega salina de *P. frigida* y vega salina de *Z. atacamensis* y *P. frigida* (Figura 10), comunidades donde también se registran abundantes afloramientos salinos sobre la superficie de las plantas y alrededor de estas (Figura 11, Figura 12 y Figura 13). No se registran intervenciones antrópicas en estas comunidades.

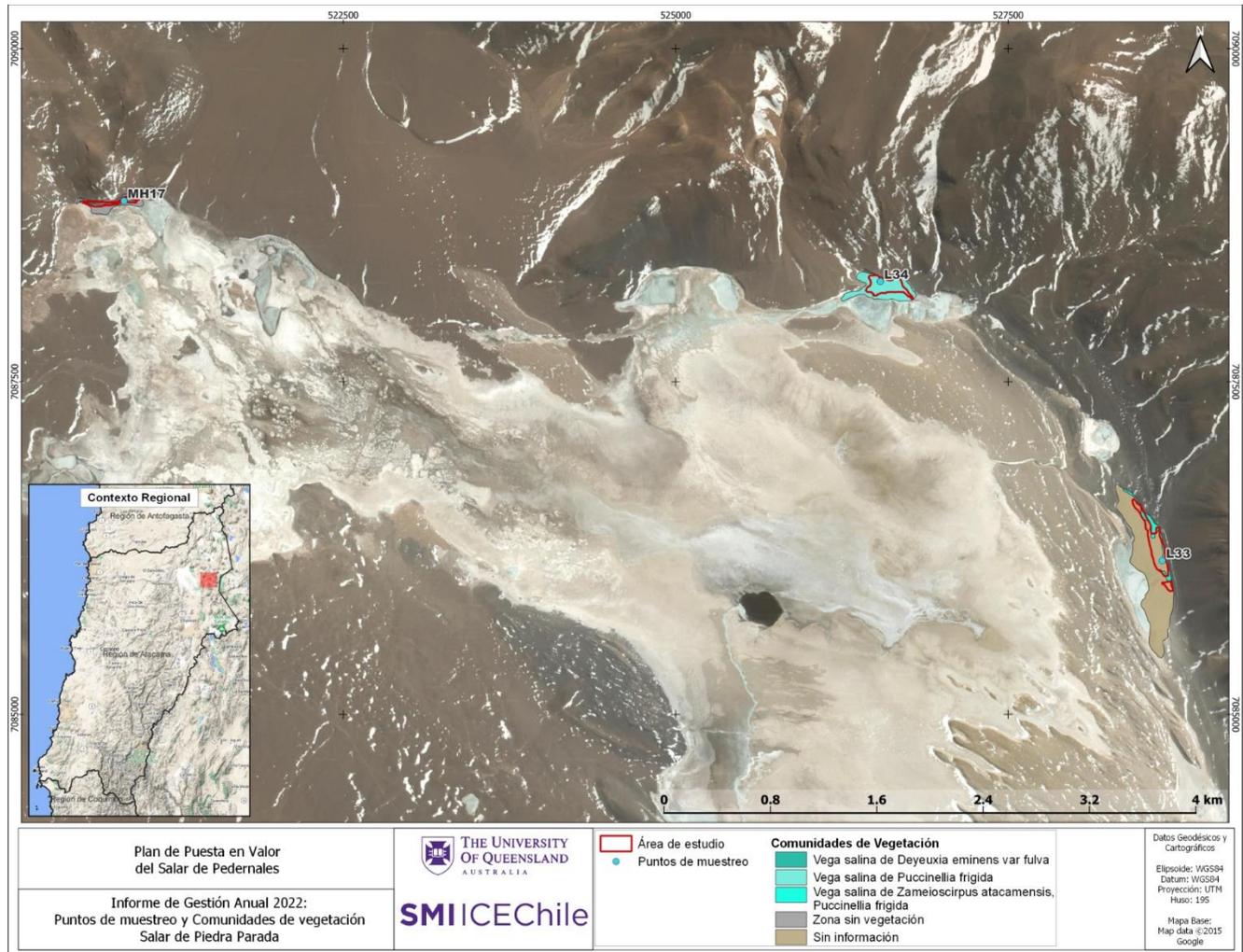


Figura 10. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en el Salar de Piedra Parada.

### *Vega salina de Deyeuxia eminens var fulva*

Esta comunidad presenta como especie dominante exclusiva a *Deyeuxia eminens* var. *fulva*. Registra alturas menores a los 5 cm y coberturas semidensas, entre el 50% y el 75%. La especie forma cojines rodeados de agua, con coberturas entre el 25% y 50%, y abundante sal en superficie (Figura 11).

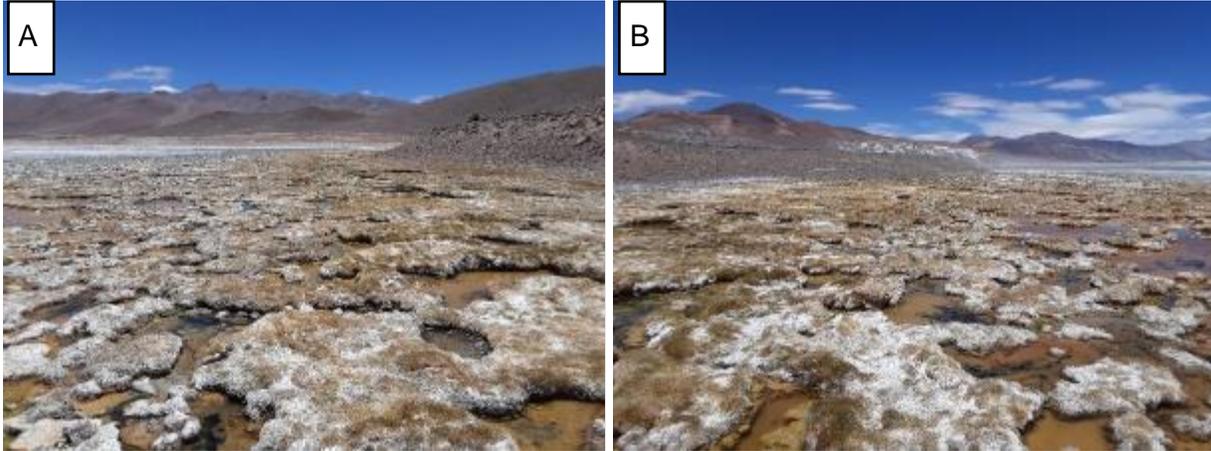


Figura 11. Vistas hacia Vega salina de *Deyeuxia eminens* var *fulva* (A y B).

### *Vega salina de Puccinellia frigida*

Esta vega está dominada por la especie *P. frigida*, y puede estar acompañada por las especies *T. concinna* y *Z. atacamensis*. Presenta coberturas entre el 10% y 50%, de muy abierta a abierta, y alturas de hasta 25 cm. Se ubica en la ribera nororiente del salar donde se observa gran parte de la superficie cubierta de agua (puede llegar al 50%). También presenta abundante sal en superficie (Figura 12).

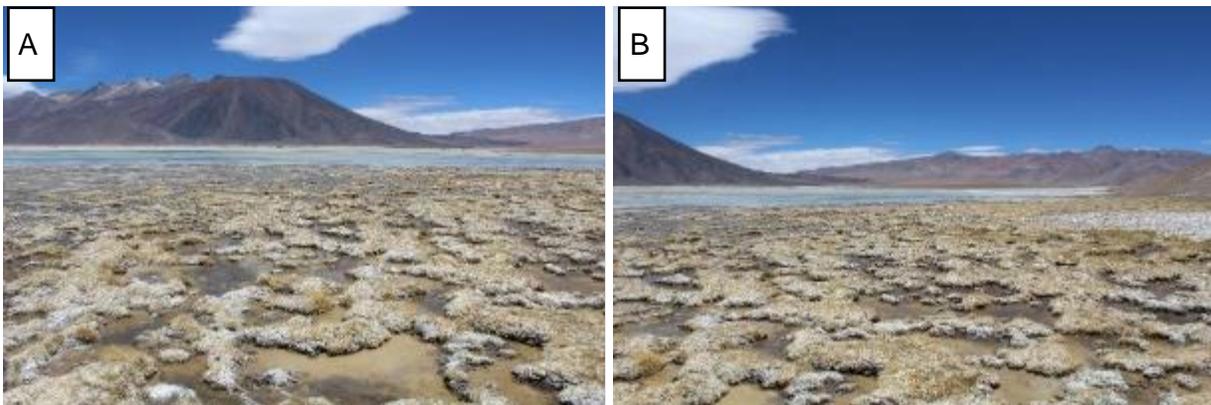


Figura 12. Vistas hacia Vega salina de *Puccinellia frigida* (A y B).

### *Vega salina de Zameioscirpus atacamensis y Puccinellia frigida*

Comunidad de vega que recorre la ribera oriente del salar, dominada por las especies *Z. atacamensis* y *P. frigida*. Posee una cobertura escasa, menor al 10%, y alturas que no superan los 25 cm. Presenta

como especies acompañantes a *P. acaulis* y *T. concinna*. Presenta afloramiento salino que alcanza el 25%, y se identifica la presencia de agua superficial. (Figura 13).

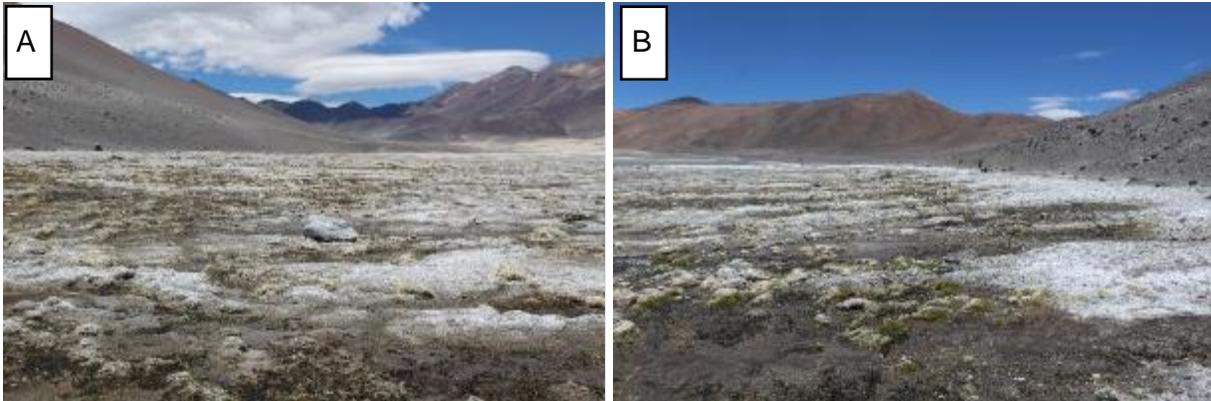


Figura 13. Vistas hacia Vega salina de *Zameioscirpus atacamensis* y *Puccinellia frigida* (A y B).

#### 3.4.2.5 Ciénaga

Corresponde a un sector definido por una quebrada abierta y plana, la que presenta vegetación azonal muy degradada. Se observan obras de drenaje en los sectores con vegetación muerta o muy escasa (Figura 16). Se registra solo una pequeña vega viva de *P. frigida* (Figura 14 y Figura 15).

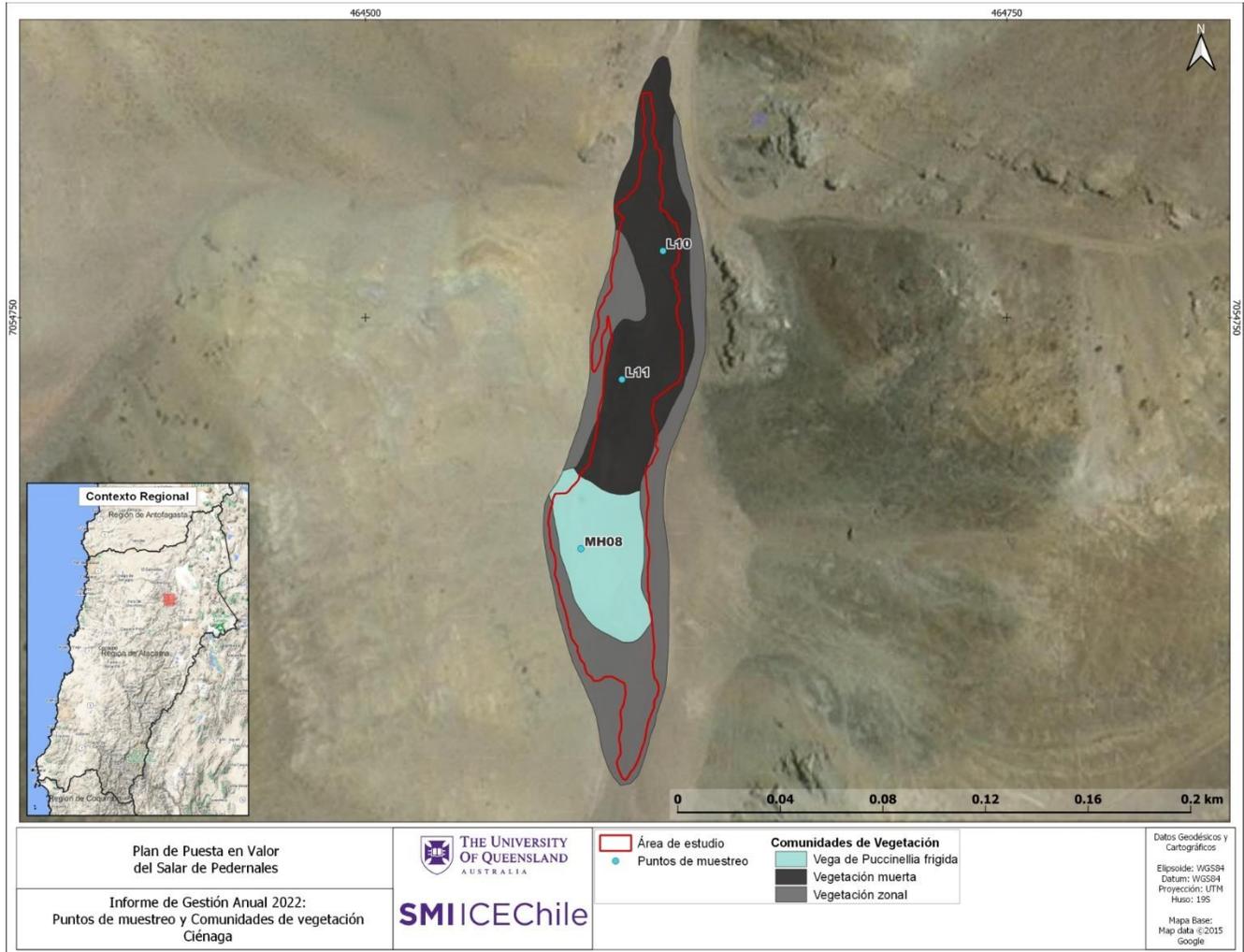


Figura 14. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Ciénaga.

### Vega salina de *Puccinellia frigida*

Vega con afloramiento salino, sin intervenciones antrópicas evidentes, dominada exclusivamente por *P. frigida*, con cobertura semidensa, entre 50% y 75% y alturas no mayores a 5 cm (Figura 15). Presenta una pequeña estructura de acumulación de agua al costado oeste de la vega.

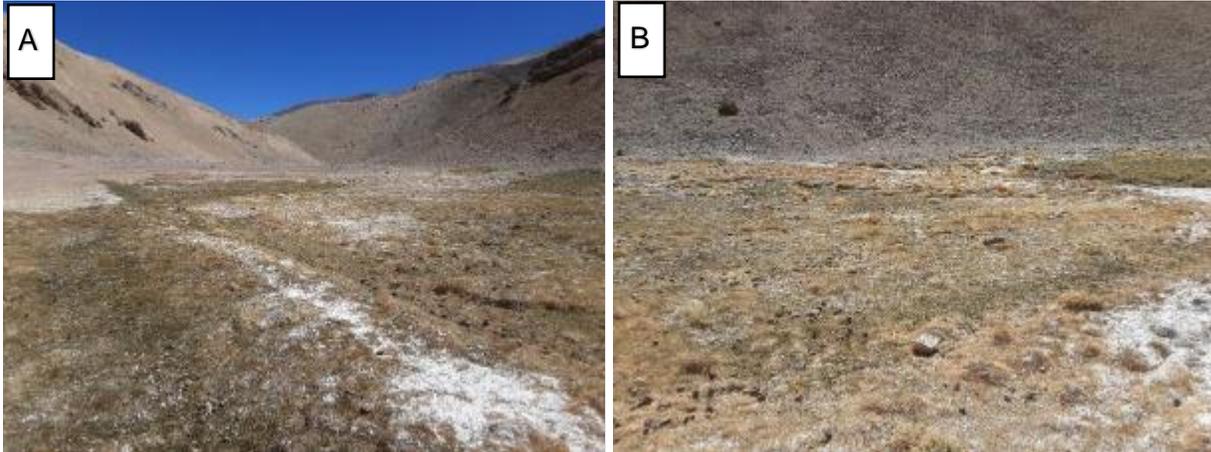


Figura 15. Vistas hacia Vega salina de *Puccinellia frigida* (A y B).

#### Vegetación muerta

Se registran sectores de vegetación muerta, con manchones de vegetación activa con la especie *P. frigida*, muy escasa, menor al 5%. Estos sectores presentan obras hidráulicas, que corresponden a zanjas de drenaje (Figura 16).

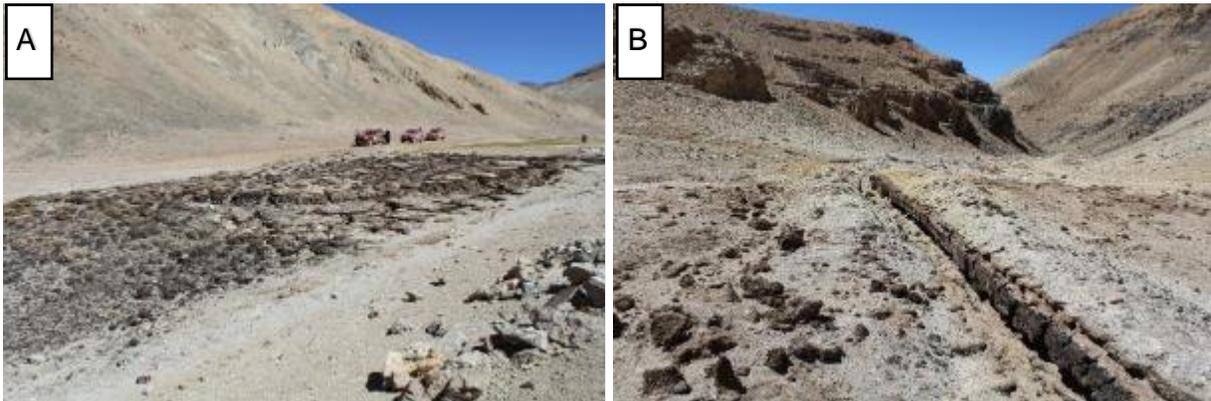


Figura 16. Vegetación muerta (A) y Zanja de drenaje (B).

### 3.4.2.6 Pastos Largos

Ubicado en el río Pastos Largos, que desciende desde el Este y desemboca en la cuenca del Salar de Pedernales, este humedal se extiende a lo largo de la quebrada por unos 5 km, y presenta numerosos y amplios sectores con vegetación muerta, principalmente en la zona más alta, al Este. En la quebrada también se evidencian antiguas zanjas de drenaje y tuberías de conducción de agua. La Figura 17 muestra la ubicación del humedal y sus comunidades vegetacionales características: el bofedal de *Oxychloë andina* (Figura 18) y el bofedal pajonal hídrico de *D. eminens* var *fulva*, *D. velutina* y *O. andina* (Figura 19), junto con una pequeña unidad, no cartografiable, de vega de *Festuca* cf. *nardifolia*.



Figura 17. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Pastos Largos.

#### Bofedal de *Oxychloë andina*

Bofedal dominado por la especie *O. andina*, y acompañada por las especies *D. eminens* var *fulva* y *Festuca* cf. *nardifolia*. Posee coberturas que varían del 10% al 75%, de muy abierta a semidensa. Sus alturas también son variables, encontrándose entre los 25 cm y 50 cm (Figura 18). Esta comunidad de

bofedal corresponde a pequeñas unidades de vegetación rodeadas de vegetación muerta, todo inserto en la misma matriz de vegetación, por lo que es probable que dicha vegetación muerta haya correspondido a la misma comunidad. En estos sectores muertos es posible distinguir antiguas zanjas de drenaje (Figura 18, C y D).

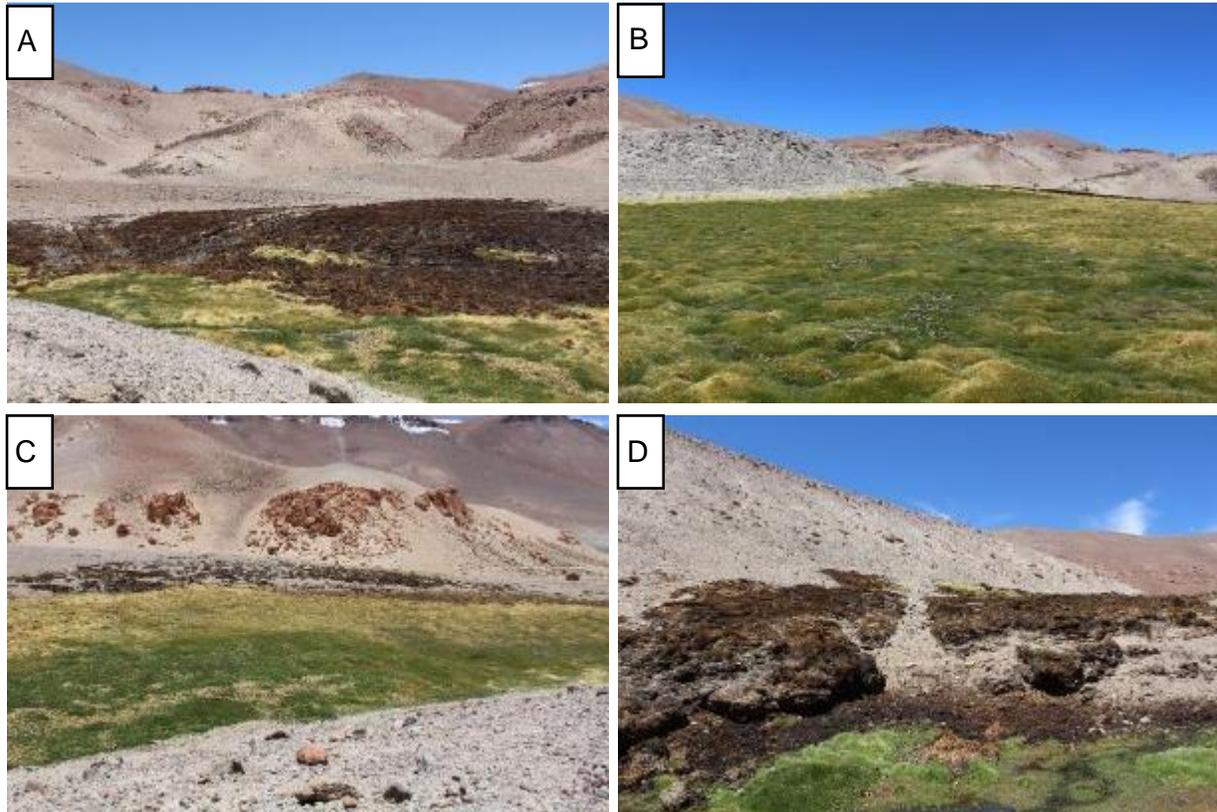


Figura 18. Vistas hacia Bofedal de *Oxychloë andina* (A y B). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (C y D).

*Bofedal Pajonal hídrico de Deyeuxia eminens var fulva, Deyeuxia velutina, Oxychloë andina*

Comunidad abundante en el humedal de Pastos Largos, con estructura de bofedal y pajonal hídrico, con afloramientos de agua ocasional, y con la dominancia variable de las especies *O. andina*, *D. eminens var fulva* y *D. velutina*. La cobertura de esta comunidad puede variar de muy abierta a muy densa, de 10% a sobre el 90%. Posee alturas que van de 25 cm a 50 cm (Figura 19, A, B y C). En algunos sectores se observan sobre la vegetación tuberías de conducción de agua (Figura 19, D).

Al igual que la comunidad anterior, también se registra vegetación muerta, donde se encuentran zanjas de drenaje (Figura 19, E y F).

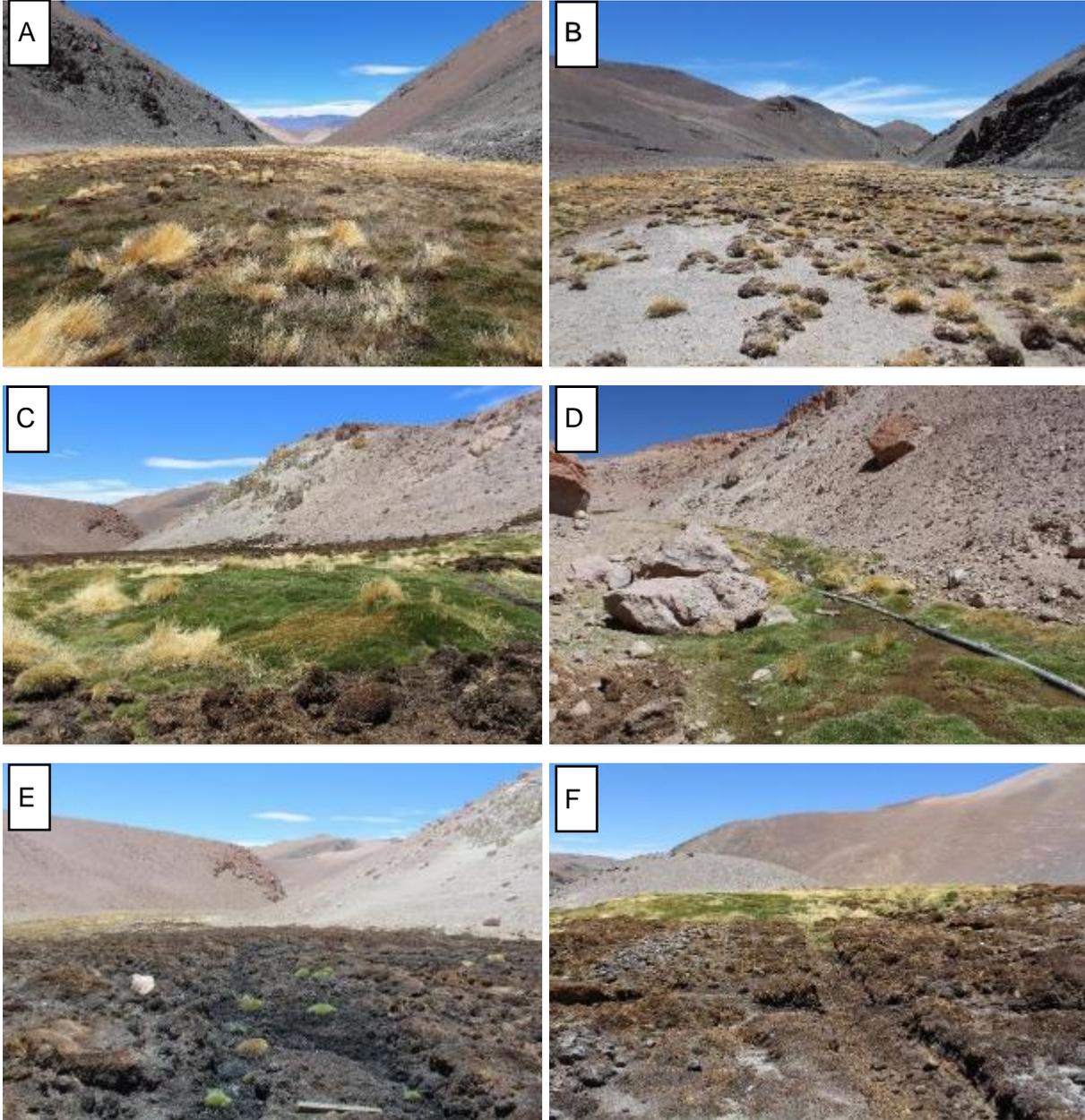


Figura 19. Bofedal Pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens var fulva*, *Deyeuxia velutina*, *Oxychloë andina* (A, B y C); Tuberías de conducción de agua sobre la comunidad de vegetación (D). Vegetación muerta y zanjas de drenaje insertas en la comunidad (E y F).

#### *Vega de Festuca cf. nardifolia*

Vega pequeña, no cartografiada, dominada por la especie *Festuca cf. nardifolia*, con cobertura semidensa (50%-75%) y alturas de hasta 50 cm. Se ubica en la zona más al Este del Área de Estudio, aislada y rodeada por zonas desprovistas de vegetación.

### Vegetación muerta

Unidades de vegetación muerta, donde no fue posible definir la antigua especie dominante debido a su deterioro. Estas unidades de vegetación se encuentran a lo largo de la quebrada de Pastos Largos, insertas en las comunidades descritas, o rodeándolas (Figura 20).

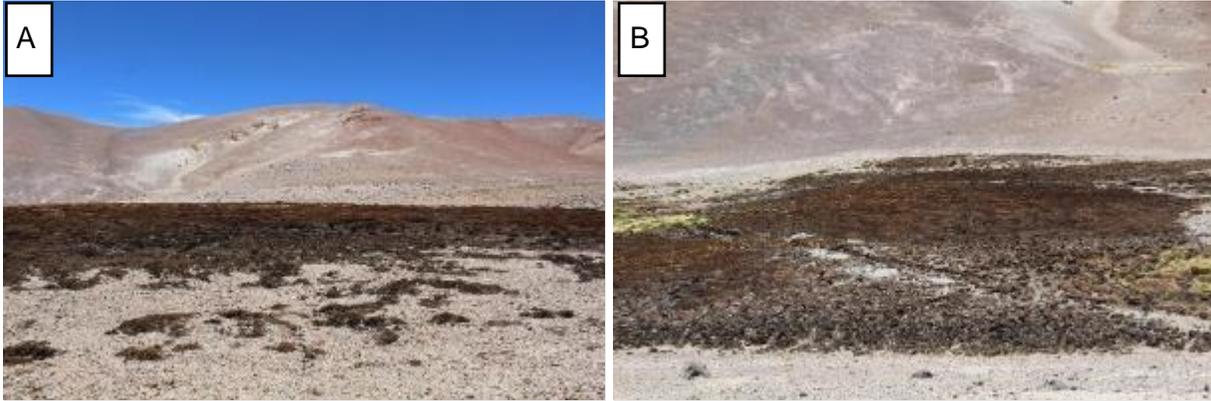


Figura 20. Vegetación muerta en el humedal de Pastos Largos (A y B).

#### 3.4.2.7 Río Negro

Este humedal está ubicado en el lecho de una quebrada rodeada por cerros bajos, que forman parte de la Cordillera Claudio Gay, en la cual se observan algunas estructuras de medición, captación y drenes en el sistema.

El humedal presenta tres comunidades bien definidas: el bofedal de *Oxychloë andina*, el bofedal pajonal hídrico de *O. andina* y *Deyeuxia velutina*, y el matorral de *Adesmia echinus* (Figura 21).

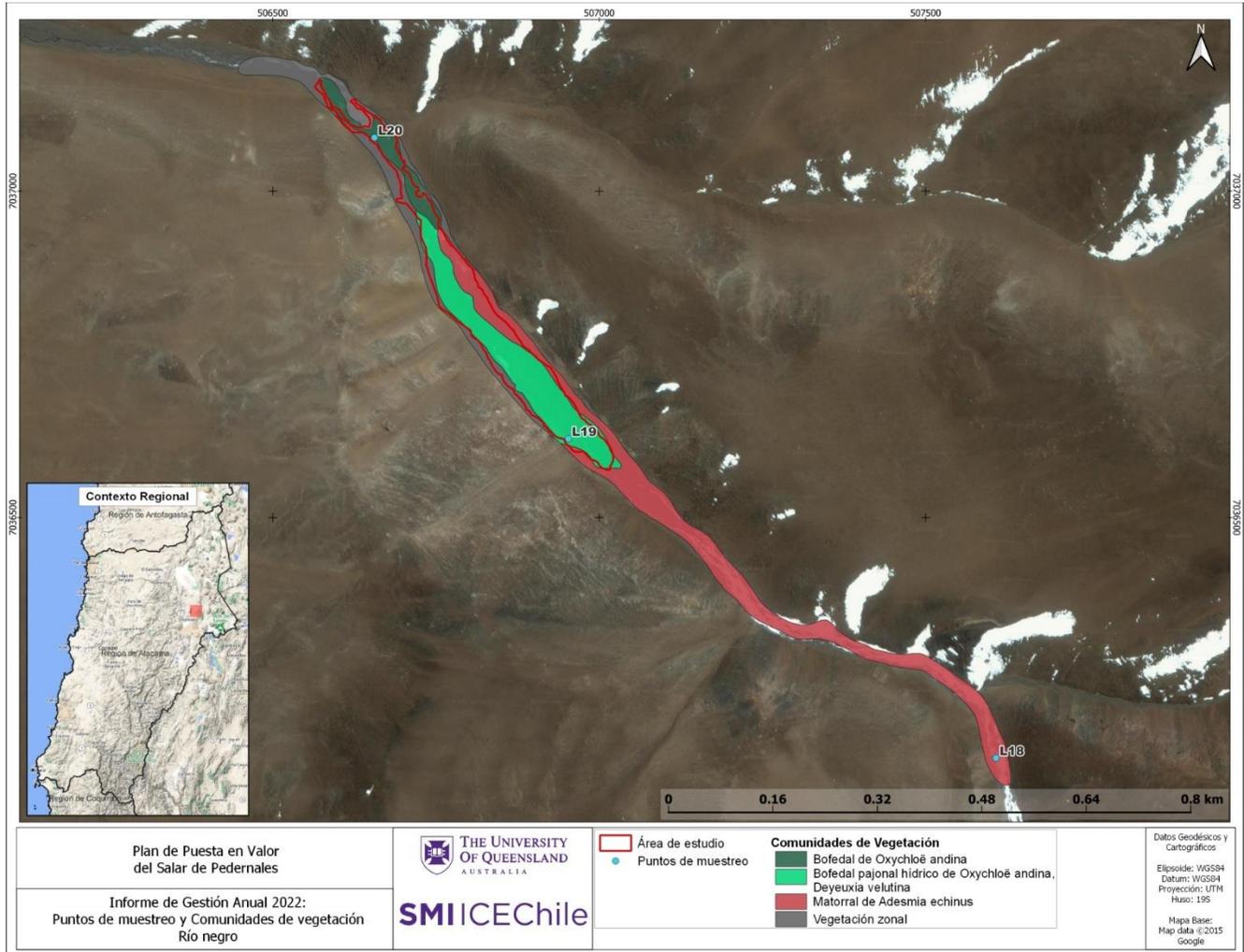


Figura 21. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Río Negro.

### *Bofedal de Oxychloë andina*

Comunidad dominada por *O. andina* y codominada por *D. velutina*, con las especies acompañantes *D. eminens var fulva*, y *D. velutina*. Presenta coberturas densas, entre 75% y 90%, y alturas de hasta 50 cm (Figura 22).

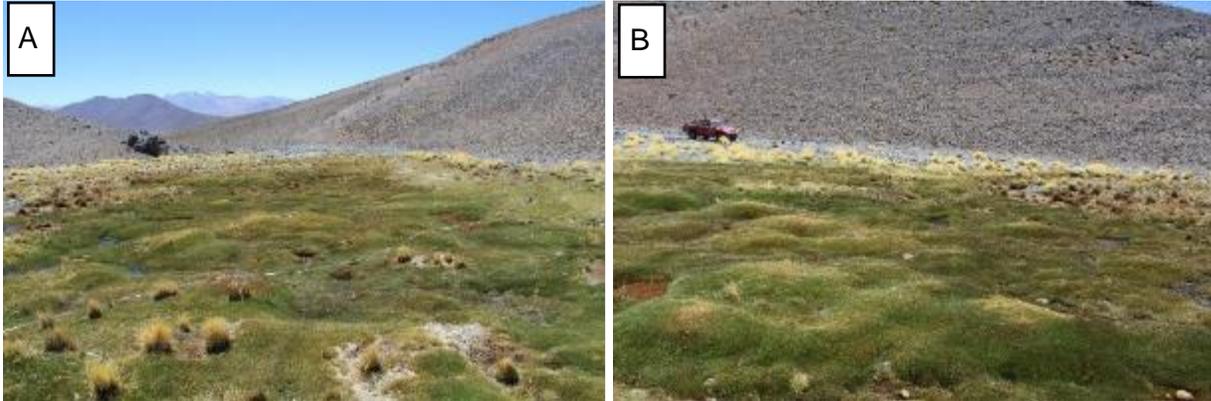


Figura 22. Bofedal de *Oxychloë andina* (A y B).

*Bofedal Pajonal hídrico de Oxychloë andina y Deyeuxia velutina*

Comunidad dominada por las especies *O. andina* y *D. velutina*. Posee coberturas muy abiertas, que van de 10% al 25%, y alturas de hasta 50 cm. Presenta afloramientos de agua en algunos sectores (Figura 23).



Figura 23. Bofedal pajonal hídrico de *Oxychloë andina*; *Deyeuxia velutina* (A y B).

*Matorral de Adesmia echinus*

Corresponde a una comunidad de vegetación zonal dominada exclusivamente por la especie arbustiva *Adesmia echinus*. Como especies acompañantes del estrato arbustivo se observó a *Fabiana bryoides* y *Calceolaria pinifolia*. La especie dominante de la estrata herbácea es *Festuca chrysophylla*. Este matorral tiene alturas de hasta 1 m, y cobertura abierta, de entre 25% y 50% (Figura 24).

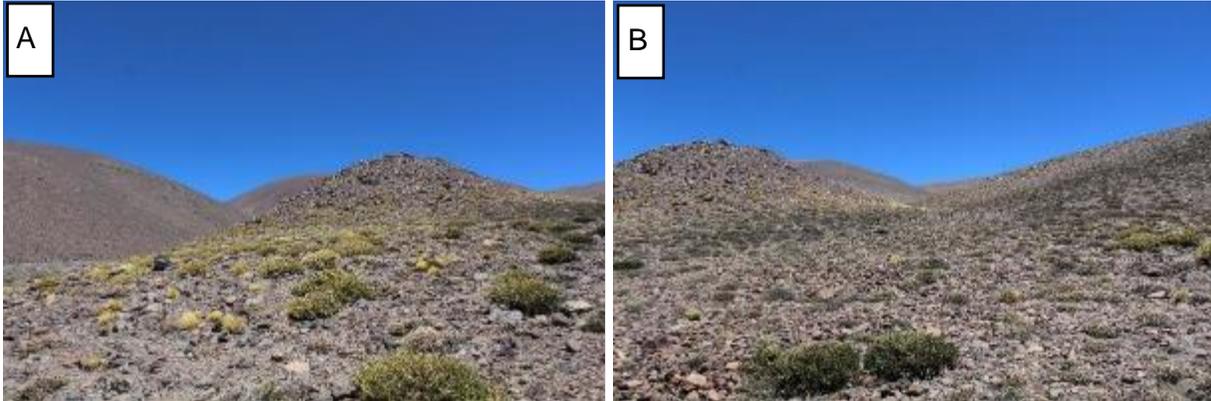


Figura 24. Matorral de *Adesmia echinus* (A y B).

#### 3.4.2.8 Tinajas/Trojitas

Se ubica en una quebrada abierta, con pequeñas unidades aisladas de vegetación, correspondiente a una sola comunidad de pajonal de pequeño tamaño, con dominancia variable de las especies *Festuca* cf. *nardifolia* y *Scirpus* sp. (Figura 25).

Estas unidades presentan intervención antrópica por el tránsito de vehículos y algunas obras de captación de aguas (Figura 26).

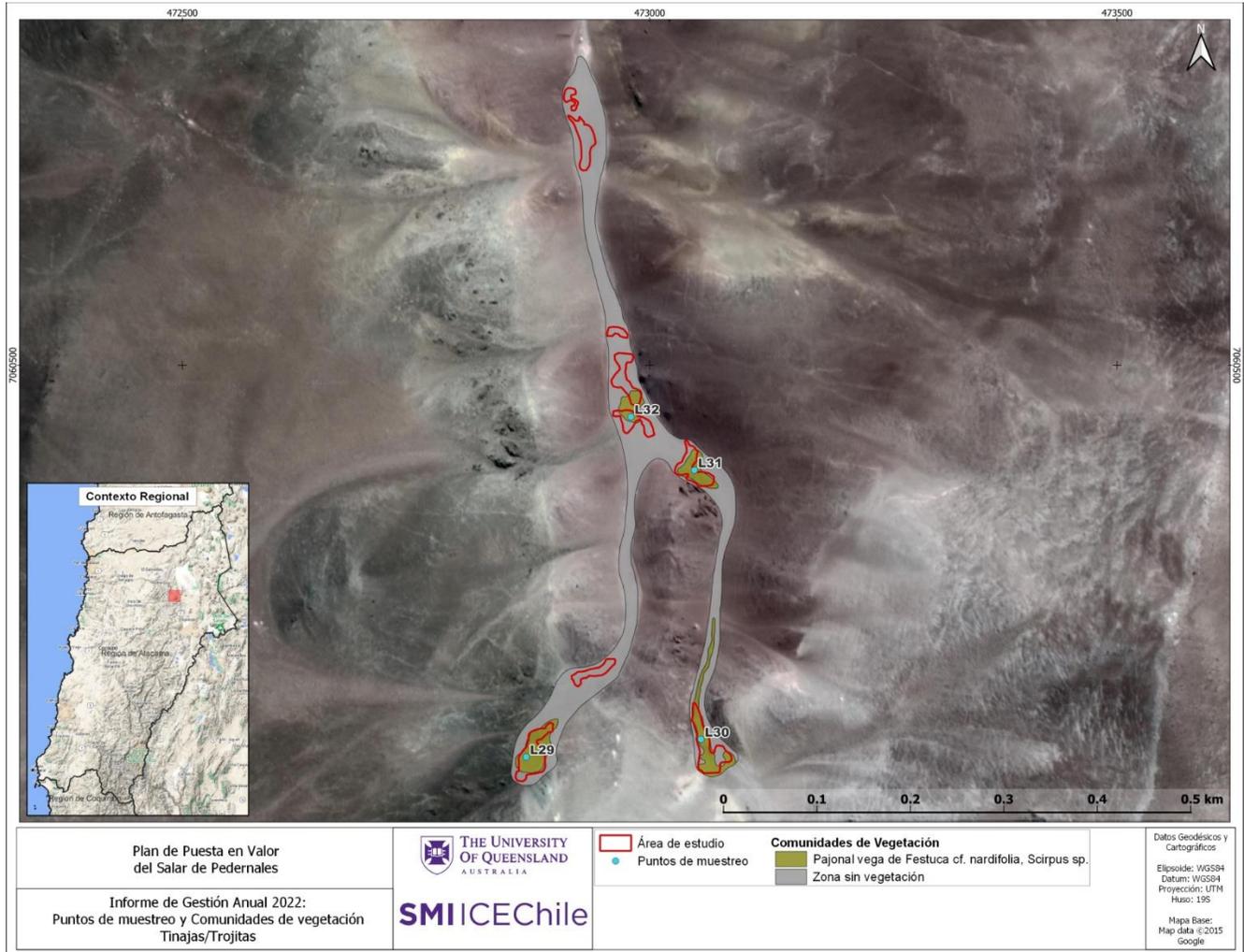


Figura 25. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tinajas/Trojitas.

*Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp.*

Corresponde a una comunidad dominada por *Festuca cf. nardifolia* y *Scirpus sp.*, con *O. andina* como posible acompañante. Presenta coberturas variables, muy abierta a densa, entre 10% y 90% y alturas que no superan los 50 cm.

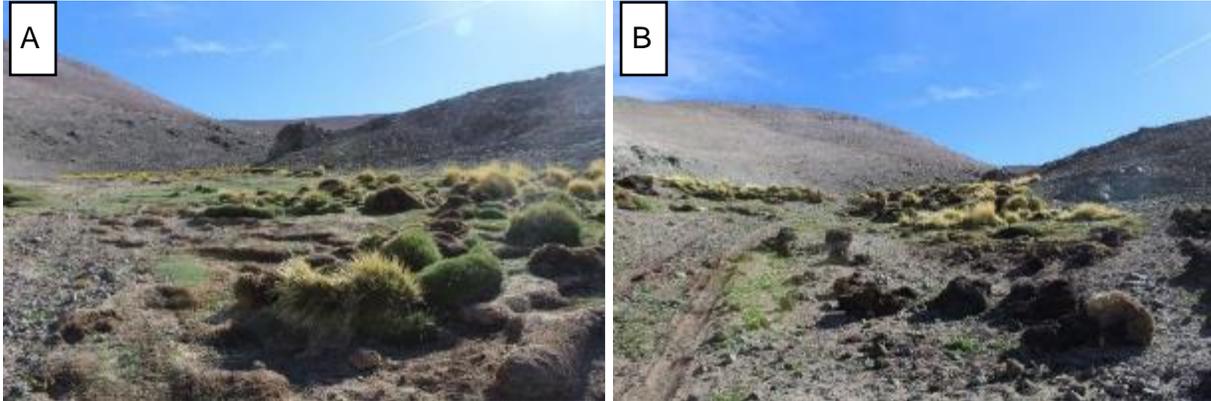


Figura 26. Pajonal vega de *Festuca cf. nardifolia* y *Scirpus sp* (A); Signos de huellas de vehículos (B).

#### 3.4.2.9 Tordillo

Quebrada abierta, rodeada por cerros bajos. El humedal corresponde a una comunidad de pajonal vega, caracterizadas por la dominancia variable de las especies *Festuca cf. nardifolia* y *Scirpus sp.* (Figura 27).

La vegetación se presenta en parches de diferente tamaño, con la presencia de pozos de medición y tuberías de conducción de agua insertas en el humedal. En algunos sectores se observan restos de vegetación muerta (Figura 28, D, E y F).

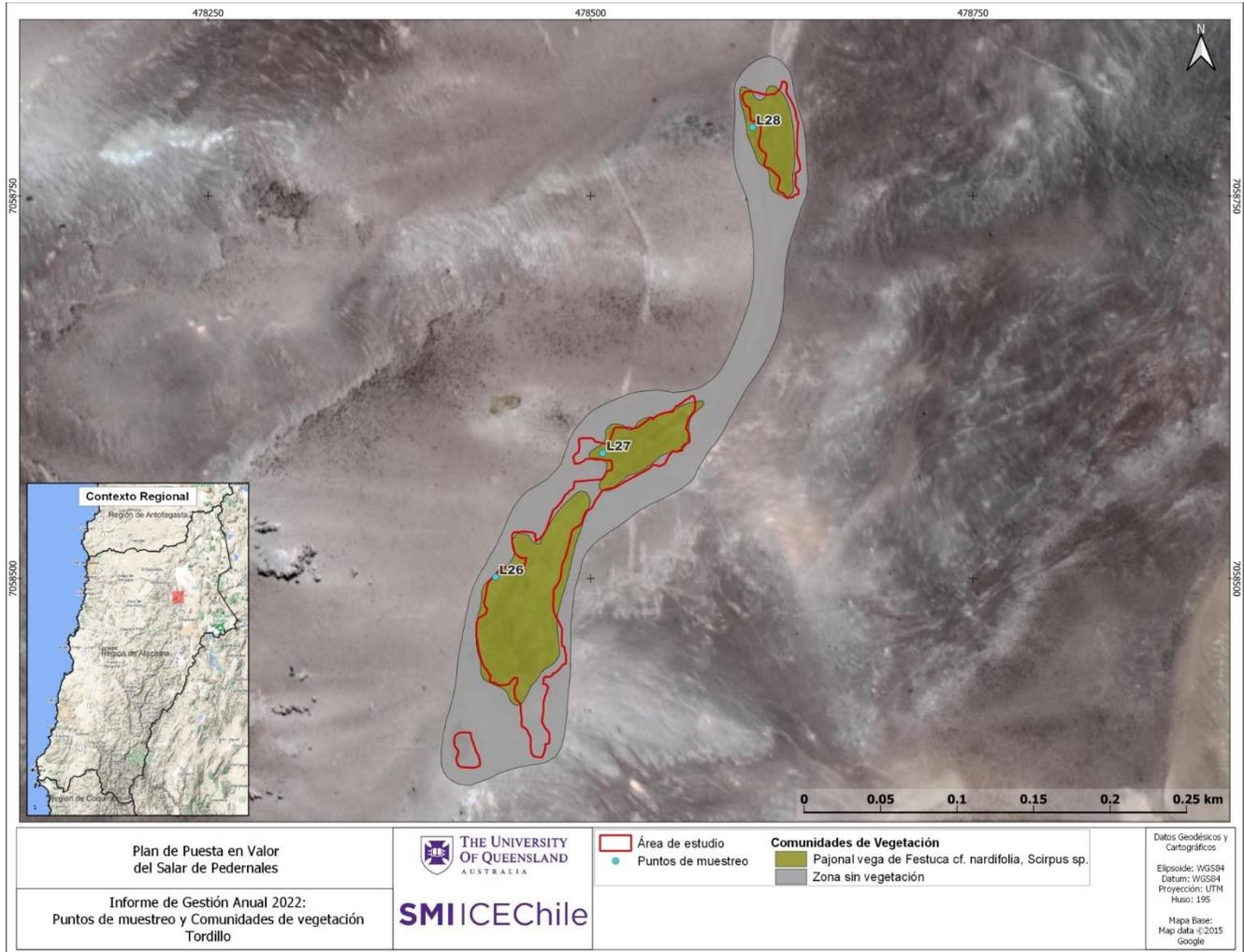


Figura 27. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Tordillo.

*Pajonal vega de Festuca cf. nardifolia y Scirpus sp.*

Corresponde a una comunidad dominada por *Festuca cf. nardifolia* y *Scirpus sp.*, con coberturas muy abierta a abiertas, entre 10% y 50% y alturas que no mayores a 50 cm (Figura 28, A y B). En esta comunidad se observa un pozo de medición y tuberías que recorren el humedal (Figura 28, C y D). En el borde de una de las unidades de esta comunidad se aprecia un sector de vegetación muerta (Figura 28, D, E y F).

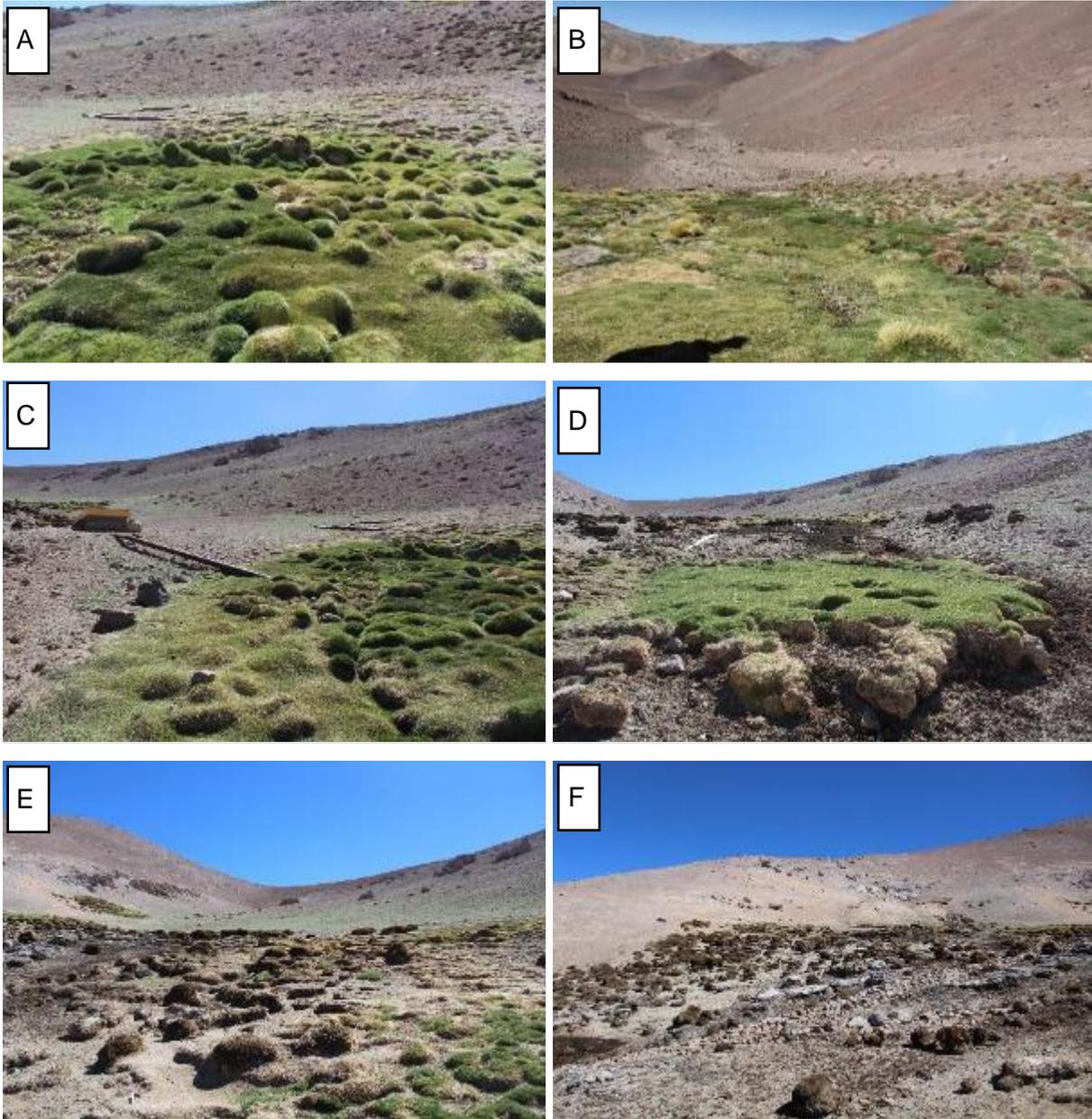


Figura 28. Pajonal vega de *Festuca cf. nardifolia* y *Scirpus sp* (A y B); Instalación y tubería en humedal (C y D); Sectores con vegetación muerta (D, E y F).

#### 3.4.2.10 Vertiente 2 (Cerros nevados)

Humedal ubicado a unos 5 km al sur de Río Negro, inserto en el borde Oeste de la Cordillera Claudio Gay. Se registra solo una comunidad, de bofedal vega salina de *Carex vallis-pulchrae*, *Deyeuxia eminens var fulva* y *Oxychloë andina*, la que se puede observar en la Figura 29. Se registran restos de tubería en toda la extensión del humedal y un pequeño tranque de acumulación de agua (Figura 30).

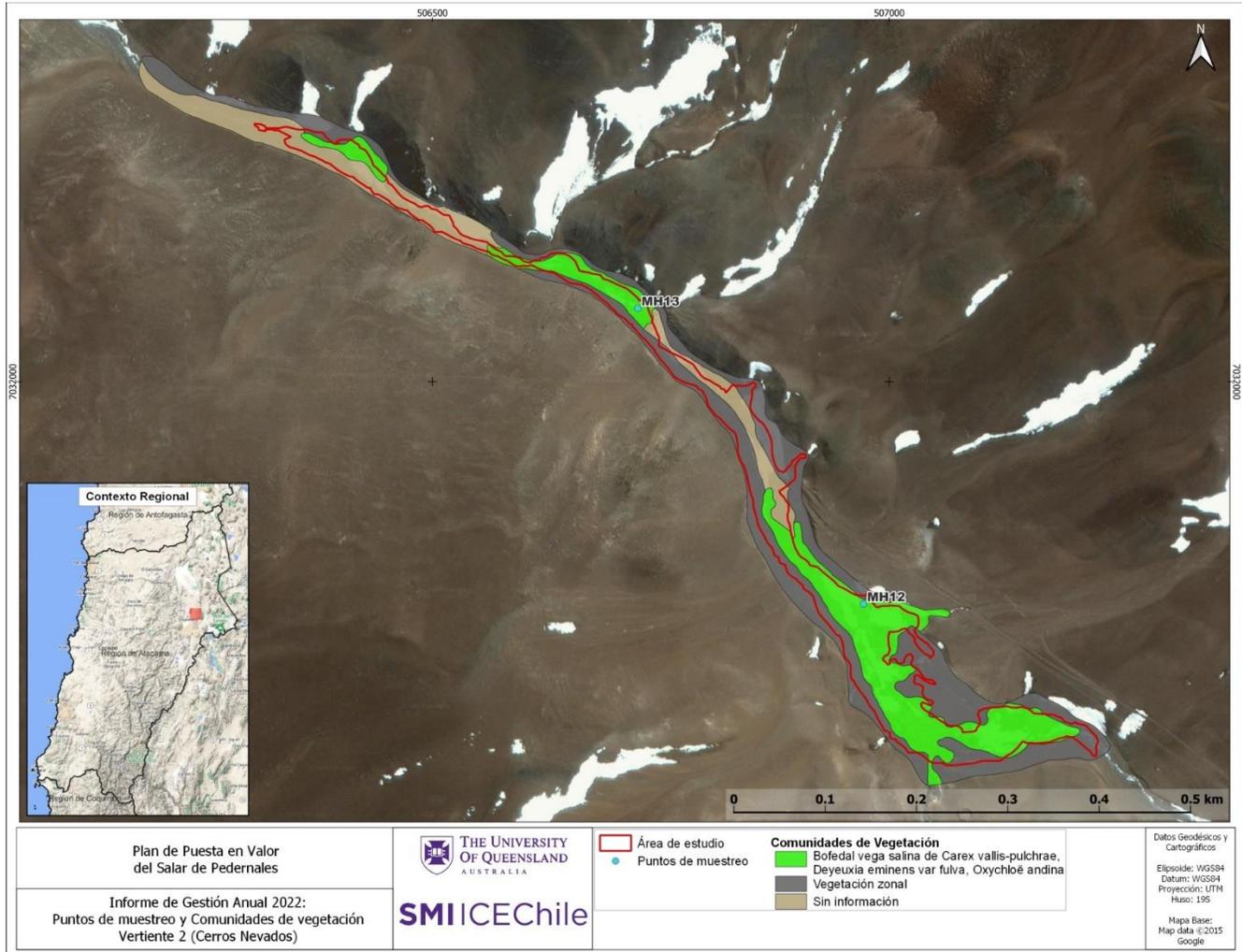


Figura 29. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Vertiente 2 (Cerros nevados).

*Bofedal Vega salina de Carex vallis-pulchrae, Deyeuxia eminens var fulva, Oxychloë andina*

Esta única comunidad de vegetación registrada en el humedal presenta la dominancia variable de las especies *Carex vallis-pulchrae*, *D. eminens* var *fulva* y *O. andina*. Posee coberturas que varían de abierto a semidenso, de 25% a 75%, y alturas no mayores a 25 cm (Figura 30, A y B). En algunos sectores presenta agua en superficie y pequeños afloramientos salinos (Figura 30, C y D). Se registra un tranque de pequeñas dimensiones, y restos de tuberías esparcidas sobre el humedal (Figura 30, E y F).

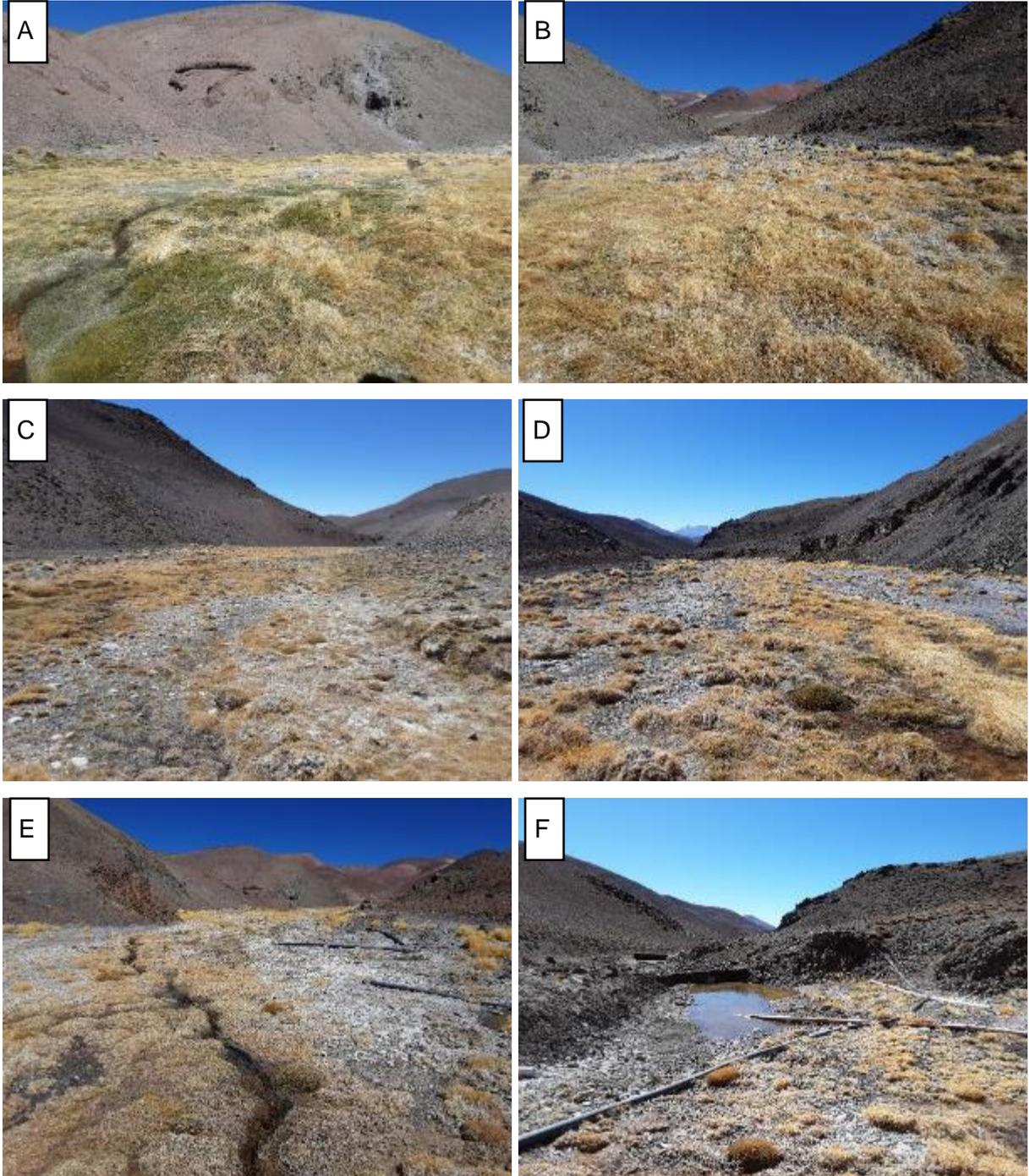


Figura 30. Bofedal vega salina de *Carex vallis-pulchrae*, *Deyeuxia eminens* var *fulva*, *Oxychloë andina* (A y B); Afloramientos salinos (C y D); Restos de tubería y tranque de acumulación (E y F).

### 3.4.2.11 El Colorado

El humedal de El Colorado se extiende por aproximadamente 1.5 km en el lecho de la quebrada. Esta presenta numerosas zanjas de drenaje del tipo “espina de pescado”, diseño constituido por numerosas zanjas laterales de menor tamaño, las que desembocan en una zanja central mayor (Figura 32, E y F). La vegetación que conforma al humedal se presenta casi en su totalidad muerta (Figura 31), registrando vegetación activa solo en pequeños parches y en la zanja de drenaje principal, todas unidades no cartografiables (Figura 32).



Figura 31. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en El Colorado.

#### Vegetación muerta

Se logró definir la especie dominante de estas formaciones de vegetación muerta mediante los rastros presentes, al compararlos con las especies vivas presentes en la zanja central (Figura 32, A y B). Estos restos muertos de vega están dominados por *P. frigida*, con una cobertura viva menor al 5%, ubicada

principalmente en el canal principal de drenaje, donde presenta alturas menores a 5 cm (Figura 32, C y D).

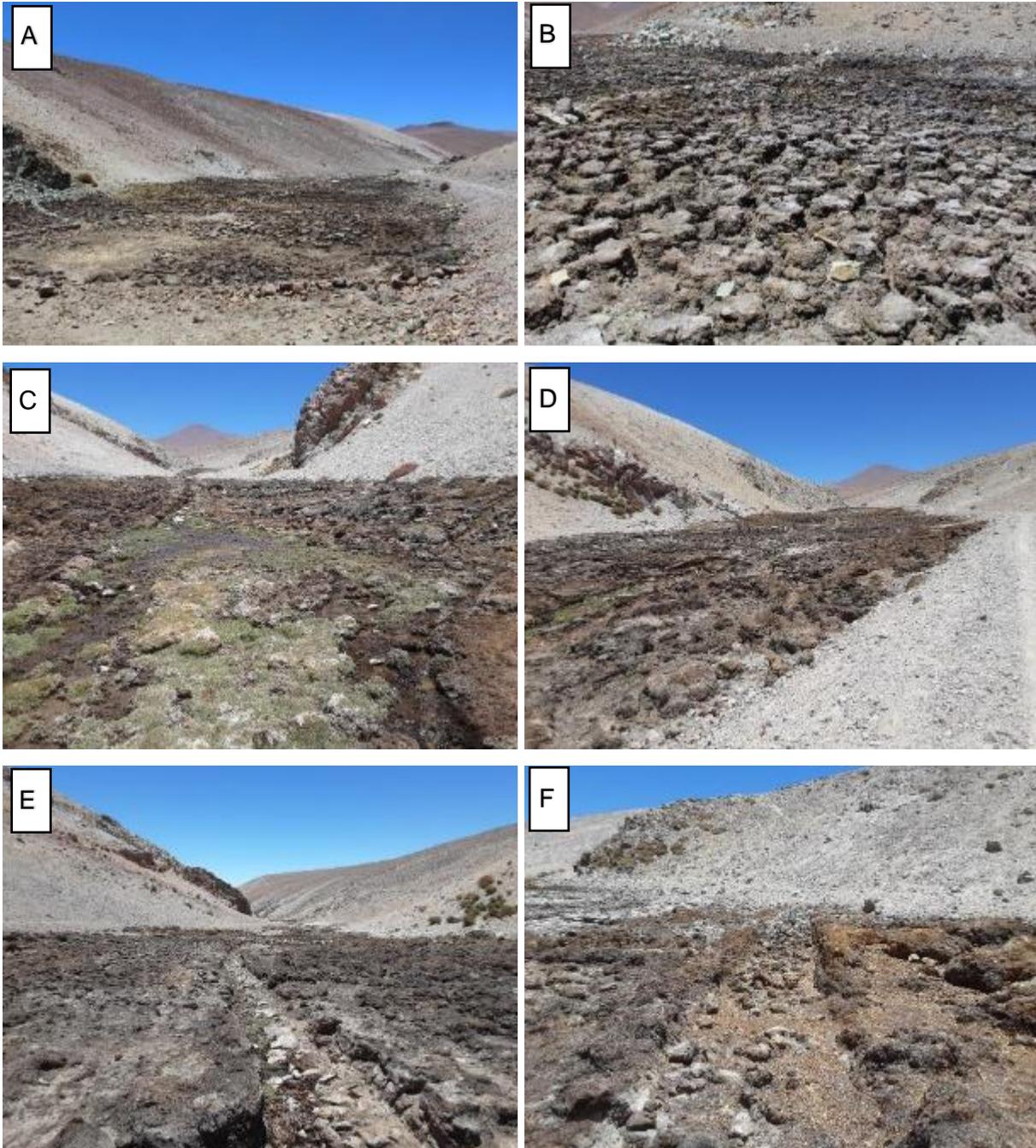


Figura 32. Vega muerta de *Puccinellia frigidata* (A y B); Parches pequeños con vega activa de *P. frigidata* en la zanja de drenaje central (C y D); Zanja de drenaje central (E); Zanja de drenaje lateral (F).

### 3.4.2.12 La Ola

Este sector se ubica en la cabecera sur del río La Ola, Este río recorre de sur a norte la cuenca del Salar de Pedernales, y alimenta al humedal que se encuentra en este sector, donde se registró una única comunidad, correspondiente a un pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina* (Figura 33).

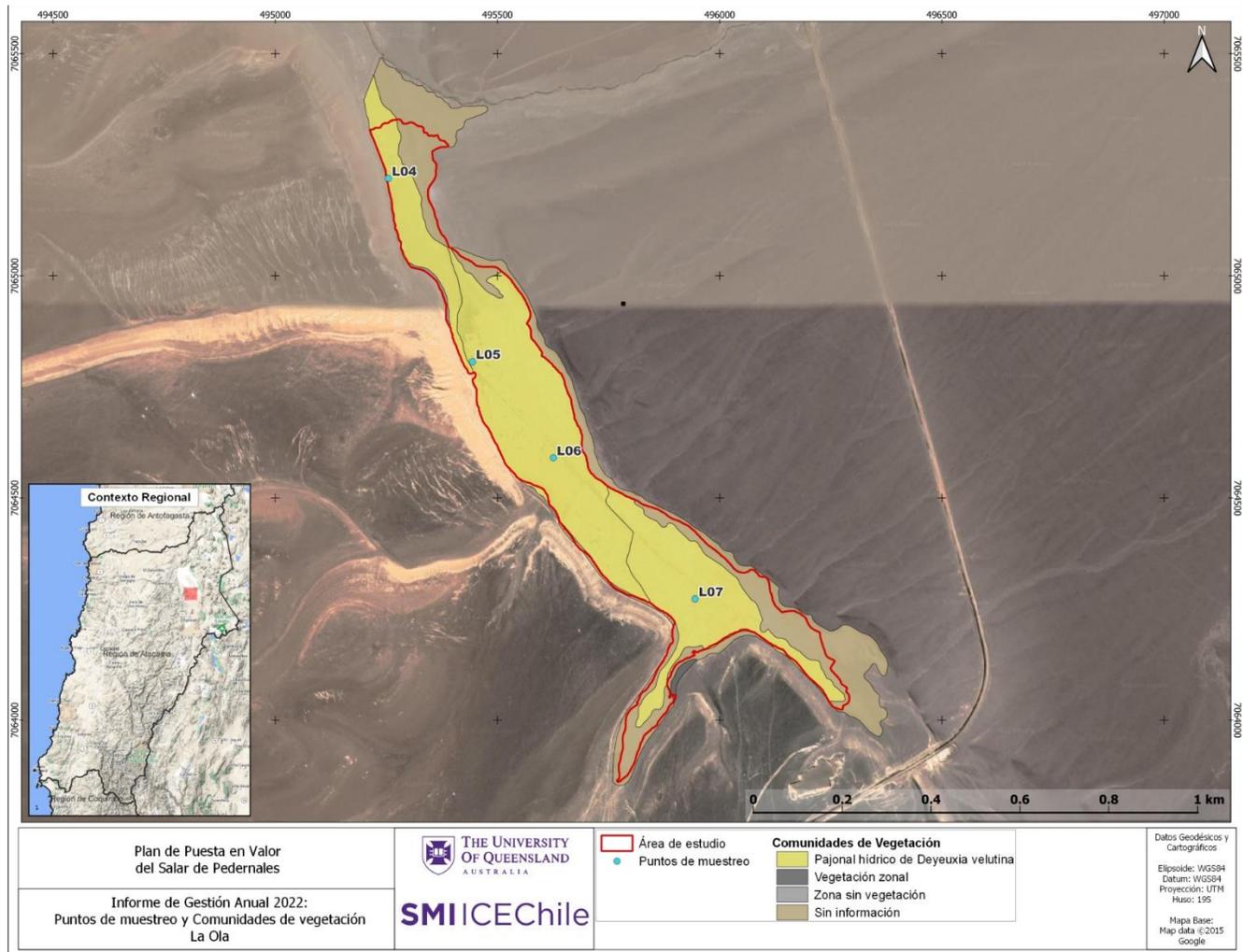


Figura 33. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en La Ola.

### *Pajonal hídrico de Deyeuxia velutina*

Pajonal hídrico dominado por *D. velutina* y acompañado por las especies *Deyeuxia eminens* var *fulva*, *Phylloscirpus acaulis*, *Triglochin concinna* y *Zameioscirpus atacamensis*. Presenta coberturas que van del 50% al 90%, y alturas que alcanzan los 25 cm (Figura 34, A y B).

Se pueden observar aguas en superficie y afloramientos, las que hidratan al humedal por inundación e infiltración lateral producto de obras de acumulación y conducción de agua por zanjas (Figura 34, B).

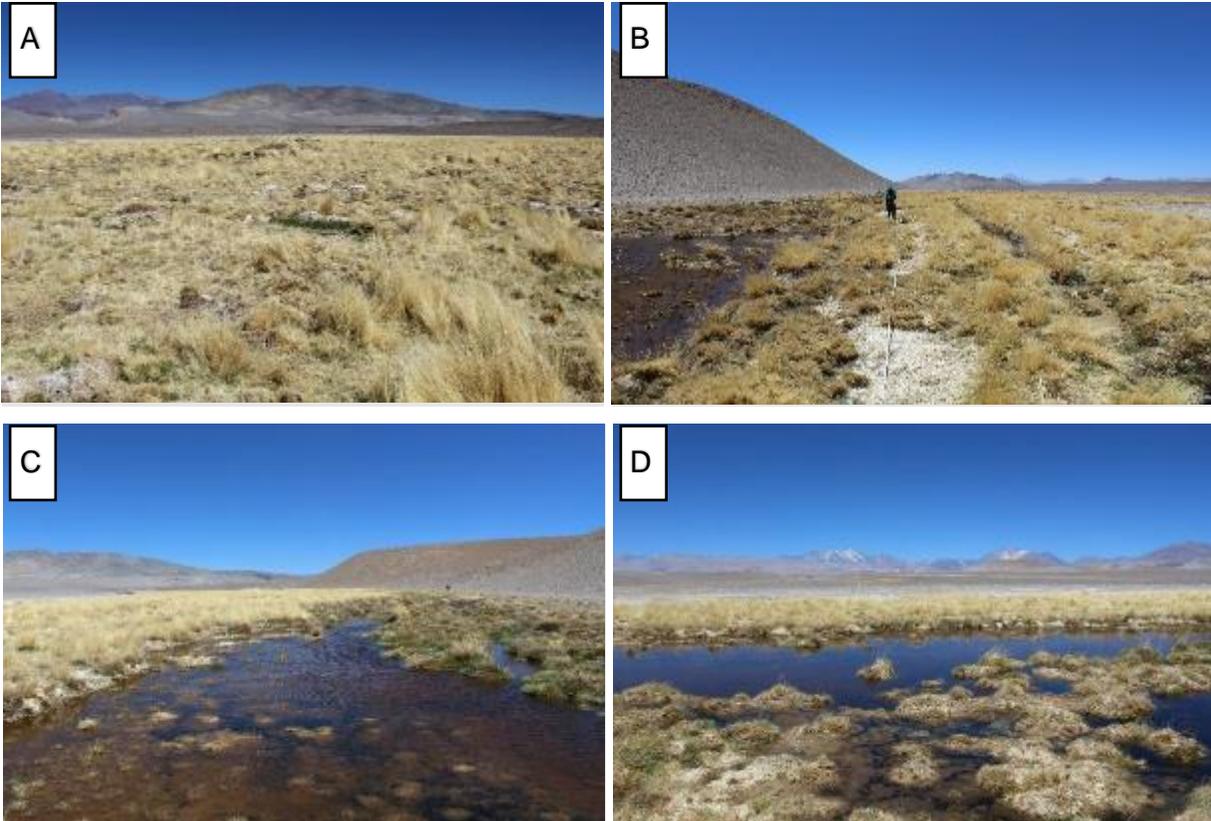


Figura 34. Pajonal hídrico de *Deyeuxia velutina* (A); Canalización de aguas (B); Aguas superficiales en el pajonal hídrico de *D. velutina* (C y D).

#### 3.4.2.13 Leoncito

Humedal ubicado a unos 5 km al Oeste de La Ola. La Figura 35 grafica la extensión del humedal, el cual, en su sector Oeste presenta una gran extensión de pajonales hídricos junto con afloramientos de agua, con las especies dominantes *Deyeuxia eminens* var *fulva* con *Deyeuxia velutina*, respectivamente. Estas formaciones se estrechan en el sector central del humedal, donde afloran y desembocan las aguas en un curso que avanza hacia el Este, y junto al cual se encuentran pajonales hídricos de carácter ripariano, donde dominan las especies las mismas especies del pajonal anterior, *D. eminens* var *fulva* y *D. velutina*.

En el sector central del humedal, donde comienza el curso de agua, se registran intervenciones con obras hidráulicas, correspondientes a tuberías de conducción que inyectan agua a este curso (Figura 36, C y D).

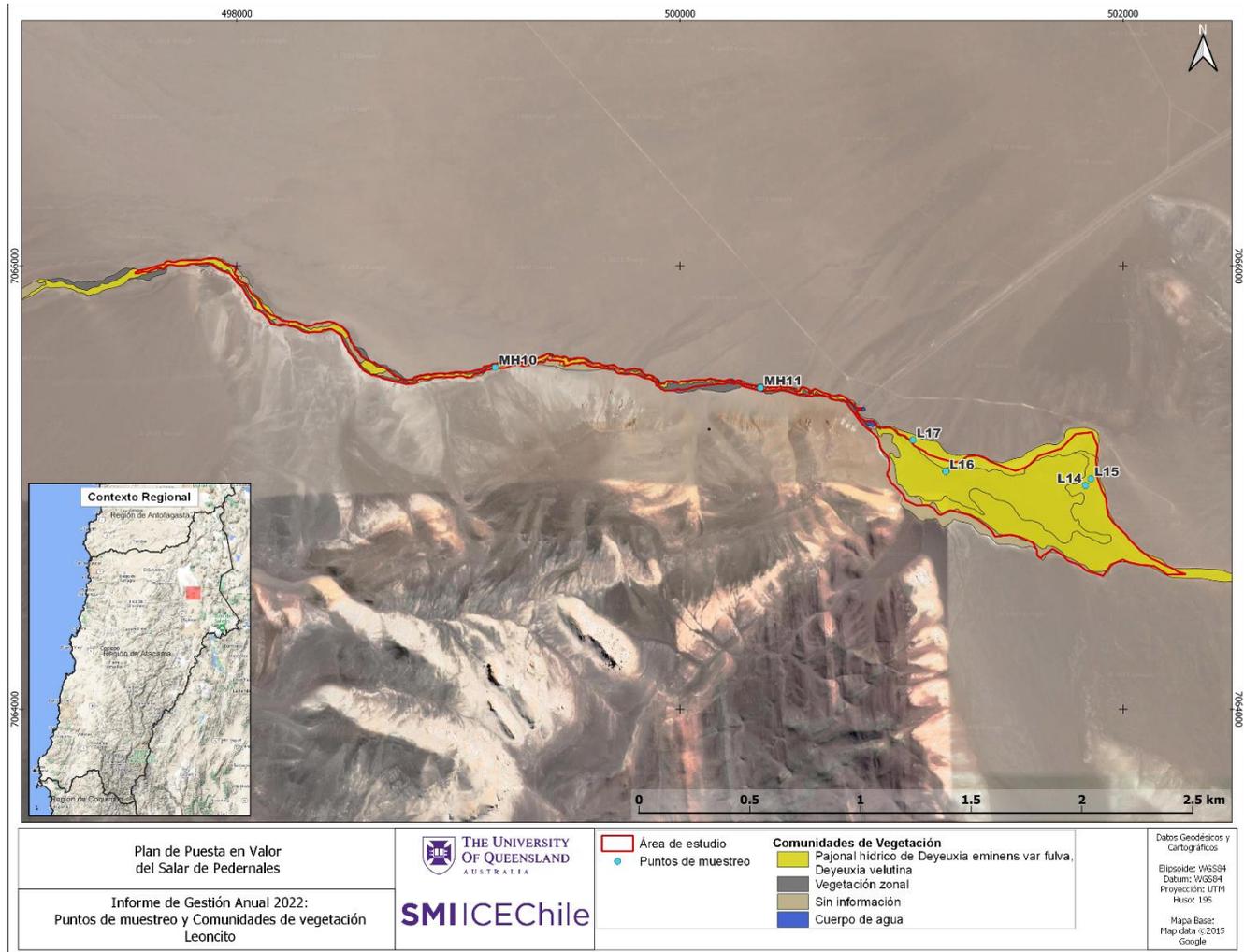


Figura 35. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Leoncito.

### Pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens* var *fulva* y *Deyeuxia velutina*

Pajonal característico del humedal de Leoncito, y que se registra tanto en la zona de la cabecera del humedal, una gran extensión de pajonal, como también asociado al curso de agua que desciende desde Leoncito a La Ola, ubicándose en los bordes de este.

Está dominado por las especies *D. eminens* var *fulva* y *D. velutina*, con proporciones variables en la dominancia de ambas, pudiendo estar acompañada por las especies *Juncus balticus*, *Oxychloë andina* o *Triglochin concinna*. La comunidad presenta coberturas que van de muy abierta a densa, entre 10% y 90%, con coberturas ligeramente menores en los sectores riparianos. Su altura no llega a supera los 50 cm (Figura 36, A y B).

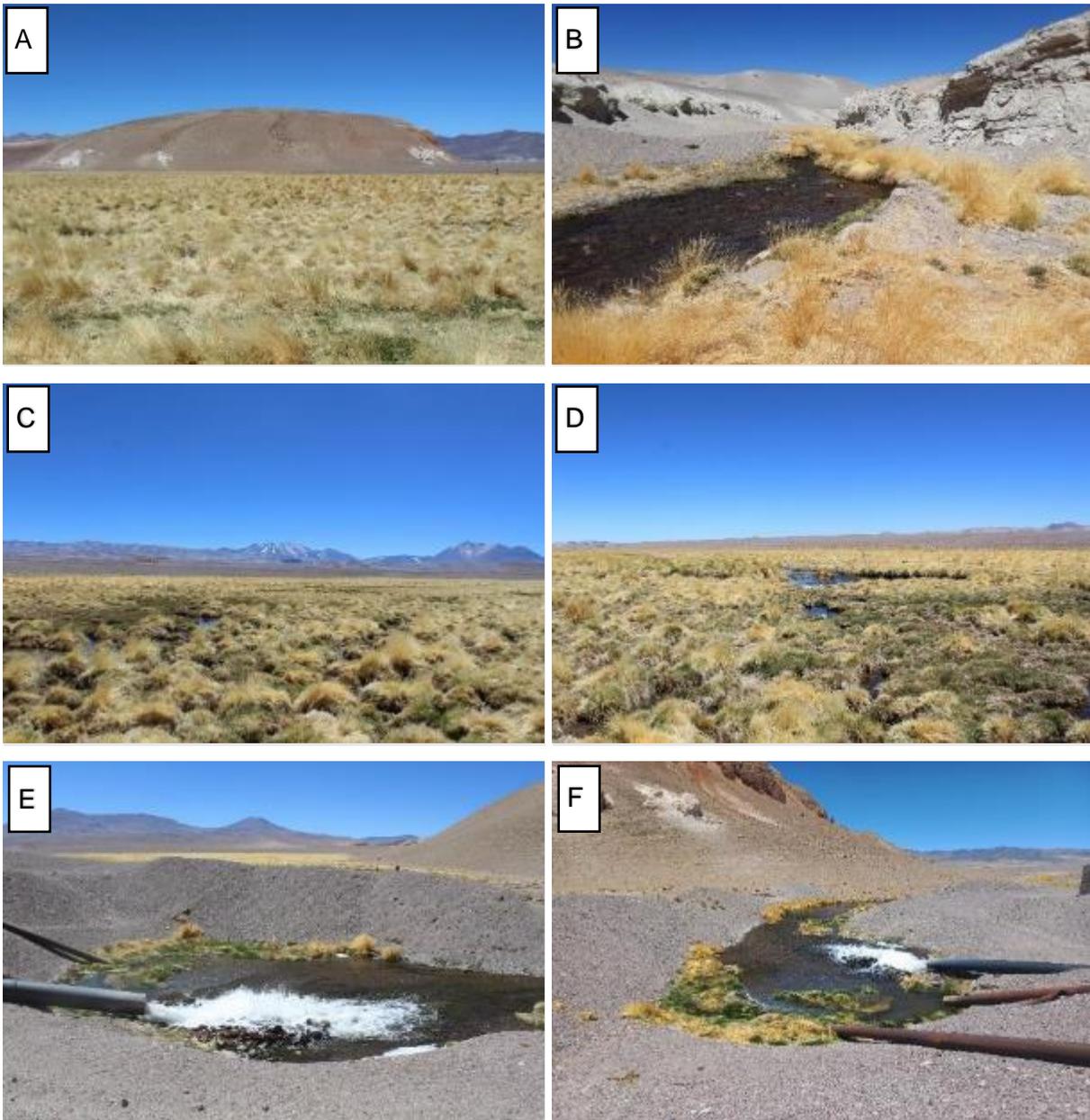


Figura 36. Pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens* var *fulva* y *Deyeuxia velutina* (A, B, C y D); Obras hidráulicas (E y F).

#### 3.4.2.14 Asiento

El sector del Asiento corresponde a una quebrada rodeada de laderas rocosas. El humedal ubicado en esta quebrada se encuentra ligeramente intervenido por la ruta C-177, ubicada a un costado. Este también presenta intervenciones antrópicas como son tuberías, acumulaciones de ripio y una estructura

hidráulica (Figura 38). Este humedal está caracterizado por solo una comunidad de vegetación, el herbazal de *Acaena magellanica* (Figura 37).

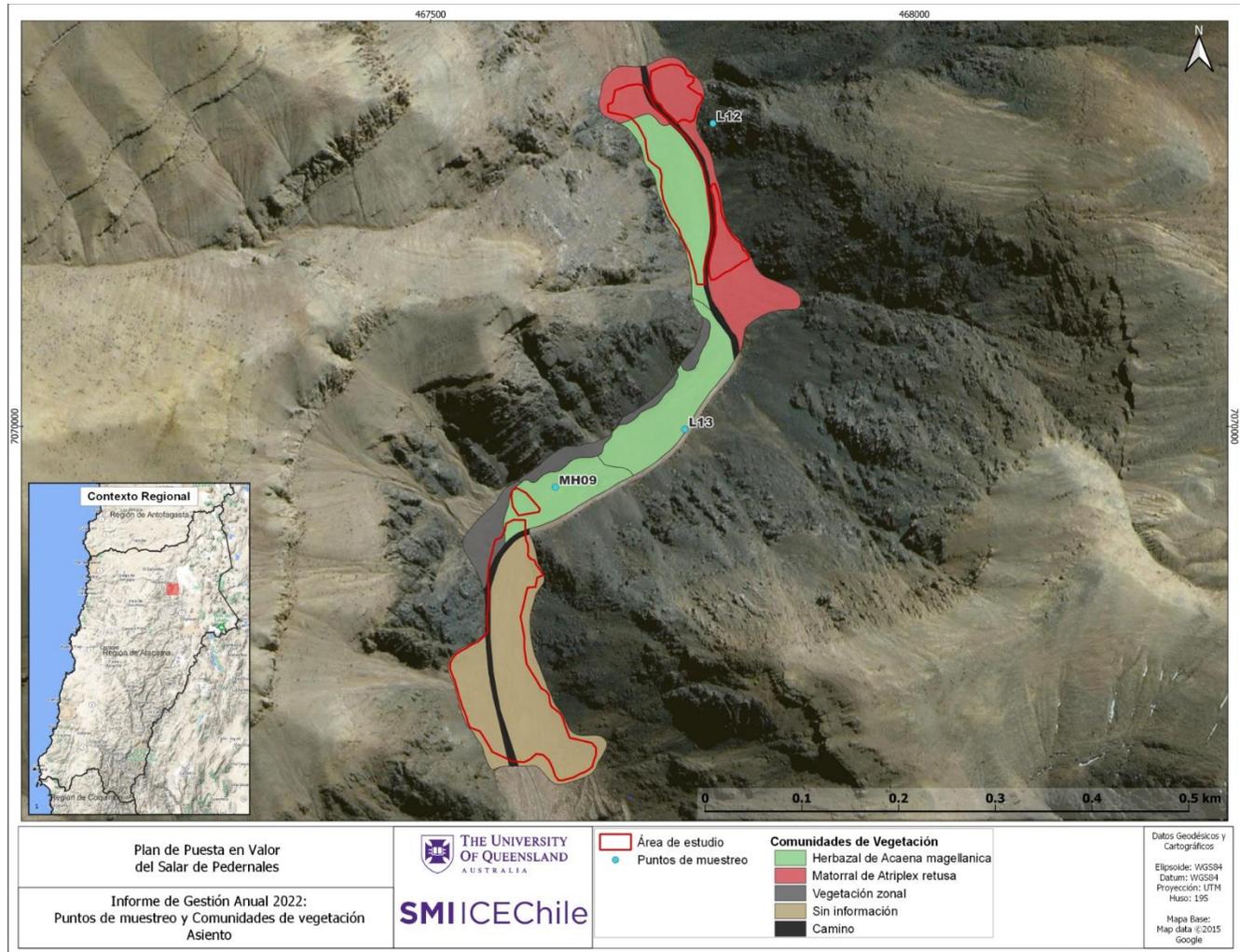


Figura 37. Ubicación de las comunidades vegetacionales ubicadas en Asiento.

### Herbazal de *Acaena magellanica*

Este herbazal está dominado por la especie *A. magellanica* y presenta como especie acompañante a *Atriplex retusa*. Esta formación presenta coberturas abiertas, que van del 25% al 90%, con alturas de hasta 50 cm. Se pueden observar las intervenciones causadas por las tuberías y acumulaciones de ripio, las que, en ocasiones, sepultan sectores de la vegetación o pueden provocar manchones de suelo desnudo (Figura 38).

En los bordes del humedal se puede encontrar un matorral de *Atriplex retusa*, con cobertura variable.

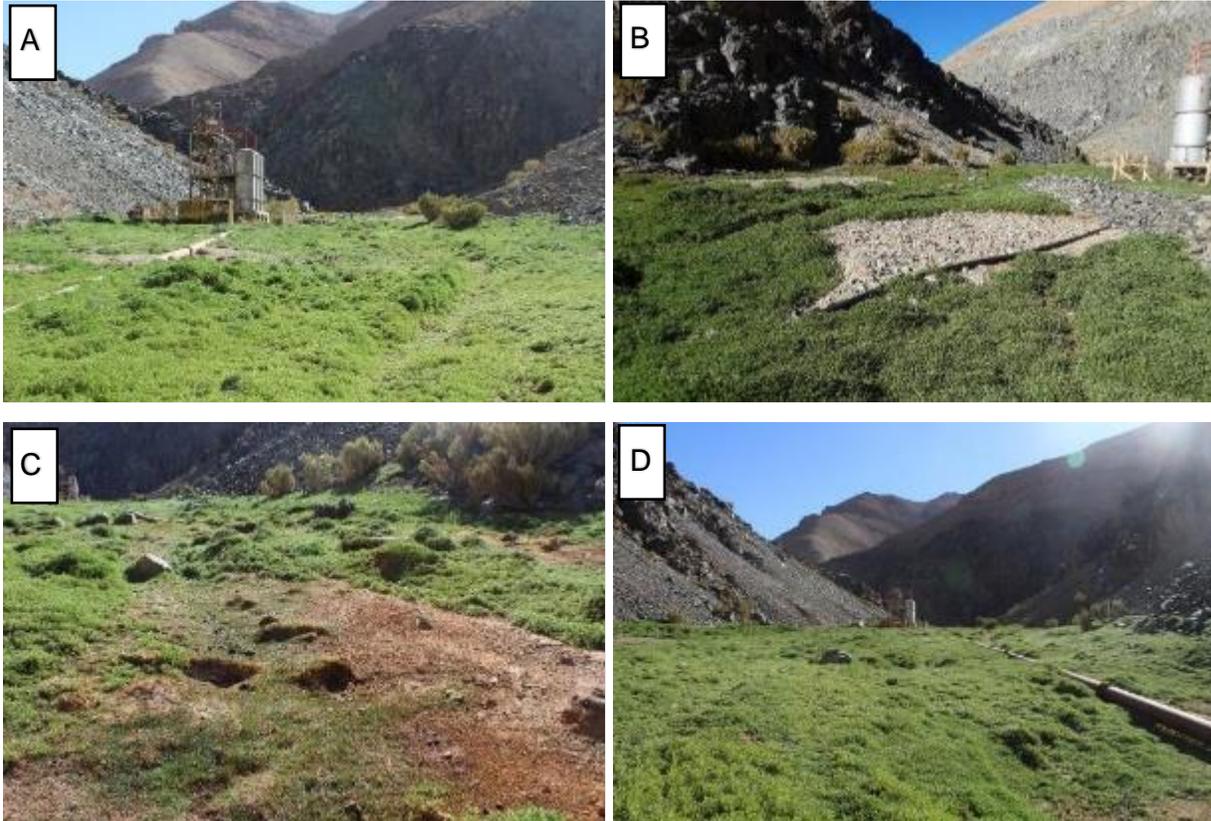


Figura 38. Intervenciones en el Herbazal de *Acaena magellanica* (A y B); Herbazal de *Acaena magellanica* (C y D).

La Tabla 6 también entrega otros usos, donde se incluyen los cuerpos de agua y caminos, presentes en algunos humedales. Esta tabla, al igual que las figuras de contexto de cada humedal, también presentan superficies sin información, que corresponden a formaciones de vegetación no levantadas en terreno, y que no fueron posible de homologar con la información ya registrada. Estos sectores serán complementados con las siguientes campañas de terreno.

### 3.4.3 Caracterización de la Flora

#### 3.4.3.1 Flora Potencial

La flora que tiene la potencialidad de estar presente en el Área de Estudio, junto con la flora registrada en el presente estudio, de manera comparativa se indican en el Apéndice 3.2: Flora potencial. Este apéndice compila los listados florísticos de las referencias consultadas (Gajardo, 1994; Luebert y Pliscoff, 2019) y la flora registrada en la línea de base, lo cual es complementado con registros de herbarios (denominado Línea de Base + Herbarios). El listado del Apéndice 3.2: Flora potencial entrega un total de 98 especies, de las cuales 40 entidades son reportadas por “Línea de Base + Herbarios<sup>1</sup>”,

<sup>1</sup> Corresponde a un compendio en desarrollo dentro del presente estudio, liderado por el Dr. León Bravo, experto en ecosistemas altoandinos.

51 declaradas por Luebert y Pliscoff (2019) y 13 mencionadas por Gajardo (1994), generando un total de 86 especies históricas o potenciales de ser halladas en el Área de Estudio. La flora registrada en el presente estudio contempla 34 *taxa* determinadas a nivel de especies en el Área de Estudio. Para realizar la comparativa histórica y a nivel de especies determinadas, se excluyó tres (3) entidades determinadas a nivel de género, y se agrupó bajo la entidad *Deyeuxia eminens* a las especies determinadas a nivel de variedad *Deyeuxia eminens* var. *eminens* y *Deyeuxia eminens* var. *fulva*, quedando un total de 30 entidades determinadas a nivel de especies.

El catálogo florístico levantado en el presente informe **agrega al listado potencial original 12 nuevas especies**: *Adesmia echinus*, *Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *Carex vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Eleocharis atacamensis*, *Festuca* cf. *nardifolia*, *Haplopappus rigidus*, *Lobelia oligophylla*, *Nastanthus caespitosus*, *Phylloscirpus acaulis* y *Werneria pygmaea*. Se debe tener presente que, debido al desarrollo del estado de la ciencia botánica en Chile, y a posibles actualizaciones nomenclaturales de algunas especies, es posible que algunos registros históricos pueden presentar una determinación no actualizada o sean difíciles de actualizar por la falta de trazabilidad del registro original, por lo que algunas de estas nuevas adiciones puedan corresponder a alguna de las especies históricas mencionadas.

### 3.4.3.2 Flora presente en el Área de Estudio

#### Resumen taxonómico de la flora

La Tabla 7 resume la información taxonómica del listado florístico levantado en el Área de Estudio, registrando 34 especies, de las cuales 20 pertenecen a la clase Liliopsida y 14 a Magnoliopsida. La revisión de esta tabla, en conjunto con la Tabla 8, permite detallar el análisis. Se registró un total de 17 familias, siendo Cyperaceae y Poaceae las que reportan más especies, con 8 y 7 respectivamente. En el caso de los géneros, se identificaron 27 en total, siendo los más abundantes *Carex* y *Deyeuxia*, con 3 especies cada uno, mientras que *Eleocharis*, *Festuca* y *Ruppia* con 2 especies cada uno.

Tabla 7. Resumen taxonómico de la flora registrada en el Área de Estudio.

| Clase         | Familia |        | Género |        | Especie |        |
|---------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|
|               | N°      | %      | N°     | %      | N°      | %      |
| Liliopsida    | 5       | 29.41% | 13     | 48.15% | 20      | 58.82% |
| Magnoliopsida | 12      | 70.59% | 14     | 51.85% | 14      | 41.18% |
| Total general | 17      | 100%   | 27     | 100%   | 34      | 100%   |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### Listado florístico

Con respecto a la riqueza y composición de especies en el Área de Estudio, el análisis de los datos de flora vascular recopilados en terreno en diciembre de 2021, indican la existencia de 34 *taxa* registradas, como ya se mencionó, con 30 entidades determinadas a nivel de especie y solo 3 a nivel de género y una agrupación bajo la entidad *Deyeuxia eminens*. La Tabla 8 entrega el detalle de la información taxonómica, origen, hábito y categoría de conservación de cada entidad.

Resulta interesante el caso de la especie *Festuca cf. nardifolia*, entidad alguna vez considerada nativa, pero descartada recientemente para Chile por Rodríguez *et al.* (2018). Es necesario confirmar la identidad de esta especie o descartarla como tal en las siguientes campañas de terreno a realizar.

Tabla 8. Catálogo florístico registrado en el Área de Estudio.

| Especie                                   | Familia         | Origen   | Hábito         | Categoría de conservación |
|---|-----------------|----------|----------------|---------------------------|
| <i>Acaena magellanica</i>                 | Rosaceae        | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Adesmia echinus</i>                    | Fabaceae        | Nativa   | Subarbusto     | No evaluada               |
| <i>Arenaria rivularis</i>                 | Caryophyllaceae | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Atriplex deserticola</i>               | Chenopodiaceae  | Nativa   | Subarbusto     | No evaluada               |
| <i>Calandrinia compacta</i>               | Montiaceae      | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Calceolaria pinifolia</i>              | Calceolariaceae | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Carex gayana</i>                       | Cyperaceae      | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Carex maritima</i>                     | Cyperaceae      | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Carex vallis-pulchrae</i>              | Cyperaceae      | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Descurainia pimpinellifolia</i>        | Brassicaceae    | Nativa   | Hierba Anual   | No evaluada               |
| <i>Deyeuxia eminens var. eminens</i>      | Poaceae         | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Deyeuxia eminens var. fulva</i>        | Poaceae         | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Deyeuxia velutina</i>                  | Poaceae         | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Eleocharis atacamensis</i>             | Cyperaceae      | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Eleocharis sp.</i>                     | Cyperaceae      | Nativa   | Hierba perenne | -                         |
| <i>Fabiana bryoides</i>                   | Solanaceae      | Nativa   | Arbusto        | No evaluada               |
| <i>Festuca cf. nardifolia</i>             | Poaceae         | -        | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Festuca chrysophylla</i>               | Poaceae         | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Halerpestes exilis</i>                 | Ranunculaceae   | Nativa   | Hierba Anual   | No evaluada               |
| <i>Haplopappus rigidus</i>                | Asteraceae      | Nativa   | Arbusto        | No evaluada               |
| <i>Hordeum pubiflorum ssp. Halophilum</i> | Poaceae         | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Juncus balticus</i>                    | Juncaceae       | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Lobelia oligophylla</i>                | Campanulaceae   | Nativa   | Hierba perenne | No evaluada               |
| <i>Lycium minutifolium</i>                | Solanaceae      | Endémica | Arbusto        | No evaluada               |
| <i>Nastanthus caespitosus</i>             | Calyceraceae    | Endémica | Hierba perenne | No evaluada               |

| Especie                         | Familia       | Origen | Hábito                  | Categoría de conservación |
|---------------------------------|---------------|--------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Oxychloë andina</i>          | Juncaceae     | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |
| <i>Phylloscirus acaulis</i>     | Cyperaceae    | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |
| <i>Puccinellia frigida</i>      | Poaceae       | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |
| <i>Ruppia filifolia</i>         | Ruppiaceae    | Nativa | Hierba acuática perenne | No evaluada               |
| <i>Ruppia sp.</i>               | Ruppiaceae    | Nativa | Hierba acuática perenne | -                         |
| <i>Scirpus sp.</i>              | Cyperaceae    | -      | Hierba perenne          | -                         |
| <i>Triglochin concinna</i>      | Juncaginaceae | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |
| <i>Werneria pygmaea</i>         | Asteraceae    | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |
| <i>Zameioscirus atacamensis</i> | Cyperaceae    | Nativa | Hierba perenne          | No evaluada               |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.4.3.3 Categoría de conservación

No se registraron especies en categoría de conservación de carácter vinculante, establecida por la ley vigente y definida por los decretos que aprueban y oficializan los resultados de los procesos de clasificación de especies concluidos a la fecha, de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestre Según Estado de Conservación o RCE (D.S. N° 29/2011 de MMA). A su vez, las fuentes que establecen categorías no vinculantes tampoco definen alguna categoría de conservación para las especies registradas (Benoit, 1989; Squeo et al., 2008).

### 3.4.3.4 Origen y endemismo

Según la Figura 39, en el Área de Estudio se registraron 30 especies nativas, de las cuales solo dos especies son endémicas, *Lycium minutifolium* y *Nastanthus caespitosus*. Se registran dos entidades sin información de origen (s/i), donde una de ellas corresponde a *Scirpus sp.*, identificada a nivel de género, y *Festuca cf. nardifolia*, especie que requiere ser confirmada con nuevas muestras de terreno. No se registraron especies alóctonas o introducidas, lo que da cuenta, en parte, de la baja intervención de estos humedales, y de la nula supervivencia de especies ajenas a estos sistemas.

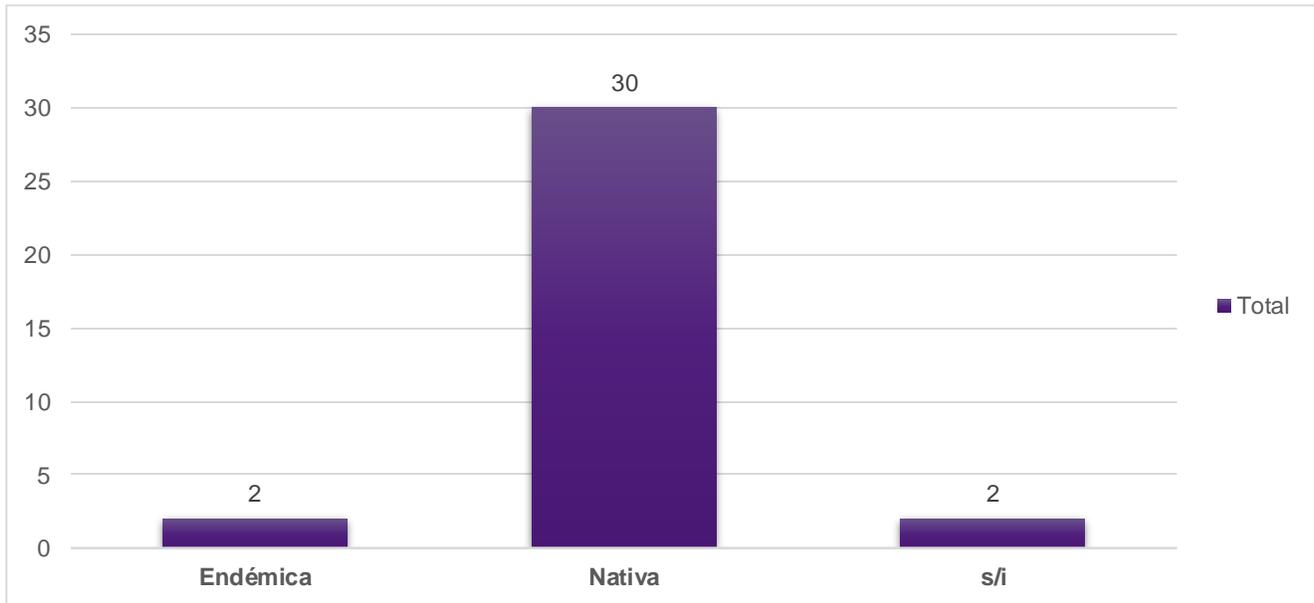


Figura 39. Número de especies según su origen.  
s/i: Sin información.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.4.3.5 Frecuencia y abundancia de especies

La Tabla 9 presenta la flora registrada por Humedal. En ella se detalla las especies registradas, la frecuencia de cada especie en el Área de Estudio y la riqueza de especies por humedal.

Tabla 9. Flora registrada en el Área de Estudio, por humedal.

| Especie                     | Salar de Pedernales | Salar de Piedra | Salar La Laguna | Ciénaga | Pastos largos Río negro | Tinajas/Trojitas | Tordillo | Vertiente 2 | El Colorado | La Ola | Leoncito | Asiento | Frecuencia Especie |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------|-------------------------|------------------|----------|-------------|-------------|--------|----------|---------|--------------------|
| <i>Acaena magellanica</i>   |                     |                 |                 |         |                         |                  |          |             |             |        |          | 1       | 1                  |
| <i>Adesmia echinus</i>      |                     |                 |                 | 1       | 1                       |                  |          |             |             |        | 1        |         | 3                  |
| <i>Arenaria rivularis</i>   |                     |                 |                 |         |                         |                  |          |             |             |        | 1        | 1       | 2                  |
| <i>Atriplex deserticola</i> |                     |                 |                 |         |                         |                  |          |             |             |        |          | 1       | 1                  |
| <i>Calandrinia compacta</i> |                     |                 |                 |         | 1                       |                  |          | 1           |             |        | 1        |         | 3                  |

| Especie  | Salar de Pedernales | Salar de Piedra | Salar La Laguna | Ciénaga | Pastos largos | Río negro | Tinajas/Trojitas | Tordillo | Vertiente 2 | El Colorado | La Ola | Leoncito | Asiento | Frecuencia Especie |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|---------|---------------|-----------|------------------|----------|-------------|-------------|--------|----------|---------|--------------------|
| <i>Calceolaria pinifolia</i>                     |                     |                 |                 |         |               | 1         |                  |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Carex gayana</i>                              |                     |                 |                 |         | 1             |           |                  |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Carex maritima</i>                            |                     |                 |                 |         | 1             |           |                  |          |             | 1           |        |          |         | 2                  |
| <i>Carex vallis-pulchrae</i>                     |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          | 1           |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Descurainia pimpinellifolia</i>               |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        |          | 1       | 1                  |
| <i>Deyeuxia eminens</i> var. <i>eminens</i>      |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        | 1        |         | 1                  |
| <i>Deyeuxia eminens</i> var. <i>fulva</i>        |                     | 1               |                 | 1       | 1             | 1         |                  |          | 1           |             | 1      | 1        |         | 7                  |
| <i>Deyeuxia velutina</i>                         |                     |                 |                 | 1       | 1             | 1         |                  |          | 1           |             | 1      | 1        |         | 6                  |
| <i>Eleocharis atacamensis</i>                    |                     |                 |                 | 1       |               |           |                  |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Eleocharis</i> sp.                            |                     |                 |                 |         |               |           | 1                |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Fabiana bryoides</i>                          |                     |                 |                 |         |               | 1         |                  |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Festuca</i> cf. <i>nardifolia</i>             |                     |                 |                 | 1       | 1             |           | 1                | 1        |             |             |        |          |         | 4                  |
| <i>Festuca chrysophylla</i>                      |                     |                 |                 |         |               | 1         |                  |          |             |             |        |          |         | 1                  |
| <i>Halerpestes exilis</i>                        |                     |                 |                 | 1       |               |           |                  |          |             | 1           |        | 1        |         | 3                  |
| <i>Haplopappus rigidus</i>                       |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        |          | 1       | 1                  |
| <i>Hordeum pubiflorum</i> ssp. <i>halophilum</i> |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        | 1        |         | 1                  |

| Especie                          | Salar de Pedernales | Salar de Piedra | Salar La Laguna | Ciénaga | Pastos largos | Río negro | Tinajas/Trojitas | Tordillo | Vertiente 2 | El Colorado | La Ola | Leoncito | Asiento | Frecuencia Especie |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------|---------------|-----------|------------------|----------|-------------|-------------|--------|----------|---------|--------------------|
| <i>Juncus balticus</i>           |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        | 1        |         | 1                  |
| <i>Lobelia oligophylla</i>       |                     |                 |                 |         |               |           | 1                | 1        |             |             |        | 1        |         | 3                  |
| <i>Lycium minutifolium</i>       |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        |          | 1       | 1                  |
| <i>Nastanthus caespitosus</i>    |                     |                 |                 | 1       | 1             |           | 1                |          |             |             |        |          |         | 3                  |
| <i>Oxychloë andina</i>           |                     |                 |                 |         | 1             | 1         | 1                | 1        | 1           |             |        | 1        |         | 6                  |
| <i>Phylloscirpus acaulis</i>     | 1                   | 1               |                 |         | 1             | 1         | 1                | 1        |             | 1           | 1      |          |         | 8                  |
| <i>Puccinellia frigida</i>       | 1                   | 1               | 1               | 1       |               | 1         |                  |          |             | 1           |        | 1        |         | 7                  |
| <i>Ruppia filifolia</i>          | 1                   |                 | 1               |         |               |           |                  |          |             |             |        | 1        |         | 3                  |
| <i>Ruppia sp.</i>                |                     | 1               |                 |         |               |           | 1                |          |             |             | 1      | 1        |         | 4                  |
| <i>Scirpus sp.</i>               |                     |                 |                 |         |               |           | 1                | 1        |             |             |        |          |         | 2                  |
| <i>Triglochin concinna</i>       | 1                   | 1               |                 |         |               |           |                  |          |             |             | 1      | 1        |         | 4                  |
| <i>Werneria pygmaea</i>          |                     |                 |                 |         |               |           |                  |          |             |             |        | 1        |         | 1                  |
| <i>Zameioscirpus atacamensis</i> | 1                   | 1               | 1               |         |               |           |                  |          |             |             | 1      | 1        |         | 5                  |
| Riqueza de Especies por Humedal  | 5                   | 6               | 3               | 8       | 9             | 10        | 8                | 5        | 5           | 4           | 6      | 17       | 6       | 35                 |

1: Registro de la especie en la referencia consultada.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Tabla 9 se puede observar que la especie con mayor frecuencia es *Phylloscirpus acaulis*, con una frecuencia de 8, lo que quiere decir que esta se registró en 8 de los 13 humedales visitados. Le siguen, con frecuencia descendente, las especies *Deyeuxia eminens var. fulva* y *Puccinellia frigida* con presencia en 7 humedales, *Deyeuxia velutina* y *Oxychloë andina* con presencia en 6, y *Zameioscirpus atacamensis*, con presencia en 5 del total de humedales del Área de Estudio.

En el caso contrario, son 16 las especies que se registran en solo un humedal, denominadas raras por su baja frecuencia: *Acaena magellanica*, *Atriplex deserticola*, *Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *C. vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Deyeuxia eminens* var. *eminens*, *Eleocharis atacamensis*, *Eleocharis* sp., *Fabiana bryoides*, *Festuca chrysophylla*, *Haplopappus rigidus*, *Hordeum pubiflorum* ssp. *halophilum*, *Juncus balticus*, *Lycium minutifolium* y *Werneria pygmaea*. En este listado se puede distinguir la presencia de especies comunes de vegetación zonal, como son *A. deserticola*, *F. bryoides* y *L. minutifolium*, por lo que su registro en vegetación azonal como son los sistemas SVATH estudiados, puede deberse a su ubicación en los ecotonos de estos sistemas y la vegetación zonal circundante.

En este punto, es particular el caso del humedal ubicado en la quebrada Asiento. En este humedal se registró 6 especies, 5 de las cuales solo se encuentran en esta quebrada, lo que lo convierte en un sector completamente diferente al resto de los SVATH estudiados.

En lo que refiere a riqueza de especies por humedal, la Tabla 9 también provee de esa información. El humedal con mayor riqueza es el de Leoncito, con 17 especies registradas, seguido por Río negro con 10 especies, Pastos largos con 9, y Ciénaga y Tinajas/Trojitas, con 8 cada uno. El humedal con menor riqueza es el ubicado en el salar La Laguna, con solo 3 especies registradas.

### 3.4.4 Análisis de sensibilidades ambientales

En esta sección se presentan y detallan las sensibilidades ambientales identificadas para los SVAHT visitados, relativas a las comunidades de vegetación y flora registradas. La definición de sensibilidades se basó principalmente en los criterios establecidos por la “Guía para la Descripción del Área de Influencia – Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestre” (SEA, 2015) y en la “Guía de Evaluación Ambiental: Criterios para la Evaluación de Proyectos sometidos al SEIA” (CONAF, 2020), donde se establecen singularidades ambientales a considerar en la evaluación de impacto ambiental de proyectos.

#### 3.4.4.1 Singularidades de vegetación

*Intervenciones en o colindante con o aguas arriba de Humedales / Intervenciones que se localizan en o colindante a vegas y/o bofedales que pudieran verse afectados por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas*

Con excepción de los salares, en todos los SVAHT visitados se registran intervenciones antrópicas, asociadas en su mayoría a la instalación de obras hidráulicas para la extracción y conducción de agua: zanjas de drenaje, tuberías y tranques.

Considerando lo anterior, se deduce que, tanto las intervenciones del flujo de agua como su reconducción y extracción podrían afectar la condición de los SVAHT visitados. A juicio de lo observado, y particularmente en El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos, donde se registró formaciones de vegetación muerta, y donde todas estas unidades presentaban obras hidráulicas, es muy posible que dichas obras tengan injerencia en la condición actual de estos SVAHT.

*Intervenciones que se localizan en territorios con valor ambiental*

Según CONAF (2020), se entiende que un territorio cuenta con valor ambiental cuando corresponda a un territorio con nula o baja intervención antrópica y provea de servicios ecosistémicos locales

relevantes para la población, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad.

Si bien los SVAHT visitados evidencian intervención antrópica, estos poseen y siguen entregando servicios ecosistémicos, donde se identifican servicios de provisión de forraje y materia seca para el ganado y fauna silvestre, servicios de regulación del flujo, provisión y mantención de calidad del agua y del ciclo de nutrientes, y culturales, con turismo, paisaje y asociados a tradiciones sociales y económicas (Figuroa *et al.*, 2016; WCS Chile, 2019; MMA – ONU Medio Ambiente, 2021). Mayores intervenciones de estos sistemas comprometen en mayor medida la mantención de estos servicios ecosistémicos.

*Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional / Presencia de formaciones vegetales frágiles.*

Las formaciones azonales, o SVATH, corresponden a formaciones escasas, que se originan por situaciones particulares del terreno, correspondiente a condiciones locales normalmente acotadas a características de suelo o sustrato, humedad, salinidad o cualquier característica particular que determine su presencia (Ahumada y Faundez, 2009). Son considerados sistemas ecológicos azonales hídricos, altamente correlacionados y dependientes de aportes hídricos permanentes y constantes, influenciados principalmente por las precipitaciones estivales. La intervención indirecta, de las condiciones particulares que permiten el establecimiento de estas formaciones vegetacionales, o directas, de las mismas formaciones, comprometen en efecto su continuidad.

Luebert y Pliscoff (2019) evaluaron la superficie remanente de cada uno de los pisos vegetacionales, o el porcentaje de afectación o reemplazo por otras actividades según la superficie total definida, y su representatividad porcentual dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE), o la superficie del piso de vegetación que se encuentra dentro de alguna figura legal de protección, con lo cual, y mediante la aplicación de los criterios de la lista roja de ecosistemas de la IUCN, se establecieron estados de conservación para cada piso vegetacional, basados en el criterio principal de la reducción de la distribución.

Basado en lo anterior, y considerando los pisos vegetacionales donde se encuentran los SVAHT del Área de Estudio, el matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata* y el herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*, Luebert y Pliscoff (2019) establecen que para ambos existe una superficie remanente del 99,7%, es decir, cada piso revela una tasa muy baja de reemplazo, del 0,3%.

En el caso de la representación de estos pisos dentro de áreas con protección oficial, para el matorral de *Atriplex imbricata* no se registran superficies incluidas dentro del SNASPE (0%), mientras que para el herbazal de *Chaetanthera sphaeroidalis* solo presenta un 5,5% dentro de áreas protegidas. Se debe considerar que el mínimo aceptable de superficie protegida es el 17% de acuerdo con el plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020 (CBD, 2011; como se citó en Luebert y Pliscoff, 2019,).

Finalmente, el estado de conservación definido por Luebert y Pliscoff (2019) para ambos tipos es LC, o Preocupación menor, correspondientes a ecosistemas que no cumplen con ninguno de los criterios utilizados para el análisis de riesgo, y que por tanto no presentan grandes presiones del medio que puedan afectar su conservación.

Considerando la escala a la que se realizó el análisis de los pisos vegetacionales, y que los SVAHT evaluados corresponde a sistemas o unidades intrazonales definidos por Luebert y Pliscoff (2019), pero no evaluados por ellos, puede resultar complejo escalar dicho análisis a estas unidades más pequeñas. Sin embargo, considerando que estos SVAHT se encuentran insertos dentro de los pisos vegetacionales evaluados, es posible estimar de manera general, su representatividad o fragilidad, basado en los criterios utilizados por los autores y utilizando información complementaria.

Considerando su dependencia con el recurso hídrico, y definiendo con esto su fragilidad, las obras hidráulicas que intervengan dichos aportes podrían poner en riesgo a estos sistemas. Según lo observado en terreno, las obras de extracción y reconducción de aguas ya afectaron algunas zonas de los SVAHT de El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos. Si bien los valores de superficies remanentes para cada piso son sumamente altos, del 99,7%, dan cuenta de una buena representatividad de los sistemas, sí se evidencia afectación a nivel local, con sectores con vegetación muerta en los humedales mencionados. La Tabla 10 presenta la superficie en ha de vegetación muerta registrada en cada humedal visitado, junto con la superficie del resto de usos. Como se mencionó, destacan El Colorado, con 4 ha, un 63,1% de la superficie total evaluada, La Ciénaga, con 0,27 ha, un 43,9% del total, y Pastos largos, donde se registraron 11,31 ha, un 26,9% del total.

Tabla 10. Superficie, en ha, según tipo o condición de vegetación y otros usos.

| Humedal                      | Superficie con Vegetación (ha) | Superficie desprovista de vegetación (ha) | Superficie con otros usos (ha) | Superficie Sin información (ha) | Superficie con Vegetación muerta (ha) | Superficie Total (ha) |
|------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Salar de Pedernales          | 19,98                          |   | 2,77                           | 14,73                           |                                       | 37,48                 |
| Salar La Laguna              | 0,35                           |   |                                | 0,15                            |                                       | 0,49                  |
| Salar de Piedra Parada       | 4,36                           | 0,67                                      |                                | 3,40                            |                                       | 8,42                  |
| Ciénaga                      | 0,34                           |   |                                |                                 | 0,27                                  | 0,61                  |
| Pastos Largos                | 22,54                          |   |                                | 8,25                            | 11,31                                 | 42,10                 |
| Río Negro                    | 2,97                           |   |                                |                                 |                                       | 2,97                  |
| Tinajas/Trojitas             | 0,28                           | 0,32                                      |                                |                                 |                                       | 0,59                  |
| Tordillo                     | 0,77                           | 0,19                                      |                                |                                 |                                       | 0,96                  |
| Vertiente 2 (Cerros Nevados) | 3,03                           |   |                                | 0,68                            |                                       | 3,71                  |
| El Colorado                  | 2,33                           |   |                                |                                 | 4,00                                  | 6,34                  |
| La Ola                       | 20,41                          | 0,11                                      |                                | 4,94                            |                                       | 25,47                 |
| Leoncito                     | 42,49                          |   | 0,14                           | 3,59                            |                                       | 46,22                 |
| Asiento                      | 1,20                           |   | 0,15                           | 1,44                            |                                       | 2,80                  |
| <b>Total (ha)</b>            | <b>121,05</b>                  | <b>1,29</b>                               | <b>3,06</b>                    | <b>37,19</b>                    | <b>15,57</b>                          | <b>178,16</b>         |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En cuanto a su representación en el SNASPE que incluyan a los SVAHT analizados, ninguno de estos se encuentra dentro de estas áreas protegidas por ley. Sí se encuentran dentro del sitio prioritario Salar de Pedernales y sus alrededores los SVAHT del Salar de Pedernales, de la Laguna y de Piedra Parada, lo que se comentará más adelante.

Finalmente, si bien la categoría otorgada a ambos pisos vegetacionales es Preocupación menor, esto no es aplicable para los SVAHT evaluados. Es necesario aplicar los criterios definidos Rodríguez *et al.* (2010) para establecer sus categorías, y donde no solo se consideren los criterios de reducción en la distribución, sino también su distribución restringida, la degradación ambiental que puedan presentar, la alteración de procesos e interacciones bióticas y estimaciones cuantitativas del riesgo de colapso de los ecosistemas.

### *Permanencia de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático*

Luebert y Pliscoff (2019) también entregan un análisis de proyecciones futuras, referidas a reducción o expansión en superficie de cada piso vegetacional, bajo escenarios de cambio climático. Según estos autores, para los pisos donde se inserta el Área de Estudio, se estimó una reducción en superficie para el matorral de *Atriplex imbricata*, y una ampliación para el herbazal de *Chaetanthera sphaeroidalis*.

Resulta difícil asociar dichas predicciones a los SVAHT evaluados, debido en parte a las diferencias de escala de análisis y al criterio de reducción/expansión utilizada, y considerando a la vez que estas unidades se insertan dentro de estos sistemas y poseen cierta independencia de sus dinámicas, debido a su condición de intrazonalidad.

Debido a esto es que se consultó a Muñoz-Sáez *et al.* (2021), estudio que propone un mapa del riesgo climático para diversos tipos de vegetación nativa del territorio nacional. Según estos autores, tanto la estepa altiplánica como los salares enfrenta altos niveles de riesgo frente al cambio climático, con un compromiso que varía entre el 81 y el 100% de su extensión. Es justamente en estos ecosistemas donde se desenvuelven los SVAHT evaluados, por lo que se debe considerar que este riesgo también les compete a estos. Muñoz-Sáez *et al.* (2021) agregan que esta afectación es relevante considerando que, por ejemplo, los salares conforman un hábitat clave para algunas especies de aves migratorias (Lobos *et al.*, 2018).

Estos antecedentes, basados en modelos predictivos, complementan y reafirman la condición de fragilidad de los ecosistemas que constituyen los SVAHT evaluados.

### *Área de Estudio que se localiza en o colindante a un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad (Ley 19.300, Art. 11. Letra d)*

El Área de Estudio se encuentra mayormente dentro del Sitio Prioritario de Conservación de la Biodiversidad denominado Salar de Pedernales y sus alrededores. Este sitio se extiende entre las cordilleras Claudio Gay y Domeiko, incluyendo al sur una porción del río Juncalito y sus afluentes, y al oeste al río Salado. Los salares de Pedernales, La Laguna y Piedra Parada se encuentran dentro del sitio prioritario, y por tanto los SVAHT visitados (Figura 1). El resto de los humedales considerados en el Área de Estudio se encuentran fuera de este sitio, pudiendo diferenciar los que se encuentran dentro de la cuenca del Salar de Pedernales, como La Ola, Leoncito, Tordillo, Pastos largos y Río Negro, de

los que se encuentran fuera de esta cuenca, en la cordillera Domeiko: Asiento, el Colorado, Ciénaga y Tinajas/Trojitas, todos a una distancia variable entre 2 a 30 km, del sitio prioritario. La quebrada del SVAHT de Vertiente 2 (Cerros Nevados) pertenece a la cuenca ubicada al sur de Pedernales, asociada a la del Parque Nacional Nevado Tres Cruces (Figura 1).

#### *Área de Estudio en o colindante con áreas bajo protección oficial*

Cómo se mencionó, el Área de Estudio se encuentra cerca del Parque Nacional Nevado Tres Cruces. El humedal de Vertiente 2 (Cerros Nevados), el SVAHT más al sur del Área de Estudio, es el más cercano a este parque, ubicado a unos 20 km al norte (Figura 1).

#### **3.4.4.2 Singularidades de flora**

##### *Presencia de especies endémicas*

Las especies endémicas corresponden a entidades biológicas que solo se ubican dentro de ciertos límites territoriales definidos, como los límites administrativos de una región o país, por lo que la afectación de individuos o poblaciones puede comprometer la supervivencia de dicha especie.

Se registró dos especies endémicas, *Nastanthus caespitosus* en los humedales de Ciénaga, Pastos Largos y Tinajas/Trojitas, y *Lycium minutifolium* en el Asiento.

*Nastanthus caespitosus* corresponde a una especie perenne, herbácea arrosetada, endémica de las regiones de Antofagasta, Atacama y El Maule (Rodríguez *et al.*, 2018; Zavala-Gallo *et al.*, 2010) y comúnmente asociada a cursos de agua o terrenos húmedos (Figura 40).



*Figura 40. Registro de la especie endémica Nastanthus caespitosus.*

La especie *Lycium minutifolium* corresponde a un arbusto espinoso, endémico de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo (Rodríguez *et al.*, 2018), registrado en el Área de Estudio solo en el humedal de la quebrada del Asiento. Esta especie normalmente se asocia a formaciones de vegetación zonales, comúnmente formaciones arbustivas de laderas de quebrada. Luebert y Pliscoff (2019) la asocian a dos pisos vegetacionales de matorral bajo desértico, uno de ellos cercano al Área de Estudio: Matorral bajo desértico tropical interior de *Nolana leptophylla* – *Cistanthe salsoloides*, donde la especie es considerada integrante de la comunidad de *Atriplex deserticola* - *Lycium minutifolium*.

A pesar de lo anterior, estas especies no presentan una distribución restringida a nivel nacional, encontrándose cada una en al menos tres (3) regiones (Rodríguez *et al.*, 2018), por lo que la intervención directa de dichas especies, o de los sistemas donde se desenvuelven podría afectar la presencia de estas a nivel local, pero no comprometerlas a nivel nacional.

#### *Presencia de especies de distribución restringida*

Basado en Rodríguez *et al.* (2018) y Squeo *et al.* (2008), no se registran especies con distribución restringida, estando todas representadas en al menos tres regiones del país.

A pesar de lo anterior, se debe considerar que, si bien las especies asociadas a los SVAHT identificados también se encuentran en sistemas azonales similares en otras regiones, estas entidades son altamente dependientes de estos sistemas hídricos, por lo que una afectación de estos puede comprometer la supervivencia de estas especies a nivel local.

### 3.5 Conclusión

La revisión bibliográfica permitió definir el marco biogeográfico del Área de Estudio como la Región de la Estepa Altoandina, específicamente en la Subregión del Altiplano y la Puna. En ella se insertan dos Formaciones Vegetacionales, denominadas como la “Estepa desértica de los salares andinos” y la del “Desierto altoandino del Ojos del Salado” (Gajardo, 1994). Conjuntamente, los humedales se encuentran en tres pisos vegetacionales denominados como Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata*, el Herbazal tropical-mediterráneo andino de *Chaetanthera sphaeroidalis* y en un sector denominado como Sin Vegetación. Las unidades intrazonales de estos pisos vegetacionales son las denominadas Matorral desértico ripario, Tuberías alcalinas (Bofedales), Pastizal alto ripario y las Comunidades herbáceas riparias (Luebert y Pliscoff, 2019).

La comparación entre el marco biogeográfico establecido por Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2019), y las comunidades identificadas en los humedales visitados concuerdan entre sí, arrojando dos semejanzas en relación con las unidades intrazonal de turberías alcalinas:

- En la primera, considerando la diferencia de escalas de los estudios y la poca información respecto a estos sistemas de acuerdo con Gajardo (1994), a nivel de flora se destacan las especies *Acaena magellanica*, *Atriplex deserticola* y *Juncus balticus* como entidades en común descritas en la flora identificada dentro del Área de Estudio. Estas se encuentran registradas en los humedales Asiento (*A. magellanica* y *A. deserticola*) y Leoncito (*J. balticus*).
- La segunda se asocia a las comunidades de bofedales, pajonales hídricos y vegas ubicados en quebradas: Ciénaga, Pastos Largos, Río Negro, Tinajas/Trojitas, Tordillo, Vertiente 2 (Cerros nevados), El Colorado. Estos humedales pueden presentar afloramientos salinos y presencia de agua en superficie.

La comparativa histórica a nivel de especies, permite concluir que en términos de riqueza y composición, este estudio registró 30 especies, aportando 12 nuevas especies al catálogo florístico original de la Flora Potencial del Área de Estudio (*Adesmia echinus*, *Calceolaria pinifolia*, *Carex gayana*, *Carex vallis-pulchrae*, *Descurainia pimpinellifolia*, *Eleocharis atacamensis*, *Festuca cf. nardifolia*, *Haplopappus rigidus*, *Lobelia oligophylla*, *Nastanthus caespitosus*, *Phylloscirpus acaulis* y *Werneria pygmaea*).

A partir de la flora registrada por humedal, se identifica que la mayoría de las especies presentan un origen nativo y en menor magnitud de origen endémico. Del conjunto de especies, no se registró ninguna en categoría de conservación. Además, cabe destacar que no se registraron especies alóctonas, lo que refleja por una parte el efecto de las condiciones particulares de estos sistemas para la supervivencia de especies introducidas, y por otra parte la plasticidad adaptativa que presentan estas especies al adaptarse a condiciones ambientales extremas.

Respecto a las sensibilidades ambientales identificadas para los SVATH evaluados, categorizados como territorios con valor ambiental, en relación con las comunidades de vegetación y flora se evidencia la intervención de estos sistemas por la presencia de obras hidráulicas para la extracción y conducción de agua, lo cual podría estar relacionado con las formaciones de vegetación muerta presentes en El Colorado, La Ciénaga y Pastos largos. Entre otros elementos sensibles, cabe destacar la presencia de

las especies endémicas *Nastanthus caespitosus* en los humedales de Ciénaga, Pastos Largos y Tinajas/Trojitas, y *Lycium minutifolium* en el Asiento.

### 3.6 Referencias

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, División de protección de los recursos naturales renovables. Santiago. 118 pp.

Anton, A., y Zuloaga, F. (s.f.). *Flora Argentina*. Recuperado el 21 de diciembre de 2021. <http://www.floraargentina.edu.ar>.

Benoit, I. (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago. 157 pp.

Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. 820 pp.

Convention on Biological Diversity (CBD). (2011). COP decision X/2: Strategic plan for biodiversity 2011-2020. Recuperado el 14 de abril de 2022. <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268>.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2020). Guía de Evaluación Ambiental Criterios para la participación de CONAF en el SEIA. Santiago, Chile. 159 pp.

Corporación Nacional del Cobre (CODELCO). (2019). Ficha del proyecto: Rajo Inca. Estudio de impacto ambiental. Capítulo 3: línea de base (sección b) medio biótico. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. <https://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php?nombre=rajo%20inca>.

Decreto Supremo N°68 de 2009 [Ministerio de Agricultura; Subsecretaría de Agricultura]. Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. 02 de diciembre de 2009. <http://bcn.cl/2qkai>

Decreto Supremo N°44 de 2021 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoséptimo proceso. 30 de diciembre de 2020. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1170656>

Decreto Supremo N°16 de 2020 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimosexto proceso. 03 de agosto de 2020. <http://bcn.cl/2sce5>

Decreto Supremo N°23 de 2019 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoquinto proceso. 30 de julio de 2019. <http://bcn.cl/31395>

Decreto Supremo N°79 de 2018 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimocuarto proceso. 02 de agosto de 2018. <http://bcn.cl/31396>

Decreto Supremo N°6 de 2017 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo tercer proceso. 16 de marzo de 2017. <http://bcn.cl/2rsea>

Decreto Supremo N°16 de 2016 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, duodécimo proceso. 03 de junio de 2016. <http://bcn.cl/3139c>

Decreto Supremo N°38 de 2015 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, undécimo proceso. 07 de septiembre de 2015. <http://bcn.cl/2svh6>

Decreto Supremo N°52 de 2014 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. 26 de marzo de 2014. <http://bcn.cl/31450>

Decreto Supremo N°13 de 2013 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. 17 de abril de 2013. <http://bcn.cl/2p9z8>

Decreto Supremo N°19 de 2012 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. 26 de junio de 2012. <http://bcn.cl/3145e>

Decreto Supremo N°42 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. 30 de noviembre de 2011. <http://bcn.cl/2lrlp>

Decreto Supremo N°41 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies, según su estado de conservación, sexto proceso. 30 noviembre de 2011. <http://bcn.cl/3145l>

Decreto Supremo N°33 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. 07 de septiembre de 2011. <http://bcn.cl/2og2d>

Decreto Supremo N°29 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. 26 de julio de 2011. <http://bcn.cl/2k6w2>

Decreto Supremo N°23 de 2009 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 03 de marzo de 2009. <http://bcn.cl/2str1>

Decreto Supremo N°51 de 2008 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 24 de abril de 2008. <http://bcn.cl/2rse1>

Decreto Supremo N°50 de 2008 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. 24 de abril de 2008. <http://bcn.cl/2sr1i>

Decreto Supremo N°151 de 2006 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. 06 de diciembre de 2006. <http://bcn.cl/31487>

Etienne, M. y Prado, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas Ciencias Agrícolas N°10. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 120 pp.

Faúndez, L., Faúndez, A., Flores, R. y Bobadilla, P. (2017). Guía de Reconocimiento Especies Dominantes de la Vegetación Región de Coquimbo. CONAF-BIOTA-GEF/SIMEF. Santiago, Chile. 252 pp.

Faúndez, L., Faúndez, A. y Flores, R. (s. f.). Manual para el reconocimiento de especies del D.S. N°68/2009 MINAGRI, presentes en la región de Antofagasta. CONAF proyecto FIBN 028/2015. 42 pp. [https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio\\_documento/2021/08/Antofagasta.pdf](https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2021/08/Antofagasta.pdf).

Figuroa, E., Reyes, P., Calfucura E., Torres M., Bachmann P y Aguilar M. 2016. Mapa de Valor Económico de los Servicios Ecosistémicos de la Región de Tarapacá. Proyecto del Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE) - Universidad de Chile realizado para el Gobierno Regional de Tarapacá. 112 pp.

Gajardo, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

Giménez, G. (1996). Territorio y Cultura. *Revista de Estudios sobre Culturas Contemporáneas*. Universidad de Colima, México. 2(4), 9-30 pp. <https://www.redalyc.org/pdf/316/31600402.pdf>.

Hernández, J., Serra, M. T. y Faúndez, L. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. 37 pp.

The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado 21 de diciembre 2021: <https://www.iucnredlist.org/>.

Luebert, F. y Pliscoff, P. (2019). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial universitaria. Santiago, Chile. 381 pp.

Luebert, F. (1999). *Caracterización Florística y Vegetacional del Parque Nacional Llullaillaco (II Región, Chile)*. [Tesis de título profesional de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencia Forestales, Universidad de Chile]. Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). *Inventario nacional de especies de Chile*. Recuperado el 22 de diciembre 2021. <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA) - ONU Medio Ambiente. (2021). Guía para facilitar la gestión de las denuncias sobre actividades que afectan a humedales. Huella Naturaleza SPA. Proyecto GEF/SEC ID:9766 "Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile". Santiago, Chile. 37 pp. <https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/Guia-de-denuncia.pdf>

Muëller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. New York, USA. 547 pp.

Muñoz-Sáez, A., Choe, H., Boynton, R. M., Elsen, P. y Thorne, J. 2021. Climate exposure shows high risk and few climate refugia for Chilean native vegetation. *Science of The Total Environment*. Vol. 785. 12 pp.

Peñaloza, A., Pardo, V., Marticorena, A., Cavieres L., y Frugone, F. (2013). Flora y Vegetación del Parque Nacional Llullaillaco. 356 pp.

Rodríguez, J. P., Rodríguez-Clark, K., Baillie, J., Ash, N., Benson, J., Boucher, M., Brown, C., Burgess, N., Collen, B., Jennings, M., Keith, D., Nicholson, E., Revenga, C. Reyers, B., Rouget, M., Smith, T. Spalding, M., Taber, A., Walpole, *et al.* (2010). Establishing IUCN Red List Criteria for Threatened Ecosystems. *Conservation Biology*, 25(1), 21-29. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01598.x>

Rodríguez, R. *et al.* (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Bot.* Vol.75, n.1, pp.1-430. ISSN 0016-5301. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001>.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2015). Guía para la descripción del área de influencia: Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. División de evaluación ambiental y participación ciudadana, Gobierno de Chile. 96 pp. [https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia\\_ecosistemas\\_terrestres.pdf](https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf)

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2017). Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 46 pp. [https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/05/03/guia\\_area\\_de\\_influencia\\_ajuste\\_10.pdf](https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/05/03/guia_area_de_influencia_ajuste_10.pdf).

Squeo, F., Osorio, R. y Arancio, G. (1994). Flora de Los Andes de Coquimbo: Cordillera de doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. 168 pp.

Squeo, F., Arancio, G. y Gutiérrez, J. R. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 466 pp.

Tellier, S. (1998). *Catálogo de las plantas vasculares del área altoandina de salar de Coposa - Cordón Collaguasi. Chile, Región de Tarapacá (I)*. *Chloris Chilensis*. Recuperado el 23 de diciembre 2021. <https://www.chlorischile.cl/COLLAHUA/collahua.htm>.

Zavala-Gallo, L., Denham, S. y Pozner, R. (2010). Revision of the genus *Nastanthus* (Calyceraceae). *Gayana Botánica*. 67(2), 158-175. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432010000200002>.

Wildlife Conservation Society (WCS) Chile. (2019). Humedales de Chile: 40 mil reservas de vida. <https://chile.wcs.org/Portals/134/Libro%20Humedales%20WCS.pdf?ver=2019-02-08-203952-653>

## 3.7 Apéndices

### 3.7.1 Apéndice 3.1: Parcelas florísticas y levantamiento en terreno

| Humedal       | ID Punto | Levantamiento | UTM Este | UTM Norte |
|---------------|----------|---------------|----------|-----------|
| Asiento       | L12      | F/COT         | 467792   | 7070313   |
|               | L13      | F/COT         | 467763   | 7069997   |
|               | MH09     | F/COT         | 467629   | 7069937   |
| Ciénaga       | L10      | F/COT         | 464616   | 7054776   |
|               | L11      | F/COT         | 464600   | 7054726   |
|               | MH08     | F/COT         | 464584   | 7054660   |
| El Colorado   | L08      | F/COT         | 468850   | 7060067   |
|               | L09      | F/COT         | 468548   | 7060381   |
|               | MH04     | F/COT         | 468276   | 7060844   |
|               | MH05     | F/COT         | 468311   | 7060796   |
|               | MH06     | COT           | 468365   | 7060695   |
| La Ola        | MH07     | F/COT         | 468491   | 7060454   |
|               | L04      | F/COT         | 495255   | 7065220   |
|               | L05      | F/COT         | 495444   | 7064807   |
|               | L06      | F/COT         | 495626   | 7064591   |
| Leoncito      | L07      | F/COT         | 495945   | 7064273   |
|               | L14      | F/COT         | 501831   | 7065009   |
|               | L15      | COT           | 501856   | 7065040   |
|               | L16      | F/COT         | 501201   | 7065073   |
|               | L17      | F/COT         | 501052   | 7065215   |
|               | MH10     | F/COT         | 499166   | 7065543   |
| Pastos largos | MH11     | F/COT         | 500364   | 7065450   |
|               | L21      | F/COT         | 477926   | 7045018   |
|               | L22      | F/COT         | 478160   | 7044968   |
|               | L23      | F/COT         | 478441   | 7044899   |
|               | L24      | F/COT         | 479369   | 7044540   |
|               | L25      | F/COT         | 479404   | 7044714   |

| Humedal                | ID Punto | Levantamiento | UTM Este | UTM Norte |
|------------------------|----------|---------------|----------|-----------|
|                        | MH14     | F/COT         | 480464   | 7044840   |
|                        | MH15     | COT           | 480857   | 7044906   |
|                        | MH16     | F/COT         | 481677   | 7044649   |
| Río negro              | L18      | F/COT         | 507608   | 7036132   |
|                        | L19      | F/COT         | 506953   | 7036621   |
|                        | L20      | F/COT         | 506656   | 7037082   |
| Salar de Pedernales    | L01      | F/COT         | 476881   | 7089001   |
|                        | L02      | F/COT         | 477109   | 7088290   |
|                        | L03      | F/COT         | 477513   | 7088029   |
|                        | MH01     | F/COT         | 476556   | 7089436   |
|                        | MH01B    | COT           | 476557   | 7089408   |
| Salar de Piedra Parada | L33      | F/COT         | 528660   | 7086154   |
|                        | L34      | F/COT         | 526539   | 7088252   |
|                        | L35      | COT           | 526539   | 7088252   |
|                        | MH17     | F/COT         | 520851   | 7088859   |
| Salar La Laguna        | MH02     | F/COT         | 501635   | 7101497   |
|                        | MH03     | F/COT         | 501708   | 7100717   |
| Tinajas/Trojitas       | L29      | F/COT         | 472868   | 7060081   |
|                        | L30      | F/COT         | 473055   | 7060100   |
|                        | L31      | F/COT         | 473048   | 7060388   |
|                        | L32      | F/COT         | 472980   | 7060445   |
| Tordillo               | L26      | F/COT         | 478438   | 7058501   |
|                        | L27      | F/COT         | 478508   | 7058582   |
|                        | L28      | F/COT         | 478606   | 7058795   |
| Vertiente 2            | MH12     | F/COT         | 506972   | 7031757   |
|                        | MH13     | F/COT         | 506725   | 7032080   |

Coordenadas en Datum WGS84, F: Parcela florística; COT: Levantamiento de cartografía de ocupación de tierras.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.7.2 Apéndice 3.2: Flora potencial

| Especie                        | Recopilación LB + Herbarios (2021) | Luebert y Pliscoff, (2019) | Gajardo (1994) | Flora registrada |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|
| <i>Acaena magellanica</i>      |                                    |                            | 1              | 1                |
| <i>Adesmia aegiceras</i>       | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Adesmia atacamensis</i>     |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Adesmia capitellata</i>     |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Adesmia echinus</i>         |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Adesmia erinacea</i>        |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Adesmia hystrix</i>         |                                    | 1                          | 1              |                  |
| <i>Adesmia melanthes</i>       |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Adesmia minor</i>           |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Adesmia spuma</i>           |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Anatherostipa venusta</i>   |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Arenaria rivularis</i>      | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Argyria tomentosa</i>       |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Astragalus bustillosii</i>  |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Atriplex deserticola</i>    |                                    |                            | 1              | 1                |
| <i>Atriplex imbricata</i>      |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Azorella atacamensis</i>    |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Azorella cryptantha</i>     | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Baccharis tola</i>          |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Calandrinia acaulis</i>     | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Calandrinia compacta</i>    | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Calceolaria pinifolia</i>   |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Carex gayana</i>            |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Carex maritima</i>          | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Carex vallis-pulchrae</i>   |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Chaetanthera chilensis</i>  |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Chenopodium frigidum</i>    | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Cristaria andicola</i>      | 1                                  | 1                          |                |                  |
| <i>Cruckshanksia macrantha</i> | 1                                  |                            |                |                  |

| Especie                            | Recopilación LB + Herbarios (2021) | Luebert y Pliscoff, (2019) | Gajardo (1994) | Flora registrada |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|
| <i>Cumulopuntia ignescens</i>      |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Descurainia pimpinellifolia</i> |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Deyeuxia crispa</i>             |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Deyeuxia deserticola</i>        | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Deyeuxia eminens</i>            | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Deyeuxia velutina</i>           | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Eleocharis atacamensis</i>      |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Ephedra americana</i>           |                                    | 1                          | 1              |                  |
| <i>Fabiana bryoides</i>            |                                    | 1                          |                | 1                |
| <i>Fabiana imbricata</i>           |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Festuca chrysophylla</i>        |                                    | 1                          |                | 1                |
| <i>Festuca hypsophylla</i>         | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Festuca cf. nardifolia</i>      |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Gentiana prostrata</i>          | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Gilia crassifolia</i>           | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Halerpestes cymbalaria</i>      | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Halerpestes exilis</i>          | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Haplopappus rigidus</i>         |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Hordeum comosum</i>             | 1                                  |                            | 1              |                  |
| <i>Hordeum pubiflorum</i>          | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Jaborosa caulescens</i>         |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Juncus balticus</i>             | 1                                  |                            | 1              | 1                |
| <i>Junellia pappigera</i>          |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Junellia uniflora</i>           |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Lenzia chamaepitys</i>          | 1                                  | 1                          |                |                  |
| <i>Lobelia oligophylla</i>         |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Lycium humile</i>               | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Lycium minutifolium</i>         | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Maihueniopsis ovata</i>         |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Malesherbia lactea</i>          | 1                                  | 1                          |                |                  |

| Especie                            | Recopilación LB + Herbarios (2021) | Luebert y Pliscoff, (2019) | Gajardo (1994) | Flora registrada |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|
| <i>Malesherbia lirana</i>          | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Moschopsis monocephala</i>      |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Nastanthus caespitosus</i>      |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Nastanthus compactus</i>        | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Nicotiana corymbosa</i>         |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Nicotiana longibracteata</i>    | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Nototriche auricoma</i>         |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Nototriche compacta</i>         |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Nototriche hillii</i>           |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Oriastrum pulvinatum</i>        |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Oriastrum revolutum</i>         |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Oriastrum sphaeroidale</i>      |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Oxalis hypsophila</i>           |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Oxychloë andina</i>             | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Pappostipa frigida</i>          |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Parastrephia quadrangularis</i> |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Patosia clandestina</i>         | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Perezia pungens</i>             |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Phylloscirpus acaulis</i>       |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Puccinellia frigida</i>         | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Puccinellia preslii</i>         | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Pycnophyllum bryoides</i>       |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Pycnophyllum macropetalum</i>   |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Pycnophyllum molle</i>          |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Ruppia filifolia</i>            | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Senecio chrysolepis</i>         |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Senecio pissisi</i>             |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Senecio santelicis</i>          |                                    |                            | 1              |                  |
| <i>Senecio socompa</i>             |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Senecio sundtii</i>             |                                    | 1                          |                |                  |

| Especie                          | Recopilación LB + Herbarios (2021) | Luebert y Pliscoff, (2019) | Gajardo (1994) | Flora registrada |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|
| <i>Senecio volckmannii</i>       |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Senecio xerophilus</i>        |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Stuckenia filiformis</i>      | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Triglochin concinna</i>       | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Triglochin palustris</i>      | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Viola frigida</i>             | 1                                  |                            |                |                  |
| <i>Werneria glaberrima</i>       |                                    | 1                          |                |                  |
| <i>Werneria pygmaea</i>          |                                    |                            |                | 1                |
| <i>Zameioscirpus atacamensis</i> | 1                                  |                            |                | 1                |
| <i>Total general</i>             | 40                                 | 51                         | 13             | 28               |

1: Registro de la especie en la referencia consultada. \*: Según Rodríguez et al., esta especie no se encuentra en la Región de Atacama.

\*\* : El autor menciona a *Festuca deserticola* Phil., sinónimo de *F. rigescens* (J. Presl) Kunth, pero esta especie no está registrada para la Región de Atacama. Se define como *F. hypsophyla* Phil., la que sí se encuentra en la región.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3.7.3 Apéndice 3.3: Resultados de análisis Braun Blanquet.

Se adjunta en formato digital xls.

### 3.7.4 Apéndice 3.4: Cartografía digital

Se adjunta en formato SHP.

## 4 ANIMALES SILVESTRES

### 4.1 Introducción

La cordillera del norte de Chile presenta numerosas lagunas que fueron mayoritariamente esculpidas por el paso de los glaciares, la intensa actividad volcánica y tectónica, característico de los Andes (Flores y Ríos, 1998). Muchos de estos cuerpos de agua, al someterse a procesos de desecación, ya sea por evaporación, disminución del deshielo de glaciares o actividades antrópicas, dejan en la superficie una cubierta o depósito de sal característico, que conlleva a denominarlos como “salares” (Ramírez, 2007). Los salares se ubican en cuencas planas emplazadas en su mayoría sobre los 3.500 msnm, casi sin gradientes topográfica. Presentan tres secciones: una líquida, correspondiente a salmueras; una salina, representada por la precipitación de diferentes sales transportadas en solución hasta la cuenca; y una sólida, constituida por distintos niveles de arenas, limo y arcilla. La mayoría de estos salares son recargados por los deshielos, las lluvias y aguas subterráneas, que forman pequeñas lagunas, con un nivel freático inestable. La salinidad varía desde niveles muy bajos en los sitios de afloramiento, hasta máximos en el interior de las lagunas, lo que se corresponde con cambios en la fauna y flora asociada al salar (Aguirre y Torres, 2005; Ramírez, 2007).

En la zona altoandina de la región de Atacama existen al menos 13 salares, seis lagunas y tres ríos que, en conjunto, comparten una fauna característica, con la inclusión de especies endémicas, que procuran un incalculable valor a esta zona del norte de Chile (Marambio-Alfaro *et al.*, 2016). Es en este contexto de riqueza paisajística (faunística y florística), que el Estado-Fisco de Chile demandó a la Codelco DS, ubicada en la comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama; por daño ambiental sobre la cuenca del Salar de Pedernales ubicada en el sector cordillerano de la región de Atacama, a 40 km. al este de la ciudad El Salvador, siendo la cuenca de mayor superficie de la región, con 3.592 kilómetros cuadrados de extensión.

En este contexto, dada la demanda interpuesta por Daño Ambiental por parte del Consejo de Defensa del Estado (CDE), y en el marco del Avenimiento y Transacción entre las partes, Codelco División Salvador y el CDE acordaron una serie de medidas, entre las cuales se incluyen las asociadas al SVAHT (Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres). Dentro de estas medidas se encuentra un Plan de Puesta en Valor de características y magnitud suficientes (Medida RC-02), de forma tal de hacerse cargo de los efectos negativos producidos en el Salar de Pedernales. Dentro de los alcances de la Medida RC-02, se establecieron siete acciones para dar cumplimiento a la medida, las mismas que apuntan al establecimiento general de dar a conocer los ecosistemas de SVAHT del área y de esta forma reducir las amenazas de deterioro de los sistemas por falta de valorización. Las actividades a considerar para dar cumplimiento a la medida están relacionadas con la elaboración del Plan de Manejo para la biodiversidad de los SVAHT del área, difusión, infraestructura para la conservación, educación y protección legal mediante diferentes mecanismos.

Dentro de las actividades a ejecutar se destaca la elaboración e implementación de un Plan de Manejo para la puesta en valor utilizando metodología de Estándares Abiertos. Es en este contexto de Plan de Manejo, que es necesario conocer en primera instancia, el componente faunístico de los SVAHT considerados en el avenimiento.

## 4.2 Objetivos

Con el objetivo de obtener una primera aproximación sobre la fauna de vertebrados terrestres y hábitats asociados a los sitios de SVAHT del Área de Estudio como insumo preliminar para la propuesta de Plan de Manejo, se abordaron los siguientes objetivos específicos:

- Describir de manera general el biotopo (hábitat) de cada uno de los humedales alto andinos denominados: Pedernales, La Ola, La Laguna, El Colorado, Ciénaga, Quebrada Asiento, Vertientes 2, Río Leoncito, Río Negro, Pastos Largos, Tordillos, Tinajas y Piedra Parada.
- Estimar la riqueza y sensibilidad de la fauna en los sitios mencionados.
- Elaborar mapas de distribución de la riqueza de especies registradas y proporción de ellas en alguna categoría de conservación, en los humedales alto andinos mencionados.

## 4.3 Materiales y métodos

### 4.3.1 Áreas de estudio

La cuenca del Salar de Pedernales (SP) en la cual se emplazan los 13 sitios considerados por el Consejo de Defensa del Estado, se encuentra ubicada en el sector cordillerano de la región de Atacama, a 40 km. al este de la ciudad El Salvador, siendo la cuenca de mayor superficie de la región, con 3.592 kilómetros cuadrados de extensión. El SP propiamente tal, se encuentra emplazado a una altura de 3.370 msnm y tiene una superficie de 466 kilómetros cuadrados. La precipitación en la cuenca tiene lugar en forma de nieve en invierno, entre los meses de junio y septiembre, y durante el verano, entre los meses de febrero y marzo, estimada a 100 mm (DGA, 2015). La cuenca del SP presenta dos ríos principales, el río Juncalito que nace en el área suroriente de la cuenca, recibiendo aportes del río Negro y el río La Ola. Este último, nace en la zona de descarga subterránea denominada Ojos de La Ola, el cual se ubica a 9 kilómetros al sur del tranque La Ola. El SP, como otros salares de su tipo, registra la presencia de un Sistema Vegetacional Azonal Hídrico Terrestre (de ahora en adelante "SVAHT"), formación vegetacional que constituyen la base de un ecosistema singular y único, altamente dependiente de la disponibilidad hídrica del acuífero que existe en el lugar (Figura 41).

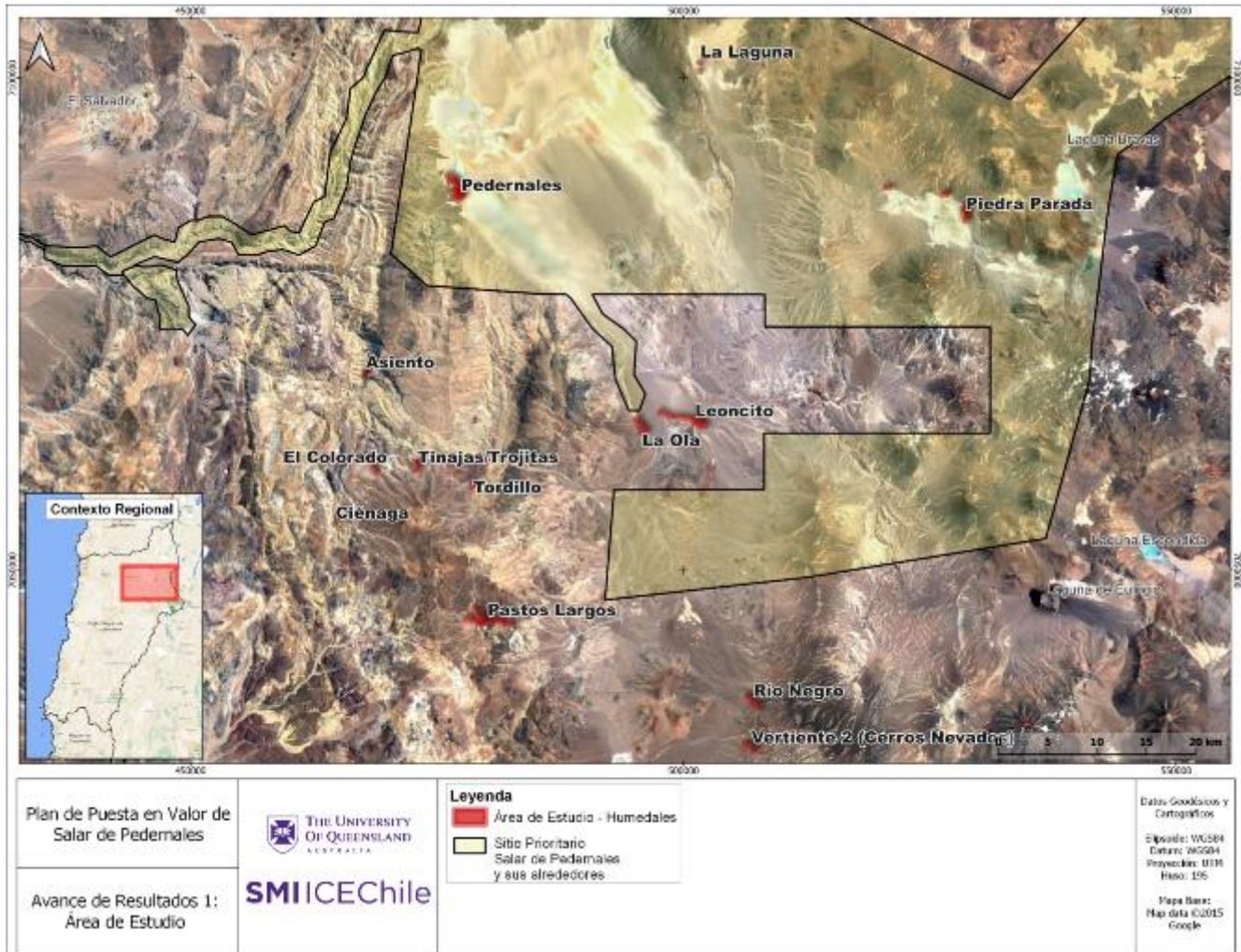


Figura 41. Ubicación de los SVHAHT involucrados en relación a la Cuenca del Salar de Pedernales y las localidades del área.

### 4.3.2 Registro de datos

Los métodos específicos empleados para el registro de fauna, considerando su riqueza y abundancia, se ajustaron según la clase taxonómica trabajada: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y atendiendo los alcances técnicos descritos en SAG (2010) y SEA (2015).

Se establecieron estaciones de muestreo en las que se realizó la prospección de micrositios en donde existiese una mayor probabilidad de encontrar evidencias indirectas o registros directos de fauna silvestre.

Adicionalmente en cada sector se levantaron transectos de observación: en el sector de Piedra Parada se realizaron tres transectos, en el Salar de Pedernales y en Quebrada Ciénega se levantaron dos transectos, mientras que en el resto de los sectores se recorrió el Área de Estudio mediante un solo transecto. Estos transectos fueron definidos en base a la extensión de cada SVHAHT y a los distintos

estratos (ambientes como potenciales hábitats) reconocidos in-situ; dichos estratos fueron discriminados en base a características fisionómicas y atributos constituyentes dominantes tales como presencia de agua, tipo de vegetación, suelo, entre otros, y se describen en la sección de resultados. Dado que en cada SVAHT se pudo abarcar la totalidad de su extensión, se considera que el esfuerzo muestral fue completo.

Los trabajos en terreno de esta campaña se iniciaron el 29 de noviembre de 2021 a las 10.55 AM y concluyeron el 3 de diciembre de 2021 a las 16.50 PM (Tabla 11).

Tabla 11. Detalle de la ubicación fechas y horas de evaluación de cada sitio visitado en la cuenca Salar de Pedernales.

| SITIOS              | UTM Este (m) | UTM Sur (m) | ALTITUD (msnm) | FECHA             | HORAS         |
|---------------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|
| Salar de Pedernales | 477064       | 7088963     | 3360           | 29 noviembre 2021 | 10.55 - 13.40 |
| La Ola              | 495633       | 7064641     | 3630           | 29 noviembre 2021 | 15.20 - 17.00 |
| La Laguna           | 501698       | 7100773     | 3500           | 29 noviembre 2021 | 16.00 - 17.30 |
| El Colorado         | 468545       | 7060375     | 3900           | 30 noviembre 2021 | 12.30 - 14.30 |
| Ciénaga             | 464609       | 7054734     | 3700           | 30 noviembre 2021 | 15.40 - 16.30 |
| Quebrada Asiento    | 467744       | 7070011     | 3100           | 30 noviembre 2021 | 17.15 - 18.00 |
| Vertientes 2        | 506735       | 7032074     | 4300           | 1 diciembre 2021  | S/I           |
| Leoncito            | 501324       | 7064974     | 3700           | 1 diciembre 2021  | 10.25 - 12.30 |
| Río Negro           | 507035       | 7036562     | 4300           | 1 diciembre 2021  | 13.30 - 15.30 |
| Pastos Largos       | 480514       | 7044841     | 4000           | 2 diciembre 2021  | 11.40 - 14.00 |
| Tordillos           | 478522       | 7058576     | 4000           | 2 diciembre 2021  | 15.40 - 16.50 |
| Tinajas             | 473045       | 7060386     | 3900           | 2 diciembre 2021  | 17.35 - 18.00 |
| Piedra Parada       | 526543       | 7088241     | 4100           | 3 diciembre 2021  | 12.00 - 16.50 |

Coordenadas proyección UTM. Datum WGS84 Huso 19S.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para reforzar el esfuerzo de muestro, esperando complementar este inventario y aumentar la probabilidad de detectar taxa difíciles de observar, se instalaron 5 cámaras trampas (3 de marca Moultrie Modelo MCG13037 white flash, y 2 de marca CamPark Modelo T45) en 5 sitios contrastantes, elegidos en función de registros indirectos en ambientes favorables de micro y meso mamíferos, enfocando principalmente en *Chinchilla chinchilla* y Felidae. Las cámaras se instalaron en aquellos lugares más convenientes para la detección de dicha fauna, es decir en sitios de hábitat potencial con alta frecuencia de indicios indirectos de presencia (Kays & Slauson, 2008; De la Maza y Bonacic, 2013), en particular fecas, defecaderos, huellas, entre otros rastros. Inicialmente programado por un esfuerzo de un mes (150 días cámaras), finalmente y debido a varias contingencias, las cámaras estuvieron instaladas durante 4 meses y medio (137 días).

Para efectos de una evaluación a escala fina, cada sitio se estratificó de acuerdo a las unidades paisajísticas visibles (Biotopo – Hábitat) in-situ. Cada unidad paisajística se evaluó por separado y varió de acuerdo a los sitios visitados.

#### 4.3.2.1 Anfibios

Se recorrieron y revisaron aquellos sitios que presentaron cuerpos de agua o humedad. Se removió suavemente el fondo de los cuerpos de agua visitados en diferentes puntos cuando se pudo acceder (Angulo *et al.*, 2006; De la Maza y Bonacic 2013). Cuerpos de agua fuera del alcance visual, se revisaron usando binoculares. Para la identificación se siguió a Lobos *et al.* (2013).

#### 4.3.2.2 Reptiles

Se registraron mediante observación directa, recorriendo a pie los transectos hasta donde el acceso y visibilidad permitió la identificación de las especies (aproximadamente 20 m). La recolección de datos de especies e individuos se realizó poniendo especial atención en sectores de formación arbustiva baja, entre rocas, bajo piedras, laderas, quebradas (De la Maza y Bonacic 2013). La identificación de especies se realizó siguiendo bibliografía especializada como Mella (2017).

#### 4.3.2.3 Aves

Se registraron siguiendo los transectos establecidos y parando en puntos fijos cuando fue necesario. El alcance de visión, usando binoculares fue de 20 m aproximadamente. La identificación de las especies se realizó siguiendo a Jaramillo (2003) y Martínez y González (2004); mientras que las vocalizaciones se compararon con la base de datos de Xeno-Canto (<http://www.xeno-canto.org/>).

#### 4.3.2.4 Mamíferos

Tanto para los mamíferos medianos y grandes como para micromamíferos, se recorrieron los transectos establecidos revisando el área hasta una distancia donde fue factible identificar los ejemplares con binoculares. Además, se buscó indicios de presencia como heces, letrinas, revolcaderos, guaridas, aromas y huellas principalmente. Se prestó especial atención a aquellos sitios de mayor probabilidad como sustratos rocosos y vegetación, que favorecen la presencia de refugios. La identificación de las especies se realizó siguiendo a Iriarte (2008) y Muñoz y Yáñez (2000).

### 4.3.3 Análisis de datos

El alcance del inventario se estimó con la curva de acumulación de especies basada en muestras, correspondiendo la asíntota al índice de Chao2 (Magurran 1988; Moreno 2001). Este estimado se hizo para cada grupo taxonómico, haciendo uso del paquete BiodiversityR (R Core Team, 2021). Todos los datos que involucraron el uso de sistemas de información geográfica, elaboración de mapas, ubicación de ejemplares, georreferenciación, etc., fueron procesados y analizados haciendo uso de Arc Gis accesible desde la siguiente dirección electrónica:

<http://www.esri.com>

De manera complementaria, se elaboró un listado de especies potenciales, considerándolas como tal a aquellas que presentaron su rango de distribución en relación al Área de Estudio (superficie y altitud).

Se revisó literatura según grupo taxonómico, Lobos *et al.* (2013) para anfibios, Mella (2017) para reptiles, Martínez y González (2004) para aves e Iriarte (2008) y, Muñoz y Yáñez (2000) para mamíferos. Además, se revisó la base de datos de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (<https://www.iucnredlist.org/>) y el Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/es/>).

El estado de conservación de las especies de fauna se determinó con la Nómina de especies según estado de conservación de especies de Chile, que resultó como producto de la aprobación de los procesos de Clasificación RCE 1° a 17° llevado a cabo por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia y por Ministerio del Ambiente de Chile (en adelante RCE vigente). Esta lista de Clasificación es accesible desde la siguiente dirección electrónica:

<https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>

Según lo señalado en el D.S. N°29 del 2011 (Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación), se emplearon las siguientes categorías de conservación:

- **Extinta (EX):** cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie.
- **Extinta en Estado Silvestre (EW):** cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo.
- **En Peligro Crítico (CR):** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
- **En Peligro (EN):** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
- **Vulnerable (VU):** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
- **Casi Amenazada (NT):** cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
- **Preocupación Menor (LC):** cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se

incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

- **Datos Insuficientes (DD):** cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

De manera complementaria, se adicionó la correspondencia a los apéndices de la clasificación de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES: <https://cites.org/esp/app/appendices.php>), el cual es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos y tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies.

## 4.4 Resultados

### 4.4.1 Hábitats considerados

Se identificaron seis estratos o ambientes dominantes, discriminados en base a criterios fisionómicos y de composición / proporciones de elementos, los cuales se describen a continuación:

#### 4.4.1.1 Cuerpo de agua (CdeA)

Correspondió al espejo de agua de baja profundidad y carente de vegetación visible en la superficie (Figura 42).



Figura 42. Estrato tipificado como cuerpo de agua

#### 4.4.1.2 Vegetación con agua (VegAg)

Correspondió a Vegetación típica de humedal alto andino, comprendiendo en el interior parches de agua que le dieron una característica de vega/bofedal. En algunos casos la vegetación se observó siempre verde, en otros con un color café e impregnaciones de sal (Figura 43).



*Figura 43. Estrato tipificado como Vegetación con agua.*

#### 4.4.1.3 Costra Salina (CoSal)

Correspondió a depósitos superficiales de sales, que constituyen una mezcla de partículas clásticas y especies minerales evaporíticas integradas principalmente por cloruros y sulfatos (Figura 44).



Figura 44. Estrato tipificado como Costra salina.

#### 4.4.1.4 Pedregoso sin vegetación (PedsVeg)

Correspondió a sitios aledaños a los CdaA, VegAg o CoSal formado por piedras de pequeñas (diámetros no mayores a 20 cm), totalmente carentes de vegetación. En algunas ocasiones, laderas de cerros que daban forma al cauce del humedal (Figura 45).



Figura 45. Estrato tipificado como Pedregoso sin vegetación.

#### 4.4.1.5 Pedregoso con vegetación (PedcVeg)

Correspondió a la continuidad del estrato anterior, pero con presencia de vegetación herbácea-arbustiva no mayor a 25-50 cm y en algunas ocasiones, bastante dispersa (Figura 46).



Figura 46. Estrato tipificado como Pedregoso con vegetación.

#### 4.4.1.6 Vegetación seca/muerta (VegSeca)

Correspondió a la vegetación ubicada en el cauce del humedal pero que se encontraba en estado de desecación visible con una coloración amarillenta y en otros casos con apariencia de haber muerto con una coloración café. Fue manifiesto la ausencia de agua (Figura 47).



*Figura 47. Estrato tipificado como Vegetación seca.*

#### 4.4.1.7 Río

Correspondió a cuerpos de agua corrientes con caudal perceptible y sin vegetación visible excepto en las orillas (Figura 48).



*Figura 48. Estrato tipificado como río.*

#### 4.4.1.8 Cauce pedregoso (CaucePed)

Correspondió a cauces de agua que se encontraron completamente secos y con considerable cantidad de piedras en su curso, además de vegetación de escasa a moderada (Figura 49).



*Figura 49. Estrato tipificado como cauce pedregoso.*

## 4.4.2 Transectos

Para cada sitio se realizó al menos un transecto abarcando la diversidad de estratos presentes. A continuación, se describen los transectos realizados para cada sitio de estudio:

### 4.4.2.1 Salar de Pedernales

Ubicación coordenada central: 477064 m E / 7088963 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrieron dos transectos que cubrieron los estratos identificados para el sitio (CdeA, CoSal, PedsVeg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 4830 m y el transecto 2 midió 3485 m (Figura 50).

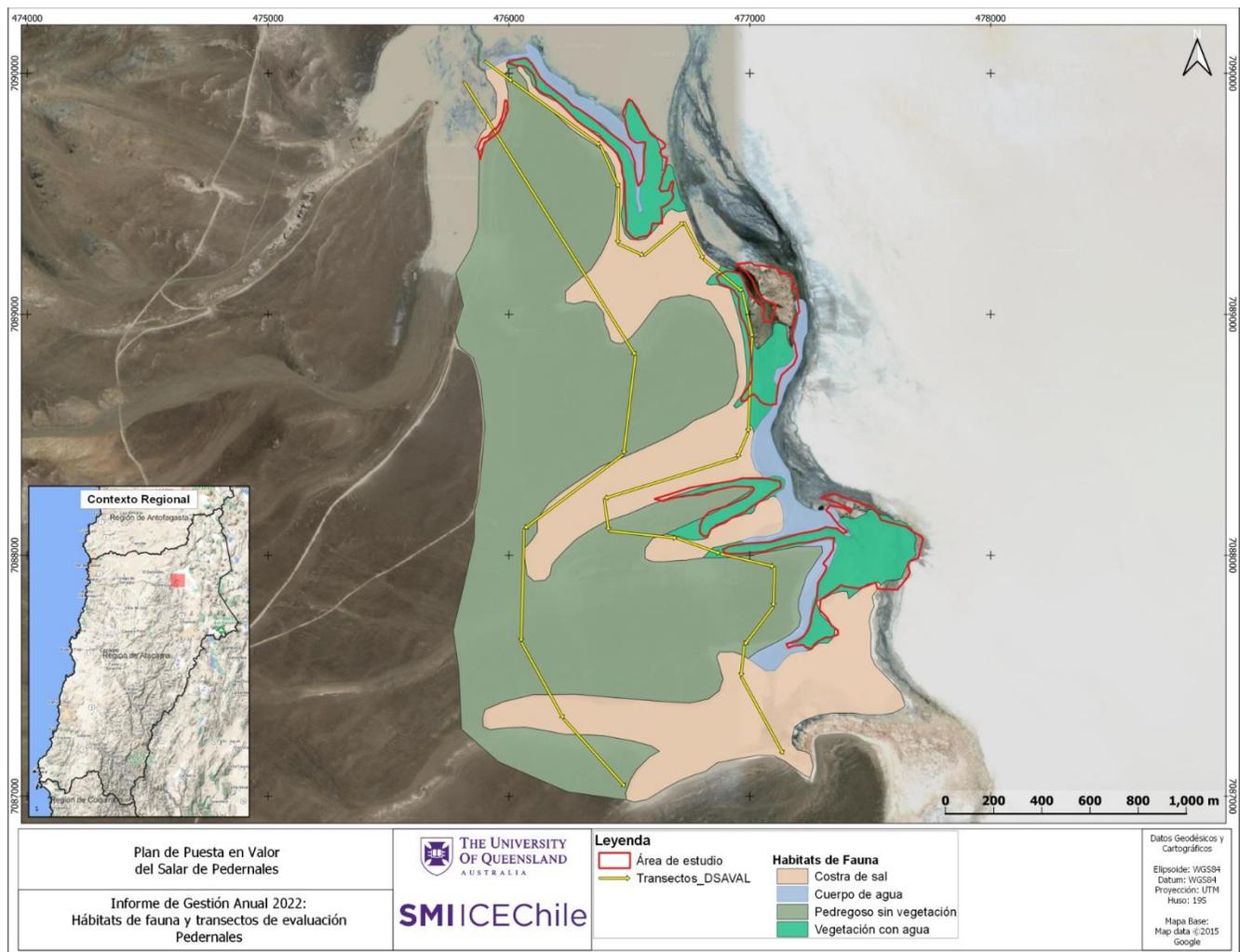


Figura 50. Ubicación de los transectos de evaluación.

### 4.4.2.2 La Ola

Ubicación coordenada central: 495633 m E / 7064641 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CVegAg, CoSal y PedcVeg),

realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 2500 m (Figura 51).



Figura 51. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Ola.

#### 4.4.2.3 La Laguna

Ubicación coordinada central: 501698 m E / 7100773 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CdeA, VegAg, CoSal y PedsVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1500 m (Figura 52).

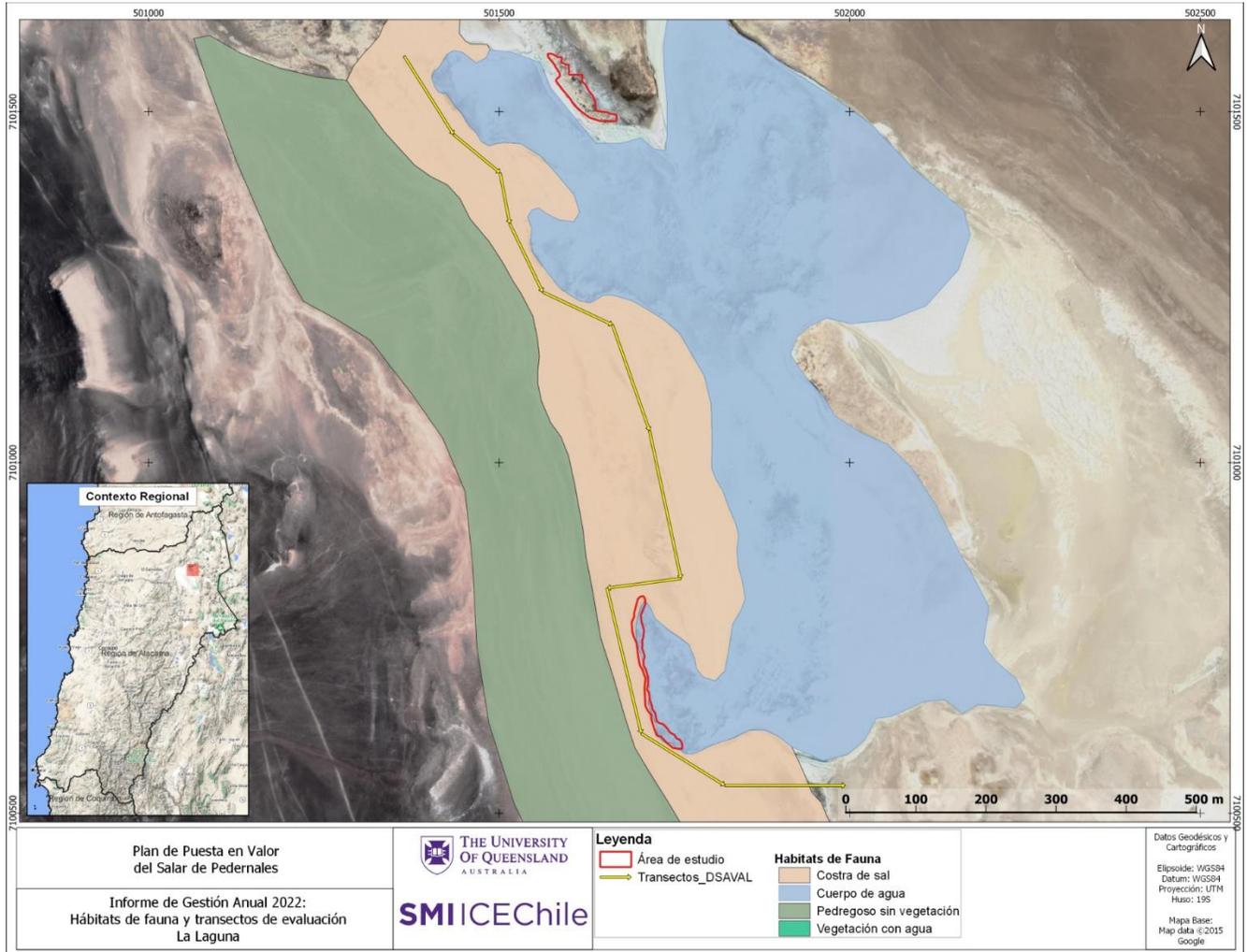


Figura 52. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado La Laguna.

#### 4.4.2.4 El Colorado

Ubicación coordinada central: 468545 m E / 7060375 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, VegSeca y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1380 m (Figura 53).

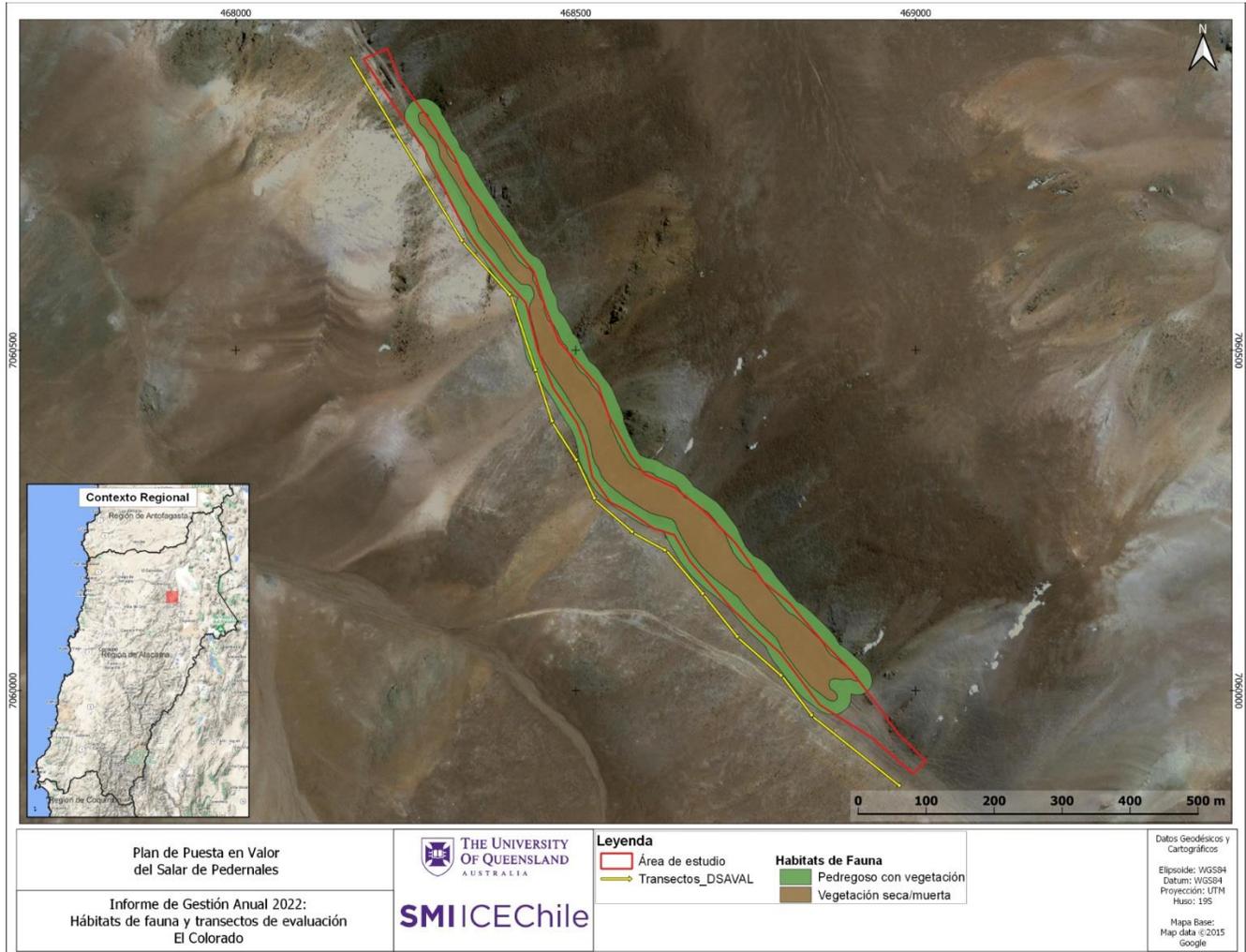


Figura 53. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado El Colorado.

#### 4.4.2.5 Ciénaga

Ubicación coordinada central: 464609 m E / 7054734 N. Proyección UTM. Datum WGS84). Se recorrieron dos transectos que cubrieron los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 260 m y el transecto 2 midió 250 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 54).

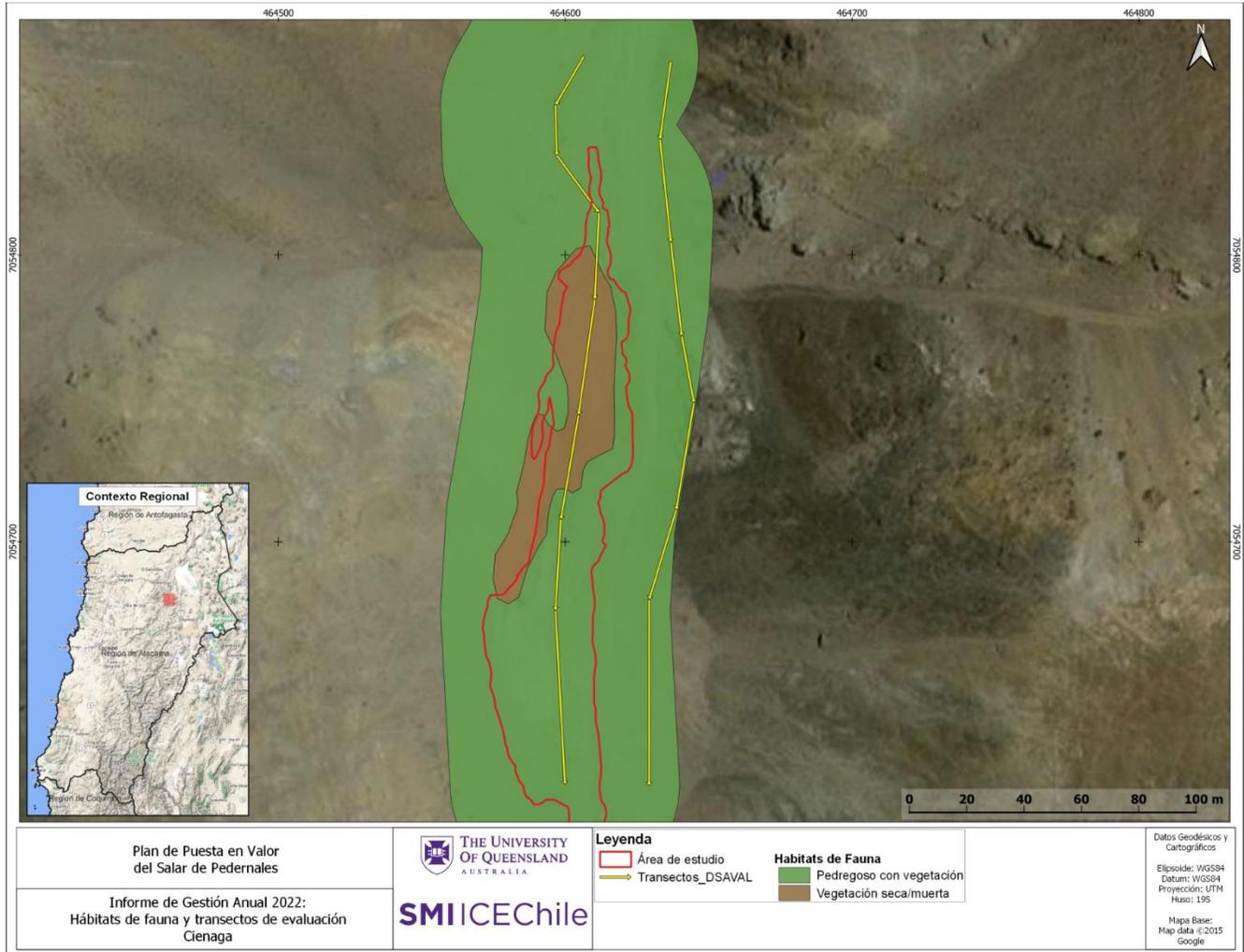


Figura 54. Ubicación de los transectos de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Ciénaga.

#### 4.4.2.6 Quebrada Asiento

Ubicación coordinada central: 467744 m E / 7070011 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 800 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 55).

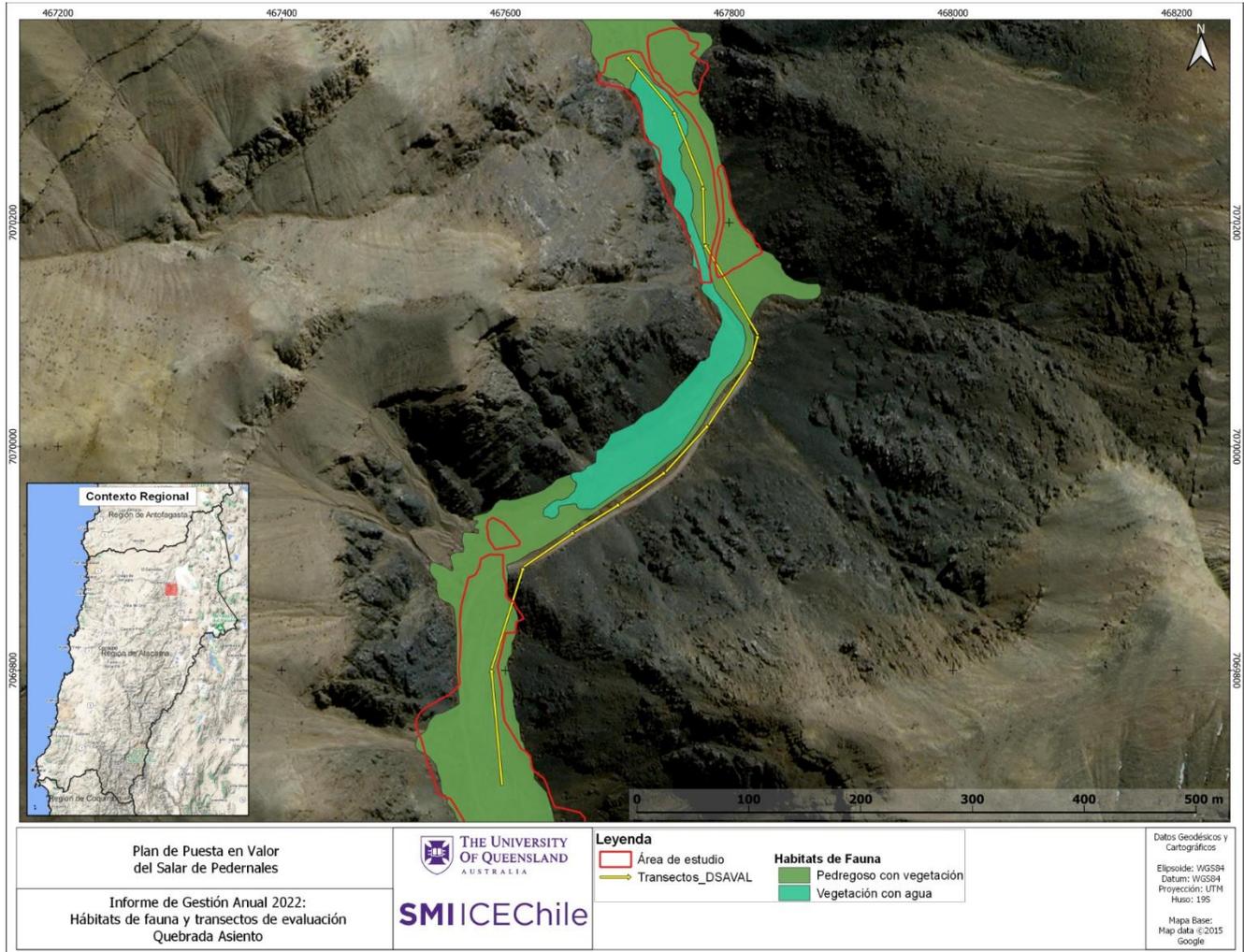


Figura 55. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Asiento.

#### 4.4.2.7 Vertientes 2

Ubicación coordenada central: 506735 m E / 7032074 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1400 m (Figura 56).

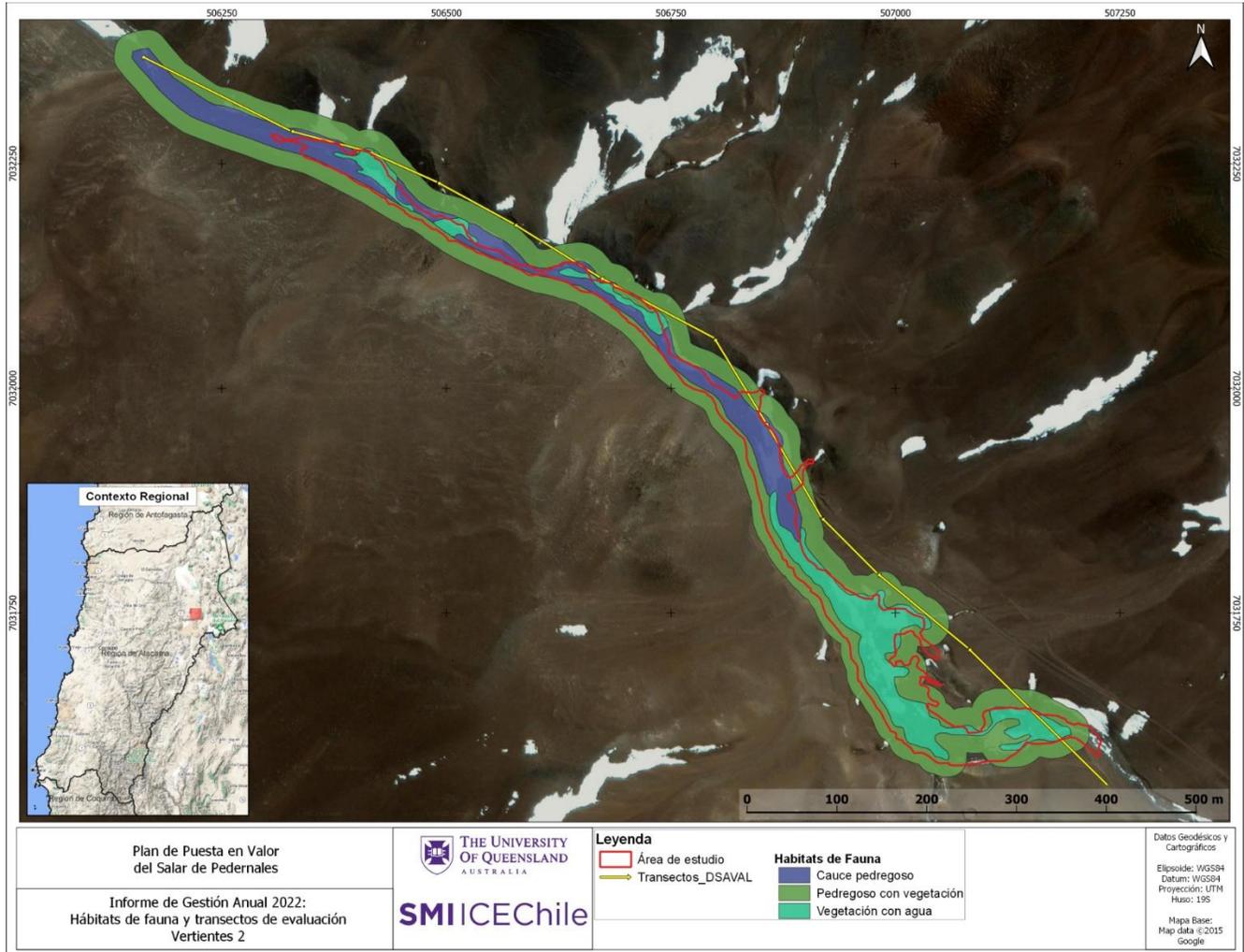


Figura 56. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Vertientes 2.

#### 4.4.2.8 Quebrada Leoncito

Ubicación coordenada central: 501324 m E / 7064974 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, Río y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 5200 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 57).

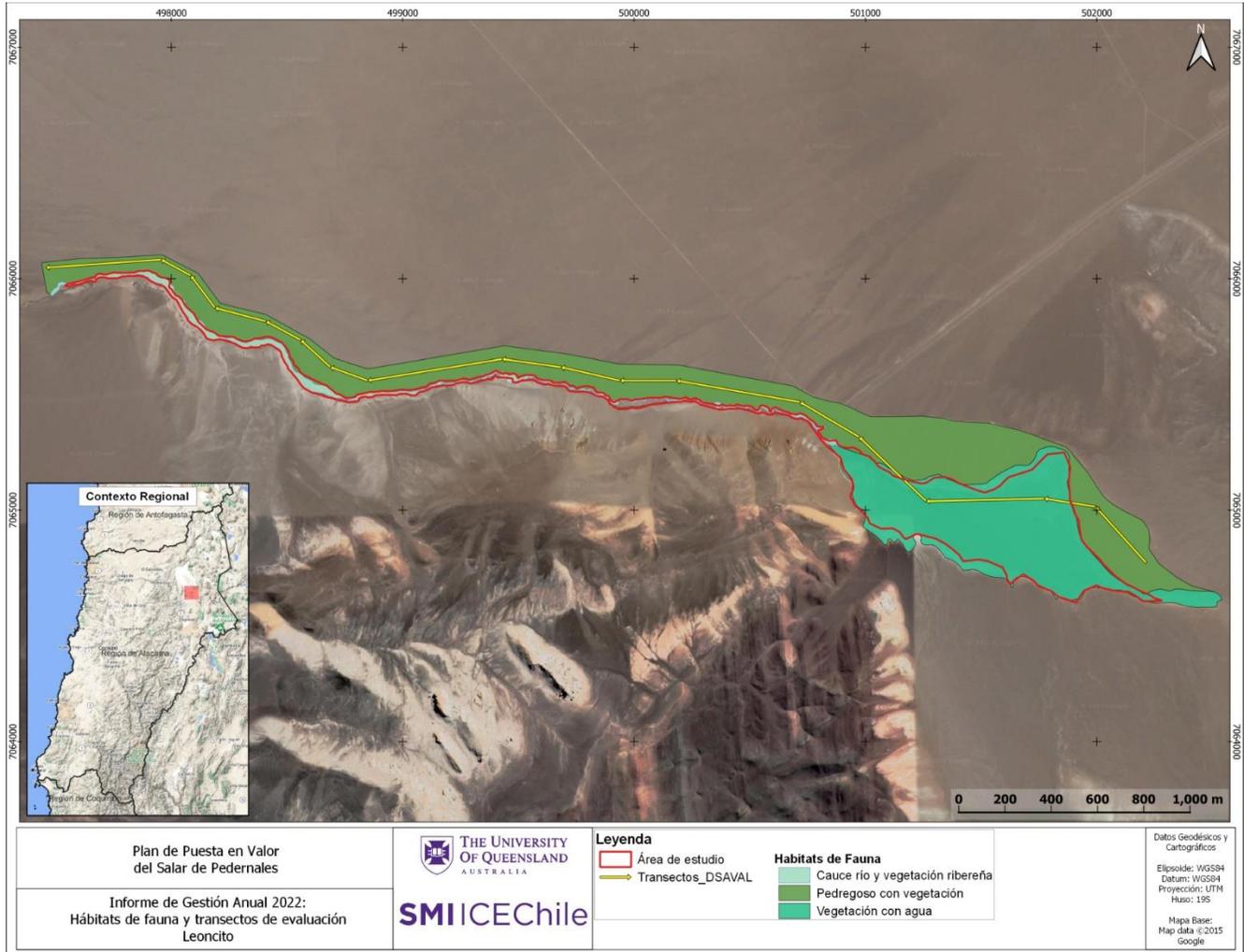


Figura 57. Ubicación del transecto de evaluación, cámara trampa en relación a los estratos en el sitio denominado Quebrada Leoncito.

#### 4.4.2.9 Río Negro

Ubicación coordinada central: 507035 m E / 7036562 m N. Proyección UTM. Datum WGS84): Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg, CaucePed y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1800 m (Figura 58).

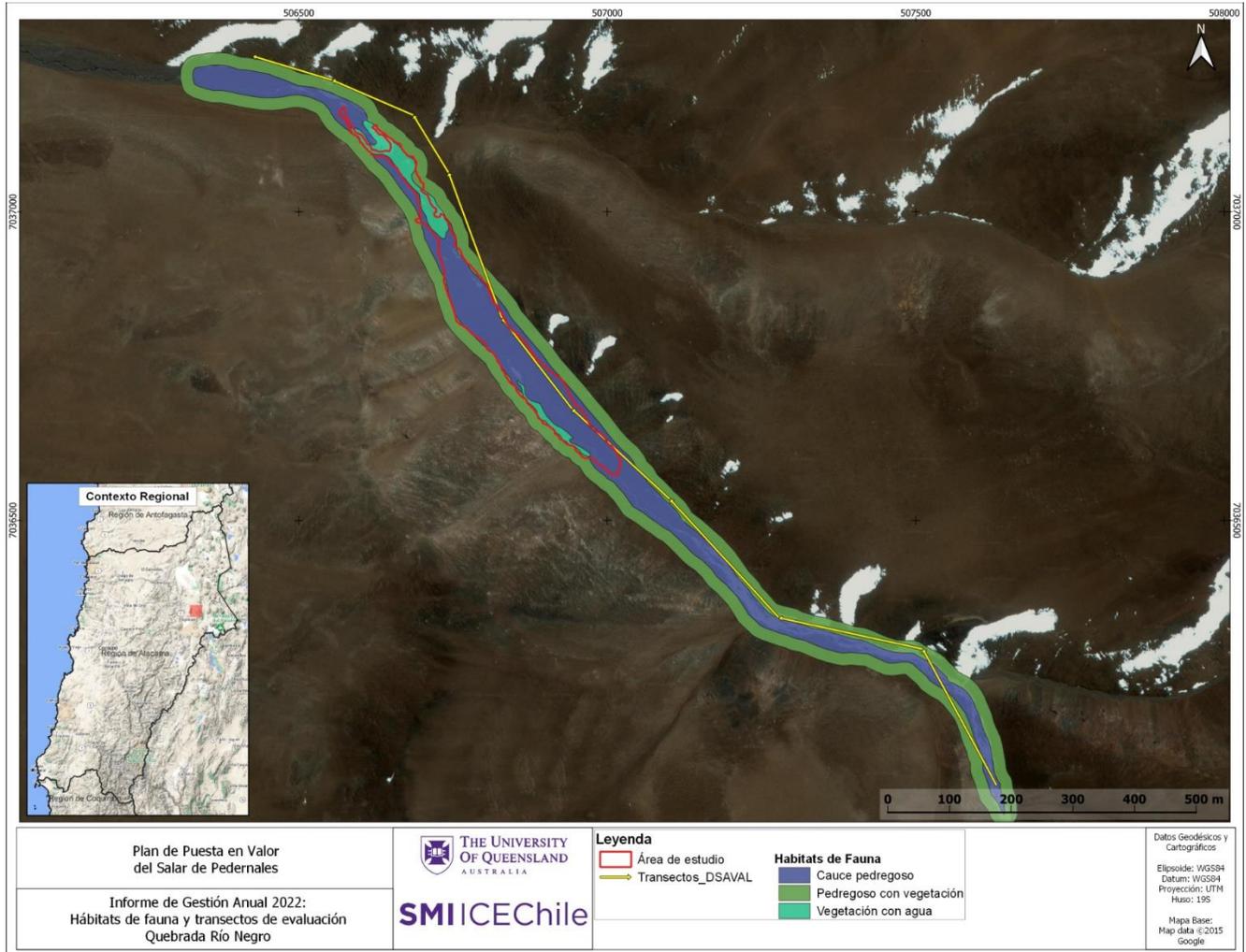


Figura 58. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Río Negro.

#### 4.4.2.10 Pastos Largos

Ubicación coordenada central: 480514 m E / 7044841 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 5000 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 59).

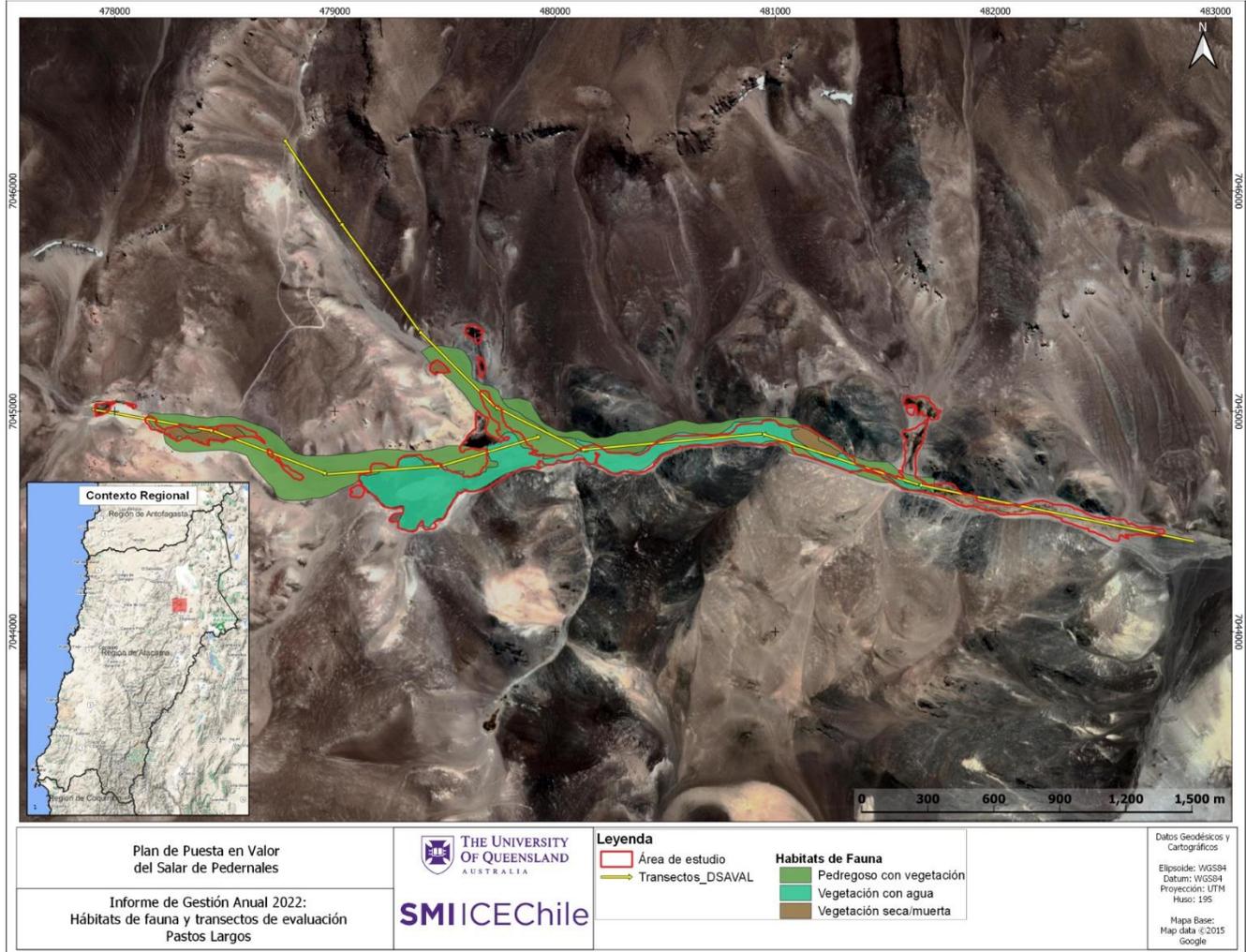


Figura 59. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Pastos Largos.

#### 4.4.2.11 Tordillo

Ubicación coordenada central: 478522 m E / 7058576 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 600 m (Figura 60).

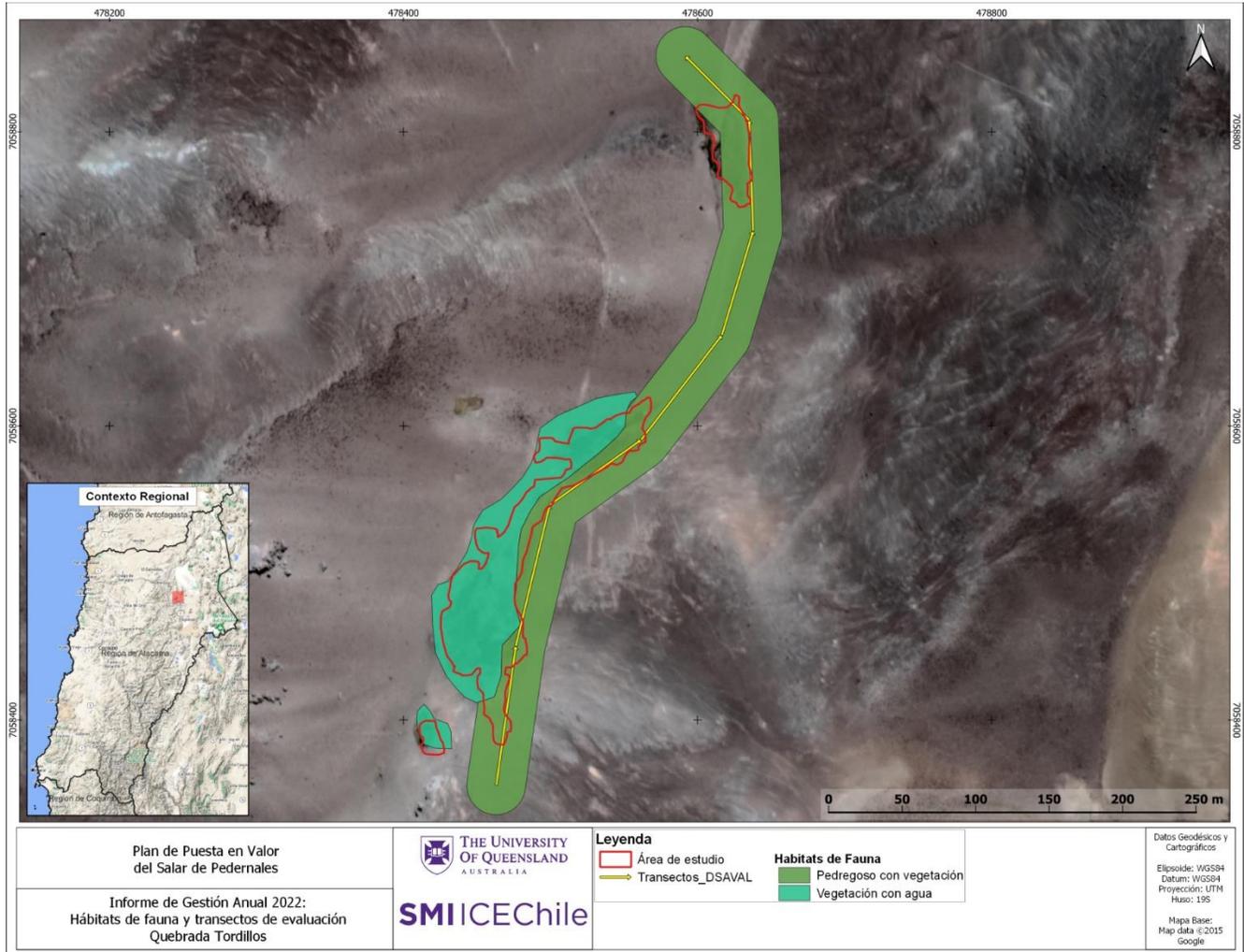


Figura 60. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tordillo.

#### 4.4.2.12 Tinajas/Trojitas

Ubicación coordenada central: 473045 m E / 7060386 m N. Proyección UTM. Datum WGS84: Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (VegAg y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto de evaluación midió 1300 m (Figura 61).

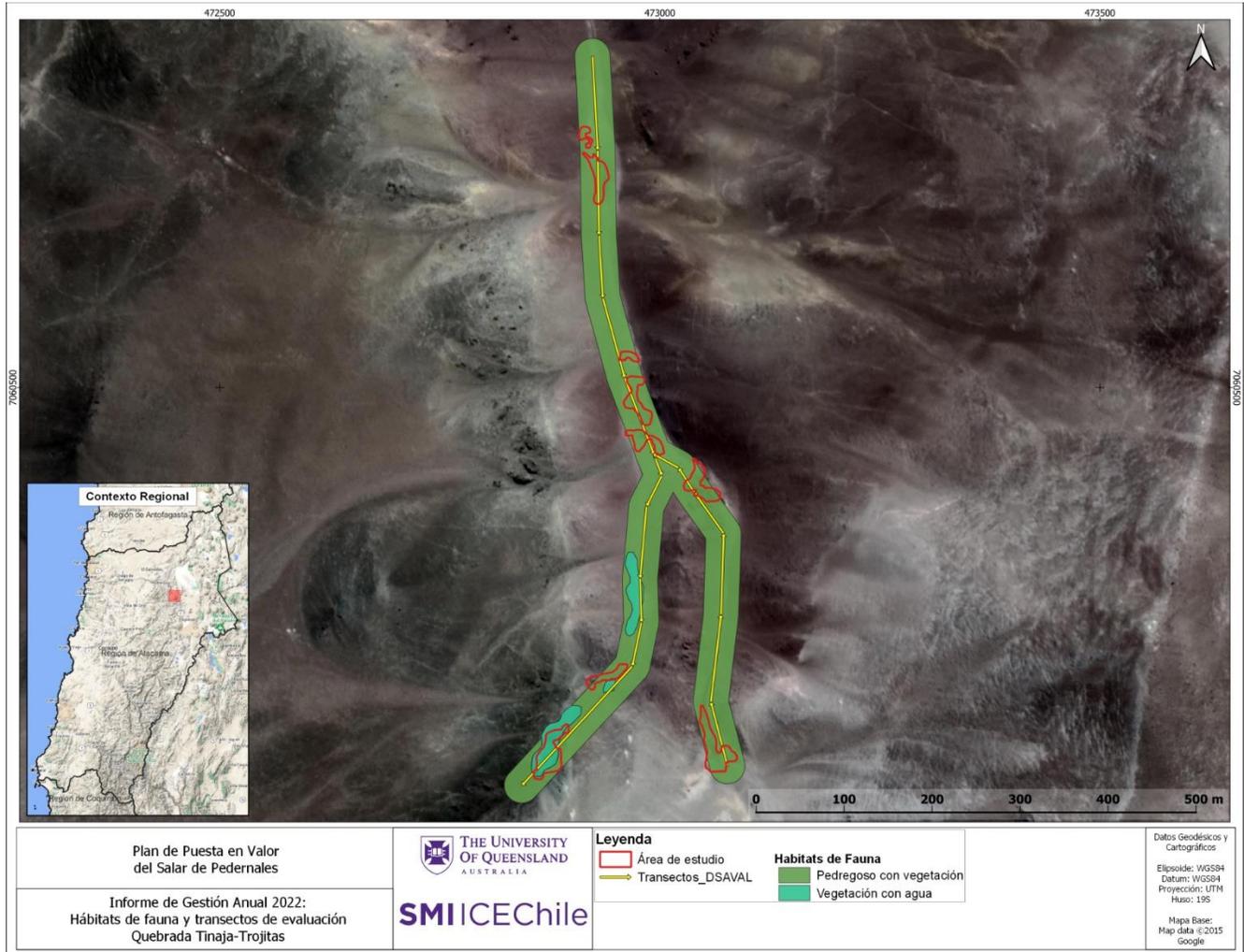


Figura 61. Ubicación del transecto de evaluación en relación a los estratos en el sitio denominado Tinajas/Trojitas.

#### 4.4.2.13 Piedra Parada

Ubicación coordenada central: 526543 m E / 7088241 m N. Proyección UTM. Datum WGS84. Se recorrió un transecto que cubrió los estratos identificados para el sitio (CdA, VegAg, CoSal y PedcVeg), realizando paradas cuando fue necesario (identificar aves, reptiles, mamíferos y tomar nota). El transecto 1 midió 865 m, el transecto 2 midió 870 m y el transecto 3 midió 1500 m. Adicionalmente, se colocó una cámara trampa para determinar la presencia de fauna de difícil observación (Figura 62).

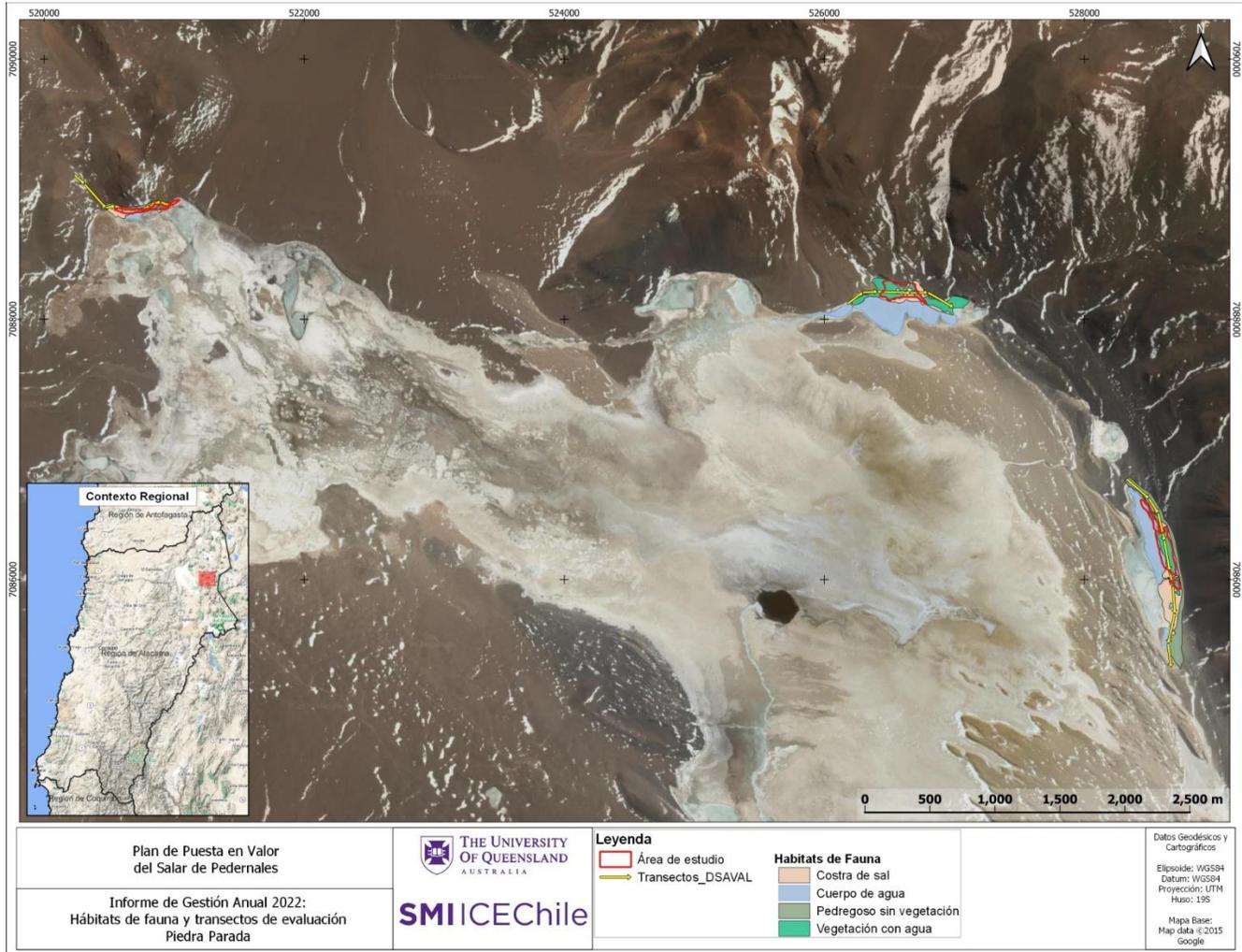


Figura 62. Ubicación del transecto de evaluación, en relación a los estratos en el sitio denominado Piedra Parada.

#### 4.4.3 Resultados de la campaña de muestreo directo

En los 13 sitios del Área de Estudio visitados se registraron 41 especies de vertebrados constituidos en dos especies de reptiles, 30 especies de aves y nueve especies de mamíferos, los cuales se distribuyeron de manera indistinta (Tabla 12). No se registraron anfibios. Los reptiles alcanzaron el 7% del total de especies registradas, las aves alcanzaron el 73% del total de especies registradas, siendo el grupo taxonómico más numeroso mientras que los mamíferos alcanzaron el 23% del total de especies registradas, lo que los convierte en el segundo grupo taxonómico más numeroso. Respecto del origen geográfico, dos especies fueron endémicas de Chile, una especie fue migratoria boreal y una especie fue introducida (Apéndice 6). Sobre el estado de conservación, una especie se encontró en Peligro Crítico (2%), siete especies son Vulnerables (17%), dos se reconocen Casi Amenazadas (5%) y seis se consideran Preocupación Menor (15%), sumando un 37% de taxa de vertebrados terrestres detectados durante esta campaña que son clasificados en alguna categoría de conservación.

Los detalles de estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 12, en complemento de la distribución de Proporciones de especies de vertebrados terrestres según categorías de conservación en relación a los sitios evaluados (Figura 63).

*Tabla 12. Detalle de los resultados numéricos y porcentajes de la riqueza de especies por cada sitio visitado y para la Cuenca Salar de Pedernales.*

| SITIOS        | Reptiles | Aves | Mamíferos | Riqueza | %<br>Reptiles | %<br>Aves | %<br>Mamíferos | CR | VU | NT | LC | Total<br>RCE | %<br>CR | %<br>VU | %<br>NT | %<br>LC | %<br>RCE |
|---------------|----------|------|-----------|---------|---------------|-----------|----------------|----|----|----|----|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Pedernales    | 1        | 12   | 2         | 15      | 7             | 80        | 13             | 0  | 5  | 0  | 2  | 6            | 0       | 33      | 0       | 13      | 47       |
| La Ola        | 1        | 12   | 2         | 15      | 7             | 80        | 13             | 0  | 4  | 1  | 1  | 5            | 0       | 27      | 7       | 7       | 40       |
| La Laguna     | 0        | 8    | 2         | 10      | 0             | 80        | 20             | 0  | 4  | 2  | 0  | 5            | 0       | 40      | 20      | 0       | 60       |
| El Colorado   | 1        | 7    | 2         | 10      | 10            | 70        | 20             | 0  | 2  | 0  | 1  | 3            | 0       | 20      | 0       | 10      | 30       |
| Ciénega       | 1        | 1    | 2         | 4       | 25            | 25        | 50             | 0  | 2  | 0  | 1  | 3            | 0       | 50      | 0       | 25      | 75       |
| Q° Asiento    | 0        | 3    | 1         | 4       | 0             | 75        | 25             | 0  | 0  | 0  | 1  | 1            | 0       | 0       | 0       | 25      | 25       |
| Vertientes 2  | 0        | 3    | 1         | 4       | 0             | 75        | 25             | 0  | 1  | 0  | 0  | 1            | 0       | 25      | 0       | 0       | 25       |
| Leoncito      | 1        | 11   | 4         | 16      | 6             | 71        | 24             | 0  | 3  | 1  | 3  | 7            | 0       | 18      | 6       | 18      | 41       |
| Río Negro     | 1        | 6    | 2         | 9       | 11            | 67        | 22             | 0  | 2  | 0  | 0  | 2            | 0       | 22      | 0       | 0       | 22       |
| Pastos Largos | 1        | 9    | 3         | 13      | 8             | 69        | 23             | 0  | 2  | 0  | 3  | 5            | 0       | 15      | 0       | 23      | 38       |
| Tordillos     | 1        | 4    | 3         | 8       | 13            | 50        | 38             | 0  | 2  | 0  | 1  | 3            | 0       | 25      | 0       | 13      | 38       |
| Las Tinajas   | 0        | 3    | 3         | 6       | 0             | 50        | 50             | 0  | 1  | 1  | 2  | 4            | 0       | 17      | 17      | 33      | 67       |
| Piedra Parada | 0        | 8    | 2         | 10      | 0             | 80        | 20             | 1  | 2  | 1  | 1  | 4            | 10      | 20      | 10      | 10      | 50       |
| Total         | 2        | 30   | 9         | 41      | 5             | 73        | 23             | 1  | 7  | 2  | 6  | 16           | 2       | 17      | 5       | 15      | 39       |

Q°=Quebrada/CR=Peligro Crítico/VU=Vulnerable/NT=Casi Amenazado/LC=Preocupación Menor/RCE=Reglamento de Clasificación de Especies

Fuente: Elaboración propia, 2022.

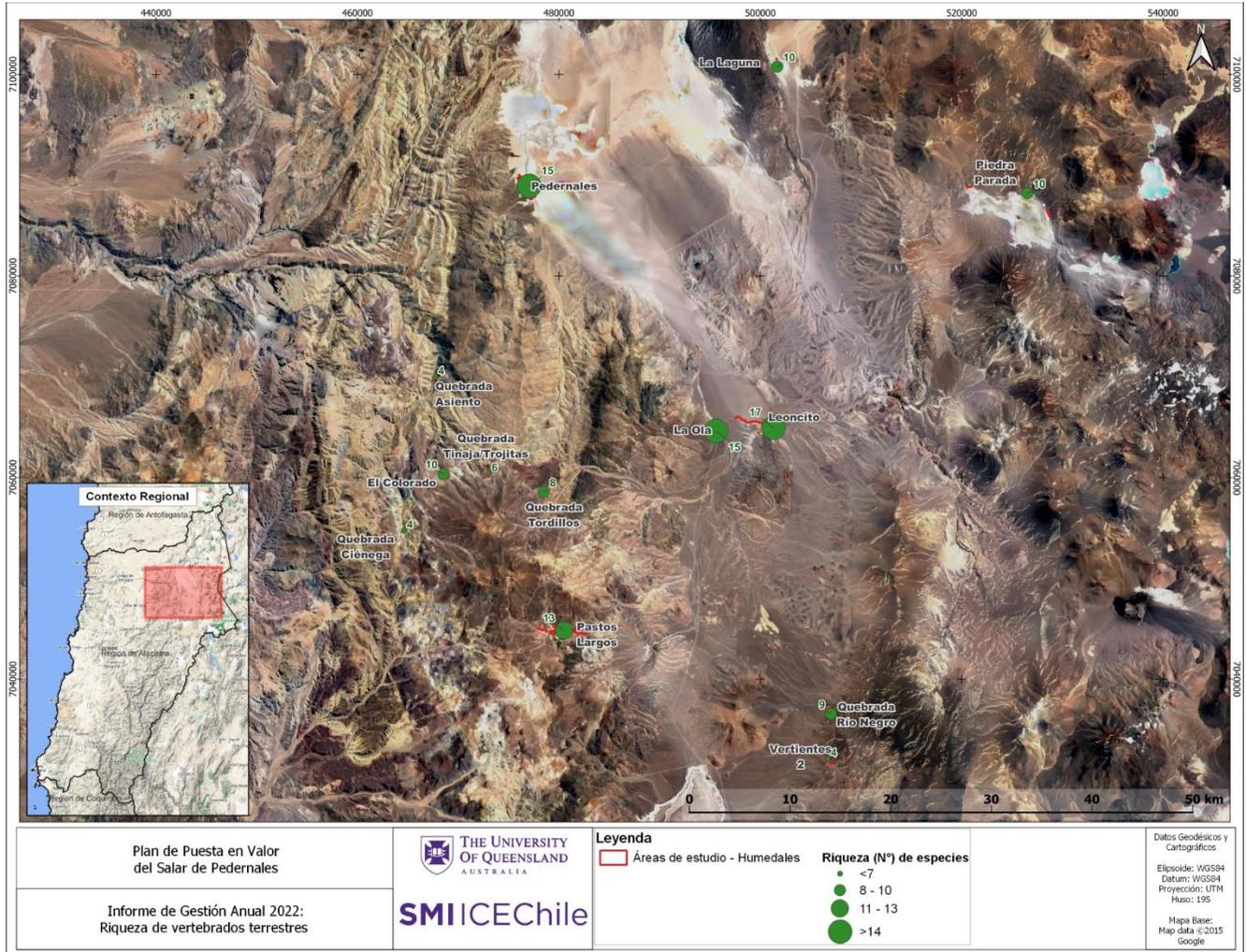


Figura 63. A: Distribución geográfica de la riqueza de vertebrados en los sitios evaluados de la Cuenca del Salar de Pedernales.

En cuanto al alcance del inventario de los reptiles en la Cuenca Salar de Pedernales, este habría alcanzado el 100% (Chao = 2. IC95% 2 – 2. Figura 64). La probabilidad de registrar nuevas especies en la cuenca puede ser baja.

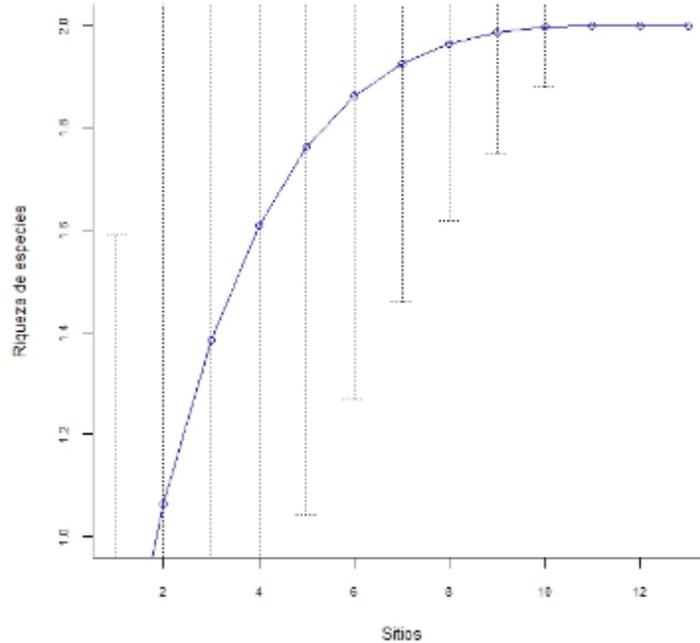


Figura 64. Curva de acumulación de especies de reptiles alcanzando su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

El alcance del inventario de las aves en la Cuenca Salar de Pedernales fue del 83% (Chao = 35. IC95% 30 – 54. Figura 65). Existe un 17% o más de aves que todavía podrían ser registradas si se incrementa el muestreo en la cuenca.

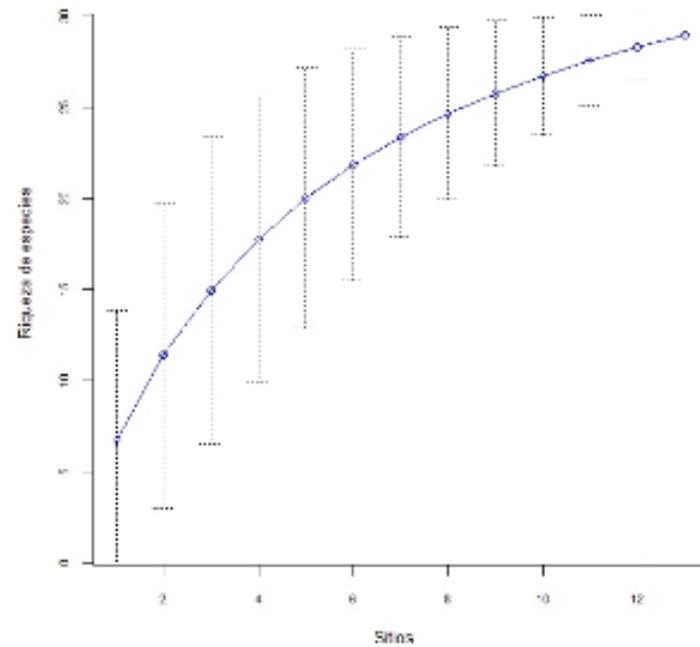


Figura 65. Curva de acumulación de especies de aves con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

Sobre los mamíferos, el alcance del inventario en la Cuenca Salar de Pedernales fue del 90% (Chao = 10. IC95% 9 – 23) (Figura 66). Existe un 10% o más de mamíferos (roedores principalmente) que todavía podrían ser registrados si se incrementa el muestreo en la cuenca.

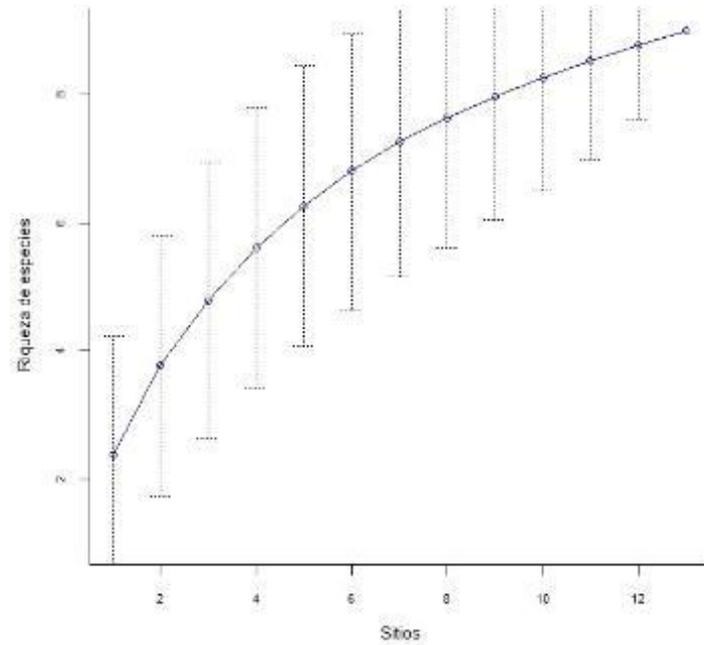


Figura 66. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tendencia a alcanzar su asíntota en la Cuenca Salar de Pedernales.

#### 4.4.4 Resultados preliminares del fototrampeo

Con las 5 cámaras instaladas y los 137 días de funcionamiento (entre el 30 noviembre 2021 hasta el 19 de abril de 2022), el esfuerzo inicial de foto trampeo esperado era de 685 días. Sin embargo, 2 de las cámaras instaladas no registraron datos o dichos datos se perdieron por mal función del material. Por consecuencia, los registros pudieron efectuarse solo en 3 sitios durante el periodo considerado, sumando finalmente 411 días cámaras.

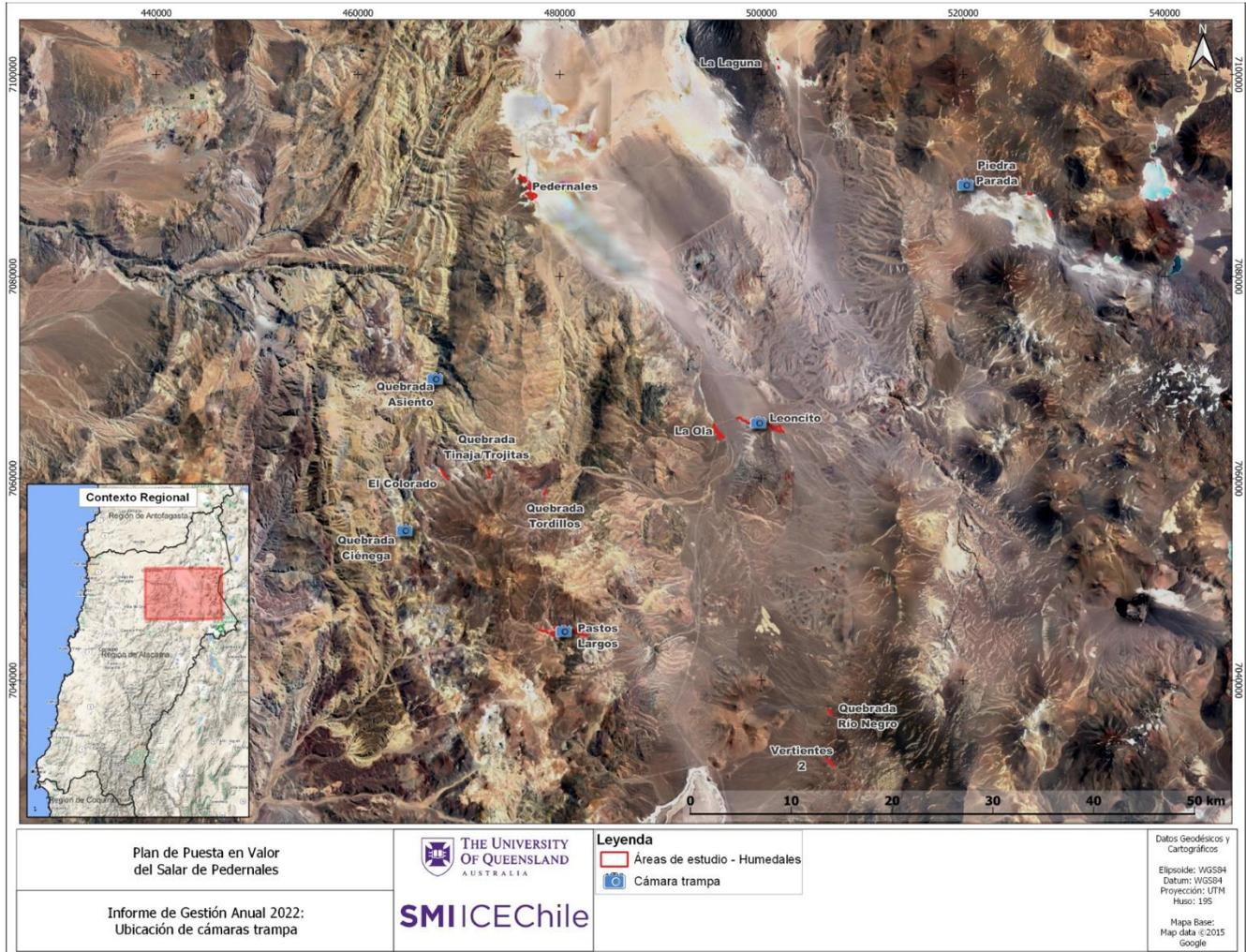


Figura 67. Ubicación de las cámaras trampa instaladas

A continuación, se describen brevemente los resultados preliminares para cada sitio:

- Cauce pedregoso con roqueríos en SVAHT de Qda. Ciénega (CAM005) con 928 eventos de captura, un total de 7 especies registradas, principalmente aves, destacando el canastero chico (*Asthenes modesta*), especie que no había sido registrada durante la campaña de muestreo directo en ninguno de los sitios visitados, y por otra parte la presencia de la especie introducida *Lepus europeus*
- Pajonal hídrico de las riberas del Río de la quebrada Leoncito (camtrack01) con 1932 eventos de captura, registra 15 especies destacando un registro de puma con presa, y una alta frecuencia de eventos de Chirihue verdoso (*Sicalis olivascens*), Bandurrilla de pico recto (*Ochetorhynchus ruficaudus*), tropillas de vicuña (*Vicugna vicugna*) con crías y juveniles, ratón andino (*Abrothrix andinus*), y liebre europea (*Lepus europeus*) ocupando este hábitat.
- Roqueríos colindantes a SVAHT de Pastos largos (camtrack02), con 320 eventos de captura, registra 15 especies, destacando la captura de tropillas de guanacos (*Lama guanicoe*), la

viscacha de montaña (*Lagidium viscacia*) y el ratón andino entre los mamíferos, y el chirihue dorado (*Sicalis auriventris*) y carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*) entre las aves.



Figura 68. Registro de *Asthenes modesta* (canastero chico) con cámara trampa.



Figura 69. Registro de *Lama guanicoe*.



Figura 70. Registro de *Abrothrix andinus* (ratón andino) con cámara trampa.



Figura 71. Registro de *Lagidium viscacia* (viscacha) con cámara trampa.



Figura 72. Registro de *Lepus europaeus* (liebre) con cámara trampa.



Figura 73. Registro de *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) con cámara trampa.



Figura 74. Registro de *Puma concolor* (puma) con cámara trampa.



Figura 75. Registro de *Vicugna vicugna* y *Lama guanicoe* (vicuña y guanaco) con cámara trampa



Figura 76. Registro de tropilla de *Vicugna vicugna* (vicuña) con cámara trampa



Figura 77. Registro de tropilla de *Vicugna vicugna* (vicuña) con cámara trampa

#### 4.4.5 Comparación entre especies potenciales y registros del presente estudio

La revisión de las bases de datos y literatura permitió determinar que, en el área, potencialmente, podrían presentarse 54 especies de vertebrados distribuidos en cinco especies de reptiles, 40 de aves y 9 de mamíferos, enfrentando diferentes categorías de conservación y apéndices CITES. En la Tabla 13 se contrasta el elenco de especies potenciales con las especies registradas en el Área de Estudio durante la campaña de muestreo y los registros de cámaras trampas.

Tabla 13. Especies potenciales en relación a las especies observadas en el Área de Estudio, origen geográfico, estado de conservación y apéndice CITES.

| Grupo taxonómico        | Familia                       | Especie                          | Nombre común                 | OG EC CITES      | REGISTROS | POTENCIAL |   |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------|-----------|-----------|---|
| ANFIBIOS                | Bufoidea                      | <i>Rhinella spinulosa</i>        | Sapo de rulo                 | N LC             |           | X         |   |
| REPTILES                | Liolaemidae                   | <i>Liolaemus andinus</i>         | Lagartija andina             | N                |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Liolaemus atacamensis</i>     | Lagartija de Atacama         | E LC             |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Liolaemus isabelae</i>        | Lagartija de Isabel          | E VU             |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Liolaemus patriciaturrae</i>  | Lagarto de Patricia Iturra   | E VU             | OD / CT?  |           |   |
|                         |                               | <i>Liolaemus rosenmanni</i>      | Lagarto de Rosenmann         | E VU             | OD / CT   |           |   |
|                         | Tropiduridae                  | <i>Phrynosaura audituvelata</i>  | Dragón de oído cubierto      | E                |           | X         |   |
|                         |                               |                                  |                              | Riqueza          | 7         | 2         | 5 |
| AVES                    | Rheidae                       | <i>Rhea pennata</i>              | Ñandú                        | N VU             |           | X         |   |
|                         | Tinamidae                     | <i>Tinamotis pentlandii</i>      | Perdiz de la puna            | N LC             |           | X         |   |
|                         | Anatidae                      | <i>Oressochen melanopterus</i>   | Piuquén                      | N LC             | OD        |           |   |
|                         |                               | <i>Lophonetta specularioides</i> | Pato juarjual                | N                | OD        |           |   |
|                         |                               | <i>Anas flavirostris</i>         | Pato jergón chico            | N                | OD / CT   |           |   |
|                         |                               | <i>Anas georgica</i>             | Pato jergón grande           | N                |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Anas puna</i>                 | Pato puna                    | N                |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Oxyura jamaicensis</i>        | Pato rana de pico ancho      | N                |           | X         |   |
|                         |                               | Phoenicopteridae                 | <i>Phoenicopus chilensis</i> | Flamenco chileno | N NT      | II OD     |   |
|                         | <i>Phoenicoparrus andinus</i> |                                  | Parina grande                | N VU             | II OD     |           |   |
|                         | <i>Phoenicoparrus jamesi</i>  |                                  | Parina chica                 | N VU             | II OD     |           |   |
|                         | Columbidae                    | <i>Metriopelia melanoptera</i>   | Tórtola cordillerana         | N                | CT        | X         |   |
|                         |                               | <i>Metriopelia aymara</i>        | Tórtola de la puna           | N                | CT        | X         |   |
|                         | Rallidae                      | <i>Gallinula galeata</i>         | Tagüita del norte            | N                |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Fulica cornuta</i>            | Tagua cornuda                | N NT             |           | X         |   |
|                         |                               | <i>Fulica gigantea</i>           | Tagua gigante                | N LC             | OD        |           |   |
| <i>Fulica ardesiaca</i> |                               | Tagua andina                     | N                            |                  | X         |           |   |
| Charadriidae            | <i>Charadrius alticola</i>    | Chorlo de la puna                | N                            | OD               |           |           |   |
|                         | <i>Phegornis mitchellii</i>   | Chorlo cordillerano              | N NT                         |                  | X         |           |   |

| Grupo taxonómico | Familia          | Especie                            | Nombre común                 | OG EC | CITES | REGISTROS | POTENCIAL |
|------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-----------|-----------|
|                  | Recurvirostridae | <i>Recurvirostra andina</i>        | Caití                        | N     |       | OD        |           |
|                  | Scolopacidae     | <i>Calidris bairdii</i>            | Playero de Baird             | M     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Gallinago andina</i>            | Becasina de la puna          | N     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Phalaropus tricolor</i>         | Pollito de mar tricolor      | M     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Tringa melanoleuca</i>          | Pitotoy grande               | M     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Tringa flavipes</i>             | Pitotoy chico                | M     |       |           | X         |
|                  | Thinocoridae     | <i>Attagis gayi</i>                | Perdicita cordillerana       | N     | LC    |           | X         |
|                  |                  | <i>Thinocorus orbignyianus</i>     | Perdicita cojón              | N     |       | XOD       |           |
|                  |                  | <i>Thinocorus rumicivorus</i>      | Perdicita común              | N     |       |           | X         |
|                  | Laridae          | <i>Chroicocephalus serranus</i>    | Gaviota andina               | N     |       | OD        |           |
|                  | Cathartidae      | <i>Vultur gryphus</i>              | Cóndor                       | N     | NT I  |           | X         |
|                  | Accipitridae     | <i>Geranoaetus polyosoma</i>       | Aguilucho                    | N     |       | OD        |           |
|                  | Tytonidae        | <i>Tyto alba</i>                   | Lechuza                      | N     |       |           | X         |
|                  | Strigidae        | <i>Asio flammeus</i>               | Nuco                         | N     | LC    | OD        |           |
|                  |                  | <i>Athene cucularia</i>            | Pequén                       | N     |       |           | X         |
|                  | Falconidae       | <i>Phalco boenus megalopterus</i>  | Carancho cordillerano        | N     |       | XOD / CT  |           |
|                  |                  | <i>Falco sparverius</i>            | Cernícalo                    | N     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Falco femoralis</i>             | Halcón perdiguero            | N     |       |           | X         |
|                  | Rhinocryptidae   | <i>Cinclodes albiventer</i>        | Churrete acanelado del norte | N     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Cinclodes atacamensis</i>       | Churrete de alas blancas     | N     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Geositta cucularia</i>          | Minero común                 | N     |       |           | X         |
|                  | Furnariidae      | <i>Geositta punensis</i>           | Minero de la puna            | N     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Geositta rufipennis</i>         | Minero cordillerano          | N     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Geositta isabellina</i>         | Minero grande                | N     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>   | Bandurrilla de pico recto    | N     |       | CT        | X         |
|                  |                  | <i>Upucerthia dumetaria</i>        | Bandurrilla                  | N     |       |           | X         |
|                  |                  | <i>Leptasthenura aegithaloides</i> | Tijeral                      | N     |       | ODX       |           |
|                  | Tyrannidae       | <i>Asthenes modesta</i>            | Canastero chico              | N     |       | CT        | X         |
|                  |                  | <i>Lessonia oreas</i>              | Colegial del norte           | N     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola maculirostris</i> | Dormilona chica              | N     |       | CT        | X         |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola rufivertex</i>    | Dormilona nuca rojiza        | N     |       | OD        |           |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola cinereus</i>      | Dormilona cenicienta         | N     |       | OD / CTX  |           |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola flavinucha</i>    | Dormilona fraile             | N     |       | ODX       |           |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola albiflora</i>     | Dormilona de ceja blanca     | N     |       | OD        |           |

| Grupo taxonómico | Familia          | Especie                          | Nombre común              | OG EC | CITES | REGISTROS  | POTENCIAL |
|------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|-------|-------|------------|-----------|
|                  |                  | <i>Muscisaxicola capistratus</i> | Dormilona rufa            | N     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Muscisaxicola frontalis</i>   | Dormilona de frente negra | N     |       | OD         |           |
|                  |                  | <i>Agriornis montanus</i>        | Mero gaucho               | N     |       |            | X         |
|                  | Hirundinidae     | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i>   | Golondrina de dorso negro | N     |       | OD         |           |
|                  |                  | <i>Riparia riparia</i>           | Golondrina barranquera    | N     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Hirundo rustica</i>           | Golondrina bermeja        | M     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Petrochelidon pyrrhonota</i>  | Golondrina grande         | N     |       |            | X         |
|                  | Mimidae          | <i>Mimus triurus</i>             | Tenca de Alas blancas     | N     |       |            | X         |
|                  | Motacillidae     | <i>Anthus correndera</i>         | Bailarín chico            | N     |       | OD         |           |
|                  | Fringillidae     | <i>Spinus atratus</i>            | Jilguero negro            | N     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Spinus uropygialis</i>        | Jilguero cordillerano     | N     |       |            | X         |
|                  | Passerellidae    | <i>Zonotrichia capensis</i>      | Chincol                   | N     |       | OD / CT    |           |
|                  | Thraupidae       | <i>Sicalis auriventris</i>       | Chirihue dorado           | N     |       | OD / CT    |           |
|                  |                  | <i>Sicalis olivascens</i>        | Chirihue verdoso          | N     |       | CT         | X         |
|                  |                  | <i>Phrygilus atriceps</i>        | Cometocino del norte      | N     |       | CT         | X         |
|                  |                  | <i>Geospizopsis unicolor</i>     | Pájaro plomo              | N     |       | OD / CT    |           |
|                  |                  | <i>Geospizopsis plebejus</i>     | Plebeyo                   | N     |       |            | X         |
|                  |                  |                                  | Riqueza 70                |       |       | 30         | 40        |
| MAMÍFEROS        | Didelphidae      | <i>Thylamys pallidior</i>        | Marmosa de la puna        | N     |       |            | X         |
|                  | Phyllostomidae   | <i>Desmodus rotundus</i>         | Vampiro                   | N     |       |            | X         |
|                  | Molossidae       | <i>Tadarida brasiliensis</i>     | Murciélago ocmún          | N     | LC    |            | X         |
|                  | Vespertilionidae | <i>Histiotus montanus</i>        | Murciélago orejudo menor  | N     | LC    |            | X         |
|                  | Cricetidae       | <i>Abrothrix andinus</i>         | Ratón andino              | N     | LC    | CT         | X         |
|                  | Ctenomyidae      | <i>Ctenomys fulvus</i>           | Tuco tuco de Atacama      | N     | LC    | OD/CT      |           |
|                  | Chinchillidae    | <i>Chinchilla chinchilla</i>     | Chinchilla de cola corta  | N     | CR    | I OI       |           |
|                  |                  | <i>Lagidium viscacia</i>         | Vizcacha de montaña       | N     | LC    | I OD / CT  |           |
|                  | Camelidae        | <i>Lama guanicoe</i>             | Guanaco                   | N     | VU    | II OD / CT |           |
|                  |                  | <i>Vicugna vicugna</i>           | Vicuña                    | N     | VU    | I OD / CT  |           |
|                  | Felidae          | <i>Leopardus sp.</i>             | Gato                      | N     |       | OI         |           |
|                  |                  | <i>Leopardus garleppi</i>        | Gato de Garleppi          | N     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Leopardus colocola</i>        | Gato colocolo             | N     |       |            | X         |
|                  |                  | <i>Leopardus jacobita</i>        | Gato andino               | N     |       | I          | X         |
|                  |                  | <i>Puma concolor</i>             | Puma                      | N     | NT    | I OI / CT  |           |
|                  | Canidae          | <i>Lycalopex culpaeus</i>        | Zorro culpeo              | N     | LC    | II OD / CT |           |
|                  | Mutelidae        | <i>Galictis cuja</i>             | Quique                    | N     | LC    |            | X         |
|                  | Leporidae        | <i>Lepus europaeus</i>           | Liebre Europea            | I     |       | OD / CT    |           |

| Grupo taxonómico | Familia | Especie | Nombre común | OG | EC | CITES | REGISTROS | POTENCIAL |
|------------------|---------|---------|--------------|----|----|-------|-----------|-----------|
|                  |         | Riqueza |              | 15 |    |       | 9         | 9         |

OG = Origen Geográfico: E=Endémico/N=Nativo/m=Migratorio Boreal/I=Introducido

EC = Estado de Conservación 16° Proceso RCE: LC=Preocupación Menor/NT=Casi Amenazado/VU=Vulnerable/CR=Peligro Crítico

REGISTROS: OD = Observación Directa / OI = Observación indirecta (rastros, heces, etc.) / CT = Registro de Cámara Trampa

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.4.6 Descripción de especies amenazadas registradas en los sitios de estudio

Se presenta a continuación un cuadro descriptivo de las especies registradas en la zona de estudio que se encuentran clasificadas en alguna categoría de amenaza, junto con consideraciones sobre sus sensibilidades ambientales y desafíos de conservación. Salvo las expresamente citadas en texto, las principales fuentes utilizadas para estas descripciones fueron:

Ministerio del Medio Ambiente:

<http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>

IUCN Red List 2021-3 (<https://www.iucnredlist.org/>)

##### 4.4.6.1 *Liolaemus patriciaiturrae* (Lagartija de Patricia Iturra)

- **Distribución y hábitat:** Especie nativa endémica de la Región de Atacama, con las poblaciones conocidas distribuidas entre el Salar de Pedernales y el Nevado Jotabeche, en el rango altitudinal 3000 – 4200 msnm. El hábitat descrito corresponde a ambientes desérticos circundantes a los salares altoandinos en sectores con escasa vegetación de pajonales arenosos y con rocas criofracturadas. Es descrita como una especie vivípara con dieta compuesta de invertebrados y materiales vegetales. En el Área de Estudio, se registró su ocurrencia en 3 sitios: El Colorado, Qda. Ciénaga y Tordillos, ocupando pedregales con vegetación en sectores ecotonales de los SVAHT.
- **Descripción taxonómica:** Saurio de tamaño grande y aspecto robusto. Regiones laterales del tronco muy rechonchas. Cabeza robusta, triangular más larga que ancha. Extremo del hocico poco agudo. Cuello lateralmente más ancho que la cabeza, debido a los pliegues laterales del cuello. Extremidades cortas y robustas. Cola cilindro cónica, corta, de longitud igual o algo mayor que la distancia hocico-cloaca.
- **Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental:** Su distribución actual conocida restringida junto con las varias perturbaciones humanas que pesan sobre su hábitat (pérdida y degradación por causas antrópicas y contaminación) e indicios de disminución poblacional la llevan a ser clasificada en categoría de Vulnerable (VU) según RCE vigente, y en categoría de Casi amenazada (NT) según IUCN. Esta última evaluación sugiere implementar medidas de conservación enfocadas a la investigación y monitoreo de las poblaciones para vigilar su tendencia ante el crecimiento de las actividades mineras en su área de distribución conocida. Por su ocurrencia en ecotonos de SVAHT, condición de endémica con distribución restringida,

en categoría de vulnerable y poca movilidad, esta especie es probablemente muy sensible a degradación y/o destrucción de los SVAHT.

#### 4.4.6.2 *Liolaemus rosenmanni* (Lagartija de Rosenmann)

- Distribución y hábitat: Especie nativa endémica del altiplano de la Región de Atacama, con tan sólo 4 localidades conocidas. El hábitat descrito corresponde a estepa de altura y pajonales - pastizales de *Stipa* spp. *Festuca* spp. de las riberas de cuerpos y cursos de agua de los ambientes altiplánicos que circunden los salares, en un rango altitudinal entre 2000 a 4200 msnm. Es considerada una especie vivípara, con dieta principalmente conformada por artrópodos.
- Descripción taxonómica: De tamaño mediano. La hembra es más pequeña que el macho. Aspecto muy robusto en los machos, más grácil en las hembras. Cabeza triangular más larga que ancha, de rostro algo agudo. El cuello lateralmente es más ancho que la cabeza tanto en machos como en hembras. Prominente pliegue a los lados del cuello, muy abultado.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Debido a su distribución conocida restringida y bajo tamaño poblacional estimado, también a que se describen amenazas importantes ligadas a disminución, degradación o destrucción del hábitat (creación de caminos, tránsito de camiones, desecación de los cursos de agua, fuentes y riesgos de contaminación por cianuro de potasio, faenas mineras en general), la especie está clasificada en categoría de vulnerable (VU) según RCE vigente. Clasificada como Casi amenazada (NT) en la lista roja de IUCN, por considerar un declive en calidad y extensión de su hábitat, pero con tendencias poblacionales estables (abundante en su rango conocido, sin indicios de cambios). Entre sus necesidades de conservación se señala principalmente la protección de los sitios / áreas de ocurrencia. Por ocupar los SVAHT y otros micro hábitats ecotonales relacionados, su condición de endémica con distribución muy restringida, su categoría de vulnerable y poca movilidad, esta especie es probablemente muy sensible a degradación y/o destrucción de los SVAHT.

#### 4.4.6.3 *Phoenicoparrus andinus* (Parina grande, Flamenco andino)

- Distribución y hábitat: Ave migratoria, nativa de las cuencas andinas altiplánicas endorreicas de la Puna desde el sur de Perú, Bolivia, norte de Chile y noroeste argentino. En Chile se registra desde el altiplano de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Atacama (Laguna del Negro Francisco). Sus preferencias de hábitat son los salares y cuerpos de agua salobres y someros entre los 2000 a 5000 msnm. Aunque principalmente filtrador de zoo y fitoplancton, se alimenta sin embargo de amplio espectro de organismos acuáticos presentes en las lagunas que frecuenta (peces, invertebrados, plantas vasculares). Durante la campaña de muestreo, la parina grande se registró en los sitios Salar de Pedernales (130 individuos), Salar de La Laguna (110 individuos), Salar de Piedra Parada (306 individuos), y cabecera Río La Ola (8 individuos).
- Descripción taxonómica: Altura máxima de 136 cm. Plumaje de color blanco a rosa pálido. Parte anterior del cuello y pecho de color vinoso. Alas de color rojo bermellón con remeras de intenso color negro. El pico es negro en la punta, con base amarilla con una mancha roja en su parte anterior y otra en su parte posterior. Patas de color amarillo con tonalidades rosadas tenues. Articulaciones de color rojo pardo. Ojos con iris de color café oscuro.

- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: La Parina grande es considerado uno de los flamencos más escasos a nivel mundial. Se encuentra en categoría de Vulnerable según RCE vigente y UICN debido a la fuerte disminución de sus poblaciones en los últimos años junto con las distintas amenazas que pesan tanto sobre su hábitat (extracción de agua, artificialización, modificación de los flujos y regímenes de agua, contaminación por efluentes industriales y actividades mineras, cambio climático) como sobre las poblaciones mismas (perturbaciones antrópicas como el turismo no regulado, la caza y la recolección de huevos). Esta también incluida en el apéndice III de la convención internacional CITES. Aunque existen varias iniciativas y acciones de conservación en su área de distribución total, Las principales necesidades señaladas apuntan a reforzar la vigilancia y protección sobre su hábitat, junto con estudios de los impactos de las actividades mineras y monitoreo de las poblaciones conocidas.

#### 4.4.6.4 *Phoenicoparrus jamesi* (Parina chica)

- Distribución y hábitat: Aunque ocurren migraciones parciales, es en general un ave considerado residente de las cuencas endorreicas de los ambientes altiplánicos y puneños, desde el sur de Perú, oeste de Bolivia, noroeste argentino y norte de Chile. En Chile está presente desde el extremo norte en la Región de Arica y Parinacota hasta la laguna del Negro Francisco en la Región de Atacama. Su hábitat principal, son los salares y cuerpos de aguas salinos y salobres con poca profundidad de estas zonas, entre 3500 a 4700 (5000) msnm.; Consume principalmente el fito y zooplancton presente en estos peculiares ambientes lacustres. En el Área de Estudio, los principales registros de ocurrencia son los sitios de Salar de la Laguna (53 individuos) y Salar de Pedernales (10 individuos).
- Descripción taxonómica: Altura máxima de 90 cm. La más pequeña de las tres especies que habitan Chile. Patas rojas y coloración escarlata en la base del cuello y en el dorso. El tercio posterior del cuerpo negro, menos notable que en la Parina grande. Cuello, patas y pico más cortos y de menor curvatura que en las otras dos especies, y de color amarillo anaranjado, con un agudo ápice negro. Iris de color negro.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: Debido a densidades poblacionales consideradas reducidas, La Parina chica es clasificada como Vulnerable (VU) en Chile según RCE vigente. Sus poblaciones y hábitat sufren las mismas presiones y amenazas que la Parina grande. Aunque las presiones de caza y recolección de huevos se registran en fuerte disminución, son la calidad y extensión de sus hábitats quienes se ven más afectados debido a desecación de humedales por actividades extractivas tanto del recurso agua como de minerales; también las poblaciones se ven afectadas por la presión de actividades recreativas y turismo no controlado, perturbando la conducta en periodos reproductivos. Como en su área de distribución total existen poblaciones mayores y la existencia de áreas protegidas claves para la especie, es clasificada como casi amenazada (NT) según IUCN. Está presente en el apéndice II de CITES. Al igual que la Parina grande, la especie cuenta con programas de escalas nacionales e internacionales para su conservación. Como estrategias para mejorar el estado de conservación, los esfuerzos sugeridos apuntan a sistematizar, coordinar y fortalecer los monitoreos poblacionales, así como incrementar la red de áreas de conservación, sobre todo para las colonias de nidificación. El principal sitio de importancia para la especie en el Área de Estudio es el salar de Piedra Parada, con registros constantes de presencia según datos de

los censos nacionales de flamencos altoandinos (CONAF Atacama, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020). También según el informe técnico justificatorio Reserva Nacional Volcán Doña Inés (Departamento de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF Atacama, 2016) se destaca el mismo Salar de Piedra Parada por haber sido el único sitio de nidificación de la especie en el pasado para la Región de Atacama (registros en 1988, y periodos 2006 a 2009), y aun cuando los censos de los años posteriores de la misma institución no reportan nidificación, señalan que presenta “condiciones ecológicas propicias para el establecimiento de nidos” (BirdLife International, 2016).

#### 4.4.6.5 *Chinchilla chinchilla* (Chinchilla de cola corta)

- **Distribución y hábitat:** La distribución histórica de esta peculiar especie de roedor colonial abarca las regiones altiplánicas desde el sur de Perú, noroeste argentino, Bolivia y norte de Chile. Después de haber sido considerada extinta en la naturaleza, se han registrado los últimos decenios varias colonias, principalmente en las regiones de Antofagasta y Atacama, y territorios colindantes en Bolivia, mientras no hay registros documentados en los otros países en los últimos 50 años (Valladares et al., 2014). Evaluaciones más recientes de la IUCN la consideran extinta en Perú y con presencia incierta en Argentina y Bolivia. Su rango altitudinal registrado va desde los 3000 hasta los 6000 msnm. Habita en áreas de roqueros y acantilados en ambientes de estepas áridas y pajonales altiplánicos. En áreas de estudios cercanos, oeste de Salar Grande (cita) y al sur (sectores Pantanillo, Ciénaga Redonda, Laguna Santa Rosa y Quebradas Piedras Lindas – ver Lagos et al., 2012 y Valladares et al., 2014) se registran la ocurrencia de la especie en rango altitudinal 3900 a 4300 msnm. En cuanto a la campaña de muestreo realizado en los sitios del Área de Estudio de los SVAHT permitió detectar la presencia indirecta de la especie en 6 de los 13 sitios visitados, en ambientes de roqueros colindantes a dichos humedales.
- **Descripción taxonómica:** Roedor histicomorfo, mediano (300 a 380 mm de longitud). Pelaje con tonos brunos, muy denso y largo. Cola corta aproximadamente el 25% de su longitud total. Orejas pequeñas, cabeza redondeada. Actividad crepuscular y nocturna. Colonial.
- **Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental:** Sus poblaciones son consideradas muy reducidas por la fuerte presión de caza y comercio ilegal de individuos en el pasado, lo cual habría llevado la especie al borde de la extinción, y que actualmente presentaría aún una alta vulnerabilidad a la extinción. La especie está actualmente clasificada como En Peligro (EN) según IUCN y se encuentra en el apéndice I de CITES. En Chile, la especie está clasificada en categoría de Peligro Crítico (CR). Actualmente, la mayor amenaza reconocida para las poblaciones chilenas es la proximidad de las colonias conocidas con áreas de explotación minera, las construcciones lineales, ambas provocando la degradación del hábitat, entre otras amenazas señaladas en el Decreto N°19 de 2021 del MMA que aprueba el “Plan de recuperación, conservación y gestión de Chinchilla de cola corta”. Las tendencias poblacionales son descritas como decrecientes con las poblaciones severamente fragmentadas con severas implicancias sobre su diversidad genética y por ende alto riesgo de extinción. Esta condición, junto con la baja movilidad de individuos reportados (SGA, 2018), hace muy relevante la conservación de los ambientes ecológicamente favorables para la especie y mantener su conectividad a escala de paisaje. En relación a los vacíos para su conservación efectiva,

Valladares et al. 2014 señalan la necesidad de desarrollar programas de conservación para ambas de las especies *C. chinchilla* y *C. laniger* presentes en Chile, considerando elementos claves de distribución, abundancia, dinámica poblacional, su ecología en general, así como también genética y biología reproductiva. Dichos vacíos y necesidades pretenden ser abordados por el recientemente aprobado plan RECOGE de la especie (Decreto N°19 MMA 2020).

#### 4.4.6.6 *Lama guanicoe* (Guanaco)

- **Distribución y hábitat:** Este camélido nativo sudamericano tiene una amplia distribución desde el norte de Perú hasta la Isla de Tierra del Fuego e Isla Navarino, con las mayores poblaciones en Argentina. Su distribución actual en Chile, muestra un patrón discontinuo; en efecto, esta distribución es fragmentada, entre las Regiones de Arica y Parinacota hasta la Región del Libertador Bernardo O'Higgins donde ocurre principalmente en la franja andina y altiplánica, con excepción de algunas poblaciones costeras entre la Región de Antofagasta y Atacama. Aparte de presencia ocasional en sectores andinos marginales de la Región del Maule, la especie no se vuelve a encontrar hasta en las Regiones de Aysén y Magallanes donde se considera que está presente el 80% de la población estimada para Chile. El guanaco es un herbívoro generalista y poco selectivo que utiliza una gran diversidad de ambientes desde bosques abiertos hasta ambientes desérticos, y ocupa matorrales xerofíticos semi-áridos, praderas y estepas de altura en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 5000 msnm. En el Área de Estudio se ha registrado su presencia en 11 de los 13 sitios (84,6%) tanto en los parches de vegetación con agua (pajonales hídricos, vegas y bofedales) como en las zonas ecotonales de pedregales con vegetación.
- **Descripción taxonómica:** El mayor de los mamíferos terrestres de Chile y el ungulado más grande de Sudamérica. Alcanza entre 1,2 y 2 metros de longitud (cabeza a cola). 0,9 a 1 m de altura a la cruz y un peso de hasta 120 kg. (machos). Destaca por sus piernas y cuello largo, pezuñas provistas de cojinetes córneos. Pelaje largo y suave color general café rojizo, con las partes inferiores blanquecinas y la cara gris oscura.
- **Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental:** El guanaco se encuentra en el apéndice III de CITES. Aunque clasificado como de Preocupación Menor (LC) a nivel global por UICN, mientras que en su distribución norte y centro-norte de Chile está clasificado como Vulnerable (VU) según RCE vigente. La especie en general está sometida a diversas presiones y amenazas, desde la caza ilegal, enfermedades, interacciones negativas con especies introducidas, conflictos fauna-humanos, cambio climático y desastres naturales. Sus hábitats también están afectados por destrucción y pérdida de calidad debido a los impactos antrópicos de cambios de usos de suelos, actividades extractivas, modificación de los ecosistemas, etc. que actúan en sinergia con otros factores ambientales. En consecuencia, aunque la población total es aún grande y ampliamente distribuida (aunque se estima que ocupa actualmente solo 26% de su rango original), está cada vez más fragmentada y la especie sigue en declive desde el siglo XIX. En Chile, las principales amenazas son la caza ilegal, la depredación por perros asilvestrados, hibridación con llamas en áreas de pocas densidades de guanacos, reducción y fragmentación del hábitat debido al desarrollo de infraestructuras viales y energéticas, actividades mineras y extractivas. También en sectores donde la población se ve aumento, se

está generando situaciones de conflictos con las actividades de ganadería extensiva. De tan diversas amenazas, se desprende que las necesidades de acciones para mejorar su estado de conservación efectiva son varias, desde una mejor gestión territorial para resguardar los hábitats hasta medidas legislativas, de manejo de extracción y educación / sensibilización; también las iniciativas de investigación de su ecología, la estimación y monitoreo de las tendencias poblacionales se deben reforzar y sistematizar. En este último aspecto, los censos estivales de camélidos silvestres realizados por CONAF ATACAMA (2021) desde hace una década en el Área de Estudio, destacan la importancia de los humedales de Leoncito para la especie, junto a la vertiente oriental de la cordillera de Domeyko, y de la cuenca del Salar de Pedernales en general por concentrar una importante proporción de juveniles (32% según el censo de 2021). Estos mismos censos señalan una tendencia al aumento de individuos en la cuenca del Salar de Pedernales durante la década considerada.

#### 4.4.6.7 *Vicugna vicugna* (vicuña)

- Distribución y hábitat: Ecorregiones puneñas y altiplánicas de Perú, Bolivia noroeste argentino y norte chileno, en rango altitudinal desde los 3000 hasta los 5000 msnm. 2 subespecies reconocidas, la vicuña de norte (*V. vicugna mensalis*) y vicuña austral (*V. v. vicugna*), ambas presentes en Chile. Las poblaciones presentes en la Región de Atacama, y por ende en la zona de estudio, corresponden a la vicuña austral. La vicuña habita y se alimenta preferentemente en los humedales altiplánicos como vegas y bofedales, riberas con vegetación azonal de los cursos de agua y lagunas altiplánicas (SVAHT). Aunque su área de ocupación y desplazamiento abarca los ambientes xerofíticos y desérticos de altura de las ecorregiones mencionadas, es un animal muy dependiente de los humedales y recurso agua (bebedoras obligadas); pero por la fragmentación natural de estos sistemas en el altiplano (oasis), transita por varios ambientes de pastizales, pajonales y matorrales desérticos de altura (tolares) que ofician como corredores.
- Descripción taxonómica: Camélido pequeño, pesa entre 40 y 50 kg y mide 80 cm de longitud. Color beige o marrón claro rojizo en el lomo, blanco en la zona central y las patas. Mechón en la parte del pecho de pelos largos y blancos. Patas largas y delgadas, terminadas en almohadillas para caminar sobre varios tipos de suelos, incluso pedregosos. La fibra de su lana está entre las más finas del mundo, midiendo 15 µm de diámetro.
- Desafíos de conservación y sensibilidad ambiental: La vicuña austral se encuentra en el apéndice I de CITES y clasificada como Preocupación Menor (LC) según UICN. Sin embargo, en Chile está clasificada como Vulnerable (VU) por las evidencias de la disminución de sus poblaciones en los últimos 20 años en este país y la reducción de la calidad de su hábitat principal por sobrepastoreo y sequías prolongadas, junto a la creciente presión de extracción de agua y destrucción de hábitat por las actividades extractivas de la minería metálica y no metálica (litio). En cuanto a la importancia de su conservación, tanto a escala global como a escala local, se destaca la vicuña como un ingeniero ecosistémico que contribuye a la dispersión de semillas, al ciclo de nutrientes y la fertilización del suelo (Wheeler, 2020); debido a su alta co-adaptación con la vegetación de los hábitats de humedales tipo SVAHT, es considerada como un herbívoro de bajo impacto que es clave en la mantención de estos mismos humedales. Según los censos estivales realizados por CONAF ATACAMA (2021), efectuados en el área comprendida entre el Salar de Pedernales y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces, la abundancia histórica

registrada de vicuñas ha mostrado un descenso general en el periodo 2007 – 2020. Este mismo estudio señala la importancia de la cuenca del Salar de Pedernales, y en particular las vegas de Leoncito, por concentrar la mayor cantidad de juveniles observados durante los últimos censos.

#### 4.4.7 Lista preliminar de especies de vertebrados terrestres sensibles entorno a los SVAHT del Área de Estudio

Se lista a continuación en la

Tabla 14 las especies registradas asociadas a SVAHT, cuya degradación o destrucción del hábitat SVAHT tendría un impacto sobre los individuos, debido a su dependencia a los SVAHT como hábitat y/o de su baja movilidad.

Tabla 14. Listado de especies en el Área de Estudio

| <b>Nombre científico</b>         | <b>Nombre común</b>        |
|----------------------------------|----------------------------|
| <i>Liolaemus patriciaiturrae</i> | Lagarto de Patricia Iturra |
| <i>Liolaemus rosenmanni</i>      | Lagarto de Rosenmann       |
| <i>Oressochen melanopterus</i>   | Piuquén                    |
| <i>Charadrius alticola</i>       | Chorlo de la puna          |
| <i>Recurvirostra andina</i>      | Caití                      |
| <i>Calidris bairdii</i>          | Playero de Baird           |
| <i>Thinocorus orbignyianus</i>   | Perdicitita cojón          |
| <i>Geositta punensis</i>         | Minero de la puna          |
| <i>Geositta isabellina</i>       | Minero grande              |
| <i>Lessonia oreas</i>            | Colegial del norte         |
| <i>Muscisaxicola cinereus</i>    | Dormilona cenicienta       |
| <i>Muscisaxicola flavinucha</i>  | Dormilona fraile           |
| <i>Muscisaxicola albilora</i>    | Dormilona de ceja blanca   |
| <i>Muscisaxicola rufivertx</i>   | Dorminola de nuca rojiza   |
| <i>Muscisaxicola frontalis</i>   | Dormilona de frente negra  |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i>   | Golondrina de dorso negro  |
| <i>Sicalis auriventris</i>       | Chirihue dorado            |
| <i>Sicalis olivascens</i>        | Chirihue verdoso           |
| <i>Vicugna vicugna</i>           | Vicuña                     |
| <i>Abrothrix andinus</i>         | Ratón andino               |

Fuente: Elaboración propia, 2022.

#### 4.4.8 Análisis de sensibilidades ambientales

Este trabajo es una primera aproximación al conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de los 13 sitios considerados por el Consejo de Defensa del Estado para la Cuenca del Salar de Pedernales. Existen estudios de diferentes autores que detallan la presencia de especies de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, sin embargo, muchas de esas especies solo están descritas como potenciales y muchas de ellas presentan sus distribuciones altitudinales, por debajo del nivel altitudinal de este estudio (Olivares *et al.*, 2009). Por ejemplo, para el caso de los reptiles, Olivares *et al.*, (2009) reportan 12 especies de las cuales 11 son potenciales y solo una fue observada (*Liolaemus rosenmanni*). Este estudio, dentro de los 13 sitios, reportó la presencia de *L. rosenmanni* y *L. patriciaiturrae*, por observación directa, con una baja posibilidad de encontrar nuevas especies para los 13 sitios evaluados y en el rango altitudinal comprendido. Situación similar se presenta en el caso de aves y mamíferos. Se destaca el hecho que los registros de este estudio fueron obtenidos tanto por observación directa de individuos durante la campaña de muestreo o mediante registro de cámara trampa, como registros indirectos por detección de huellas, heces u otros rastros atribuibles a un taxón determinado.

Considerando el índice de Chao2 y las curvas de acumulación de especies, es posible todavía que se incremente el número de aves y mamíferos. Este estudio fue limitado en el tiempo y solo abarca parcialmente 2 temporadas en 3 de los 13 sitios. Por lo tanto, no se evaluó la estacionalidad a la que pueden responder algunas especies. Tampoco se emplearon redes de niebla para aves de difícil observación y especies del grupo de los quirópteros o trampas para micromamíferos, que difícilmente se pueden registrar por observación directa. Las cámaras trampa colocadas en algunos humedales, permitieron conocer algunas especies de las que se observaron rastros o huellas, incluso, especies que no fueron vistas o de las cuales, sus indicios de presencia indirecta no fueron detectados durante el trabajo.

La probabilidad de convertir a las especies potenciales en especies observadas dependerá únicamente del muestreo continuo en el Área de Estudio, es decir de un programa de monitoreo. La estacionalidad es un factor determinante en los resultados, cuando se realizan inventarios de especies. Debe considerarse que las curvas de acumulación se calcularon para toda la cuenca y en un tiempo acotado.

Dado el alto porcentaje (37%) de especies detectadas que se encuentran catalogadas en algún estado de conservación o bajo los apéndices CITES, sobre todo, la presencia de una especie en Peligro Crítico, la alta frecuencia (92% de los sitios evaluados) y número de especies en categoría de Vulnerable (siete taxa, 17%), así como también el grado de endemismo de otras y/o su estrecha relación con los SVAHT como hábitat, se recomienda que estas especies se consideren como objetos de conservación prioritarios en el Plan de Manejo que se encuentra en elaboración.

## 4.5 Conclusión

Se concluye de manera preliminar que el grupo de las aves fue el componente taxonómico más numeroso en los 13 sitios de la Cuenca del Salar de Pedernales, seguido por los mamíferos y los reptiles. No se registró anfibios ni peces a pesar del esfuerzo de muestreo realizado.

Considerando el alcance y objetivo del presente inventario, efectuado durante una sola campaña a fines de noviembre 2021, evidentemente permite tener solo una visión parcial de la fauna de vertebrados asociados a los sitios del Área de Estudio y aun considerando los registros por cámara trampa. Para tener una mejor aproximación a las variaciones de ocupación de la fauna es necesario reforzar campañas de muestreo y sistematizar mediante monitoreo, con el objetivo de generar una base de conocimiento sobre la abundancia y dinámica de las especies sensibles y de interés para el futuro Plan de Manejo. Lo anterior debería considerarse como parte de las actividades a priorizar para dicho Plan, y en articulación directa con otras medidas del avenimiento, tales como EST-01 y EST-02. Así mismo, se sugiere incrementar el tiempo de permanencia en cada sitio, para tener un mejor alcance de la fauna que depende de estos humedales altoandinos.

## 4.6 Referencias

Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D. & Franklin, W. L. (2018). *Vicugna vicugna* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species 2018. Recuperado 23 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A145360542.en>

Acebes, P. & Gonzalez, B. (2021). *Vicugna vicugna* (Green Status assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021. Recuperado 23 de diciembre de 2021. <https://www.iucnredlist.org/species/22956/145360542>

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca E. (Eds.). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional, Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá, Colombia. 298 pp.

Aguirre, J. y Torres, H. (2005). Aves de los humedales altoandinos del norte de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Gobierno de Chile. 180 pp.

Baldi, R. B., Acebes, P., Cuéllar, E., Funes, M., Hoces, D., Puig, S. & Franklin, W. L. (2016). *Lama guanicoe*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en>.

BirdLife International. (2016). *Phoenicoparrus jamesi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697398A93612106.en>.

BirdLife International. (2020). *Phoenicoparrus andinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22697387A182422217.en>.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2021). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres: Apéndice I, II y III*. Recuperado el 22 diciembre de 2021. <https://cites.org/esp/app/appendices.php>

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2015). Censo de Flamencos altoandinos, en el marco del Censo Internacional de Flamencos Altoandinos 2015.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2017). Censo estival de aves altoandinas, en el marco del Censo Nacional de Flamencos Altoandinos 2017.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2018). Censo de Flamencos y otras aves altoandinas 2018.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2019). Informe monitoreo de aves altoandinas, en el marco del Censo Nacional de Flamencos Altoandinos 2019.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2020). Monitoreo estival de flamencos altoandinos, en el marco del VI Censo Internacional de Flamencos y Aves Altoandinos 2020.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Atacama. (2021). Informe Censo estival de Camélidos altoandinos Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Sitio Ramsar “Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa”. Equipo de Guardaparques, Sección Conservación Diversidad Biológica. Convención Ramsar y Ministerio de Agricultura. 15 pp.

De la Maza M. y Bonacic C. (Eds.). (2013). Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 202 pp.

Decreto N°19 de 2020 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba Plan de recuperación, conservación y gestión de Chinchilla de cola corta (*Chinchilla chinchilla*). 01 de septiembre de 2020. <http://bcn.cl/2yg34>

Decreto Supremo N°29 de 2011 [Ministerio del Medio Ambiente]. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. 26 de julio de 2011. <http://bcn.cl/2k6w2>

Departamento de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF región de Atacama. (2016). Informe Técnico Justificadorio “Reserva Nacional Volcán Doña Inés”. 56 pp.

Dirección General de Aguas (DGA). (2015). Diagnóstico de disponibilidad hídrica en cuencas Alto - Andinas de la Región de Atacama, Fase 2. Resumen ejecutivo. S.I.T. N°380. 37 pp.

Espejo, P., Lobos, G., Marambio, Y., Mella, J., Nunez, H., Ruiz de Gamboa, M. & Valladares, P. (2017). *Liolaemus rosenmanni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T56148986A56148988.en>.

Florez, A. y Rios, K. (1998). Las lagunas de las altas montañas. *Cuadernos de Geografía*, 7(1-2), 25-49.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (s.f.). *Página de Inicio de GBIF*. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. <https://www.gbif.org/es>

Iriarte, A. (2008). Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 pp.

Jaramillo, A. (2003). Birds of Chile. Helm Field Guides, Christopher Helm, London. 240 pp.

Kays, R. W. & Slauson, K. M. (2008). Remote Cameras. En R. Long, P. MacKay, W. J. Zielinski, & J. C. Ray (Eds.), *Noninvasive survey methods for carnivores* (pp. 110-140). Island Press. Washington D.C., USA.

Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz-Páez, H., Charrier, A., Rabanal, F., Díaz, S. y Tala, C. (2013). Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago, Chile. 104 pp.

Lagos, N., Villalobos, R. & Iriarte, A. (2012). Nuevos registros de poblaciones de Chinchilla de cola corta, *Chinchilla chinchilla* (Rodentia: Chinchillidae) en la Cordillera de la Región de Atacama, Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 61, 191-196. [https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/articles-70596\\_archivo\\_01.pdf](https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/articles-70596_archivo_01.pdf)

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 170 pp.

Mella, J., Marambio, Y., Nunez, H. & Ruiz de Gamboa, M. (2017). *Liolaemus patriciaturrae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Recuperado el 22 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T56085562A56085564.en>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). *Inventario nacional de especies de Chile*. Recuperado el 22 de diciembre 2021. <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (s.f.). Clasificación de especies según estado de conservación. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Muñoz, A. y Yáñez, J (Eds.). (2000). Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones. Valdivia, Chile. 464 pp.

Marambio-Alfaro, Y., Hiriart-Lamas, D. y Valdés-Saavedra, J. (2016). Sistemas altoandinos de la región de atacama: el comienzo de la vida. Editorial Académica Española. 144 pp.

Martínez D. y González G. (2005). Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620 pp.

Mella, J. (2017). Guía de campo de reptiles de Chile. Tomo 2: Zona Norte. Peñaloza A.P.G. (Ed.), Alvimpress, Santiago de Chile.

Olivares, F., Cepeda, A., Troncoso, I., Troncoso, T. y Fernández, F. (2009). Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para su seguimiento en el sitio prioritario de la biodiversidad Salar de Pedernales y sus alrededores, región de Atacama. Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores. Vallenar, Chile. 99 pp.

R Development Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>

Ramírez, E. (2007). *Distribución de arsénico total en hábitats de alimentación de flamencos: aguas, sedimentos, fitoplancton y zooplancton. Salar del Huasco. Altiplano norte de Chile* [Tesis de título profesional de Biólogo, Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat] Iquique, Chile.

Roach, N. & Kennerley, R. (2016). *Chinchilla chinchilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Recuperado el 23 de diciembre de 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4651A22191157.en>.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2010). Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre. 22 pp. [http://www.sag.cl/sites/default/files/guia\\_de\\_evaluacion\\_ambiental\\_componente\\_fauna\\_silvestre.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_de_evaluacion_ambiental_componente_fauna_silvestre.pdf).

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2015). Guía para la descripción del área de influencia: Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. División de evaluación ambiental y participación ciudadana, Gobierno de Chile. 96 pp. [https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia\\_ecosistemas\\_terrestres.pdf](https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf)

The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado 23 de diciembre 2021. <https://www.iucnredlist.org/>

Valladares, P., Zuleta, C. & Spotorno, A. (2014). *Chinchilla lanigera* (Molina 1782) and *C. chinchilla* (Lichtenstein 1830): review of their distribution and new findings. *Animal Biodiversity and Conservation*, 37(1), 89–93. <http://dx.doi.org/10.32800/abc.2014.37.0089>

Wheeler, J. C. (2020). Capítulo I: Clasificación, taxonomía y características morfológicas de *Vicugna vicugna*, en B. A. González (Ed.), *La Vicuña Austral* (pp. 21-28). Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile.

Xeno-canto Foundation. (s.f.). Recuperado el 22 de diciembre de 2021. <https://xeno-canto.org/>.

## 4.7 Apéndices

### 4.7.1 Apéndice 3.5: Registro fotográfico fauna.

Se adjunta en formato Word.

### 4.7.2 Apéndice 3.6: Inventario y conteo directos de las especies de fauna de vertebrados registrados durante la campaña de muestreo en los sitios de SVAHT del Área de Estudio, región de Atacama.

Se adjunta en formato digital xls



MAYO 2022