DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPITULO 2 /ANEXO 2.7

Caracterización Ambiental de Flora y Vegetación

2026

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS 8
   2.1 Objetivo general 8
   2.2 Objetivos específicos 8
3. FACTORES GENERADORES DE IMPACTOS 9
   3.1 Definición 9
   3.2 FGI asociados al componente Flora y vegetación 9
4. ÁREA DEL PROYECTO 10
5. METODOLOGÍA 11
   5.1 Determinación y justificación del área de influencia del proyecto 11
   5.2 Antecedentes bibliográficos 12
   5.3 Caracterización de la vegetación 14
      5.3.1 Fotointerpretación y caracterización preliminar 14
      5.3.2 Toma de datos en terreno 15
      5.3.3 Parcelas Forestales 19
   5.4 Caracterización de la Flora 26
      5.4.1 Identificación de especies de Flora (Inventario Florístico) 31
      5.4.2 Determinación de la composición y dominancia de especies 27
      5.4.3 Estados de conservación 29
   5.5 Cambio climático 30
   5.6 Singularidades ambientales 31
      5.6.1 Singularidades ambientales para la flora 31
      5.6.2 Singularidades ambientales para la vegetación 31
   5.7 Materiales y equipos utilizados. 32
6. RESULTADOS 33
   6.1 Antecedentes bibliográficos 33
      6.1.1 Clasificación vegetacional de Gajardo (1994) 33
      6.1.2 Clasificación vegetacional de Luebert y Pliscoff (2017) 34
      6.1.3 Tipos forestales de los bosques nativos de Chile (Donoso, 1981) 35

6.1.4 Contexto vegetacional y uso de suelo 36
6.1.5 Relevancia Ambiental de los Remanentes de Bosque Nativo 37
6.2 Caracterización de la vegetación 40
6.2.1 Descripción de las unidades vegetacionales (Carta de Ocupación de Tierras) 40
6.2.2 Distribución de las UV en el Área de Influencia 50
6.3 Composición florística 54
6.3.1 Origen biogeográfico 58
6.3.2 Hábito de Crecimiento 59
6.3.3 Categorías de Conservación 60
6.4 Análisis de riesgo climático 62
6.4.1 Componentes de Riesgo climático 63
6.4.2 Índices de riesgo para la Biodiversidad 63
6.4.3 Efecto potencial de los cambios en el clima sobre el verdor de los bosques nativos y plantaciones forestales 65
6.4.4 Riesgo de incendios en bosque nativo y plantaciones forestales 67
6.4.5 Cambio climático. Análisis por especie 70
6.5 Análisis de singularidades ambientales 72
6.5.1 Singularidad ambiental para la flora 72
6.5.2 Análisis de la singularidad ambiental de la vegetación. 73
7. DISCUSIÓN 75
8. CONCLUSIONES 78
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80
10. ANEXOS 82
10.1 Profesionales encargados 82
10.2 Registro fotográfico 83

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Esquema del enfoque de los FGI en SEA. 9
Figura 2. Emplazamiento del proyecto. 10
Figura 3. Área de influencia estimada para el componente flora y vegetación. 12
Figura 4. Esquema de grados de artificialización. 18
Figura 5. Ubicación de las parcelas de muestreo de flora en el AI. 31
Figura 6. Formaciones vegetacionales según Gajardo 1998 en el área de estudio. 34
Figura 7. Pisos vegetacionales según Luebert y Pliscoff (2017) en el área de estudio. 35
Figura 8. Recursos vegetacionales y uso de la tierra en el área de estudio. 36
Figura 9. Ecosistemas terrestres remanentes presentes en el AI. 37
Figura 10. Ecosistemas terrestres de relevancia presentes en el AI. 38
Figura 11. Ecosistemas de bosque nativo remanentes en el proyecto. 39
Figura 12. Vista representativa de la unidad vegetacional Bosque Nativo. 41
Figura 13. Vista representativa de la unidad vegetacional Bosque mixto. 43
Figura 14. Vista representativa de la unidad vegetacional Plantación forestal. 45
Figura 15. Figura representativa para la unidad vegetacional Exóticas asilvestradas. 46
Figura 16. Vista representativa de la unidad vegetacional Matorral. 47
Figura 17. Vista representativa de la unidad vegetacional Praderas y/o Pastizal. 48
Figura 18. Vista representativa de la unidad vegetacional Cultivos. 49
Figura 19. Figura representativa de la Unidad vegetacional destinada a reforestación. 50
Figura 21. Cartografía con las unidades vegetacionales en el área de influencia. 52
Figura 22. Riqueza de especies por campaña. 57
Figura 23. Riqueza específica de flora vascular por familia, para la campaña de primavera. 57
Figura 24. Riqueza específica de flora vascular por familia, para la campaña de otoño. 58
Figura 25. Proporción de la flora según su origen biogeográfico. 59

Figura 26. Proporción de tipos biológicos o forma de crecimiento de la flora en el área del proyecto. 60

Figura 27. Ubicación geográfica de las especies en categoría de conservación. 62

Figura 28. Componentes del riesgo climático. 63

Figura 29. Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en las precipitaciones para la comuna de Quirihue. 64

Figura 30. Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en la temperatura para la comuna de Quirihue. 65

Figura 31. Índice de aumento de riesgo de pérdida de verdor en bosque nativo para la comuna de Quirihue. 66

Figura 32. Índice de aumento de riesgo de pérdida de verdor en plantación forestal para la comuna de Quirihue. 67

Figura 33. Índice de aumento de riesgo de aumento de incendios en bosque nativo para la comuna de Quirihue. 68

Figura 34. Índice de aumento de riesgo de aumento de incendios en plantación forestal para la comuna de Quirihue. 69

Figura 34. *Nothofagus obliqua.* 83

Figura 35. *Cryptocarya alba.* 84

Figura 36. *Bomarea salsilla.* 85

Figura 37. *Castanea sativa.* 86

Figura 38. *Conanthera bifolia.* 87

Figura 39. *Alstroemeria ligtu* subsp*. simsii.* 88

Figura 40. *Ulmus minor.* 89

Figura 41. *Clematicissus striata.* 90

Figura 34. *Drimys winteri.* 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fechas de ejecución de las campañas de terreno. 6

Tabla 2.Proyectos aprobados recientemente presentados al SEIA. 14

Tabla 3. Categorías de estratos para los distintos tipos biológicos. 16

Tabla 4. Categorías de coberturas y su codificación. 16

Tabla 5.Tabla de coberturas para tipos biológicos con más de un estrato. 19

Tabla 6. Nomenclatura para la codificación del nombre científico de las especies 19

Tabla 7. Coordenadas de las parcelas forestales realizadas. 21

Tabla 8.Resumen de las campañas de terreno para caracterización cuantitativa de la vegetación. 25

Tabla 9. Detalle de fechas y esfuerzo de terreno para cada campaña de terreno realizada..... 26

Tabla 10. Coordenadas de ubicación de parcelas de muestreo..... 26

Tabla 11. Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet. 28

Tabla 12. Categorías de Conservación 29

Tabla 13. Superficie (ha) y porcentaje del área de influencia utilizada por cada unidad vegetacional identificada, y por las zonas ocupadas por otros usos..... 51

Tabla 14. Cuadro resumen de los resultados obtenidos para la COT. 53

Tabla 15. Especies vegetales registradas en el área de estudio. 54

Tabla 16. Forma de crecimiento en relación con el origen biogeográfico de las especies registradas en todas las campañas realizadas en el área de influencia del proyecto. 60

Tabla 17. Especies registradas que presentan categoría de conservación. 61

Tabla 18.Coordenadas de ubicación de las especies en categoría de conservación registradas. 61

Tabla 19. Matriz de riesgo climático para la comuna de Quirihue. 69

Tabla 20. Variación proyectada de la probabilidad de presencia bajo RCP 8.5 para especies en categoría de conservación. 70

Tabla 21. Singularidades ambientales para la flora. 72

Tabla 22. Singularidades ambientales para la vegetación. 73

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva SE Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", en adelante, el Proyecto, corresponde a una iniciativa de infraestructura de transmisión eléctrica zonal contemplada en el Decreto Exento N°257/2022 del Ministerio de Energía, mediante el cual se aprueba el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión correspondiente al año 2021. El objetivo del Proyecto es fortalecer la capacidad, seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico en la zona, mediante la incorporación de nuevas instalaciones de transmisión destinadas a mejorar la continuidad operacional y la capacidad de suministro eléctrico regional.

En términos generales, el Proyecto considera la construcción y operación de la Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, la Nueva Subestación Coiquén, una nueva Línea de Transmisión aérea 2x66 kV Las Delicias - Coiquén, con una longitud aproximada de 9,1 km, además del seccionamiento de una línea de transmisión existente en 220 kV. Las obras se emplazan en la Región de Ñuble, provincia del Itata, comuna de Quirihue (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y serán sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), conforme a lo establecido en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El presente informe documento corresponde a la Caracterización ambiental del componente Flora y vegetación cuyo objetivo es describir las principales características florísticas y vegetacionales presentes en el territorio, identificando especies, formaciones vegetacionales y elementos de interés ambiental relevantes para la evaluación ambiental del Proyecto y, así, poder descartar la generación de efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la ley 19.300 establecidas en el Artículo 18, literal e.2 del D.S. N°40/2012, modificado por el D.S N°30 del 2024 y el D.S. N°17 del 2025 , del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (RSEIA), en el marco de una Declaración de impacto ambiental (DIA).

De acuerdo con lo establecido en la "*Guía metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres*" (SEA, 2025) y con el fin de realizar un completo levantamiento de la flora y vegetación presente en el área de influencia del Proyecto se considerará la ejecución de 2 campañas de terreno en épocas contrastantes, además de una campaña exclusiva para parcelas de inventario forestal, tal como se muestra a continuación:

Tabla 1. Fechas de ejecución de las campañas de terreno.

Campaña de terreno	Fecha de realización
Campaña flora 1, primavera 2025	15 al 19 de diciembre de 2025

Campaña de terreno	Fecha de realización
Campaña flora 2, otoño 2026	5 al 8 de mayo de 2026
Campaña forestal, invierno 2026	6 al 8 de agosto de 2026

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el presente informe presenta los resultados asociados a las tres campañas realizadas, en las estaciones de primavera, otoño e invierno, respectivamente, en el área de influencia del Proyecto.

El área del Proyecto se caracteriza por la presencia predominante de terrenos de uso forestal con remanentes de bosque nativo correspondientes a la Cordillera de la Costa. El clima de la zona es de tipo Templado cálido con lluvias invernales (Csb), según la clasificación climática de Köppen (1936). Esta situación redunda en veranos cálidos y secos, de 4 a 5 meses con eventos de lluvia ocasional, e inviernos muy fríos y lluviosos, con una media de precipitaciones anual de 670 mm y una temperatura media anual de 13,2°C.

Además, en el desarrollo del presente informe se consideró lo establecido en las siguientes guías:

- "*Guía áreas de influencia en el SEIA*" (SEA, 2026).
- "*Guía metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres*" (SEA, 2025).
- *"Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres" (SEA, 2024).*
- *"Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA, 2024)*
- "*Guía de Evaluación Ambiental"* (CONAF, 2020).
- "*Guía de evaluación ambiental: Componente Flora Silvestre. G-PR-GA-002*" elaborada por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar el componente flora y vegetación en el área de influencia del proyecto **"Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén"**, con el propósito de describir el estado actual de este componente ambiental y generar los antecedentes técnicos suficientes para descartar la ocurrencia de impactos ambientales significativos, conforme a los criterios de significancia establecidos para la tramitación del proyecto mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la vegetación existente dentro del Área de Influencia del Proyecto.
- Establecer la composición de especies de flora vascular dentro del Área de Influencia del Proyecto, por medio de su identificación a través de datos básicos como su clasificación taxonómica, nombre científico, nombre común, forma de crecimiento, origen geográfico.
- Reconocer los patrones vegetacionales presentes dentro del área de influencia del Proyecto.
- Identificar las especies de flora vascular que se encuentren protegidas o con estados de conservación de acuerdo con la legislación ambiental vigente dentro del Área de Influencia del Proyecto.
- Determinar las formaciones vegetales de acuerdo con la Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, así como de plantaciones forestales, de acuerdo con la normativa relativa al D.L. N°701 de 1974.
- Analizar las singularidades de la flora y vegetación en el Área de Influencia del Proyecto de acuerdo con los instructivos vigentes.
- Determinar, a partir de la Caracterización de flora y vegetación, la inexistencia de efectos adversos significativos y de condiciones de localización que configuren las causales del análisis del artículo 11, letras b) y d), de la Ley N° 19.300.
- Analizar y evaluar los efectos potenciales del cambio climático proyectado en el área de influencia del proyecto, considerando escenarios climáticos futuros.

3. FACTORES GENERADORES DE IMPACTOS

3.1 Definición

Conforme a lo señalado por el Servicio de Evaluación Ambiental "Los impactos ambientales son causados por los factores generadores de impacto (FGI), entendiéndose por aquellos a los elementos del proyecto o actividad, en consideración a su localización y temporalidad, así como por sus emisiones, efluentes, residuos, explotación, extracción, uso o intervención de recursos naturales, mano de obra, suministros o insumos básicos y productos o servicios generados, según correspondan, que por sí mismos, generan alteración en el medio ambiente y que son identificables en cada una de las fases del proyecto."

"Como es reconocido, un mismo factor puede generar más de un impacto ambiental", lo que refuerza el carácter multidimensional del FGI. Los factores deben además ser detallados por los titulares en el capítulo de Descripción del Proyecto, conforme al artículo 18 literal c) y artículo 19 literal a) del Reglamento del SEIA (D.S. N°40/2012).

En la siguiente figura se resume este enfoque:

Figura 1.Esquema del enfoque de los FGI en SEA.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 FGI asociados al componente Flora y vegetación

Los principales factores generadores de impacto considerados para el componente flora y vegetación correspondieron al despeje y remoción de cobertura vegetal, al escarpe y movimiento de suelo, a la habilitación de accesos y superficies de trabajo, al tránsito de maquinaria y personal, y a la generación de nuevos bordes entre superficies intervenidas y cobertura vegetal remanente.

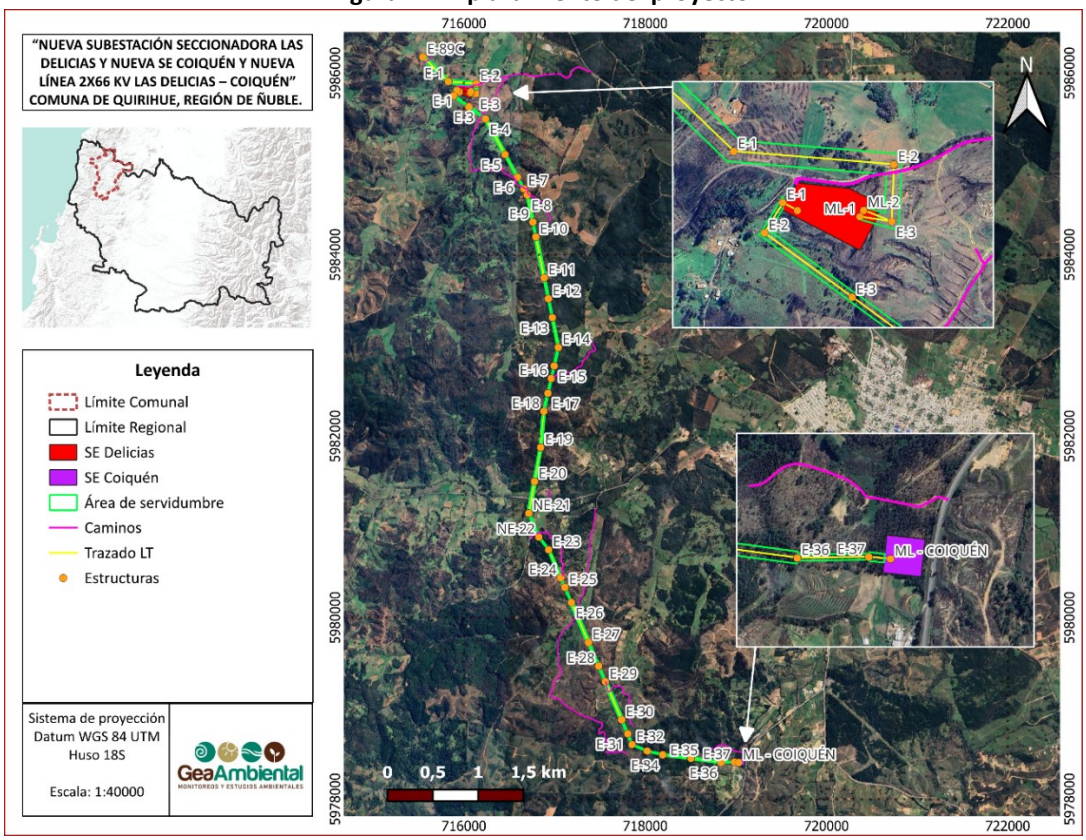
Tales factores pueden generar impactos directos, tales como pérdida de individuos, reducción de cobertura y alteración de la composición y estructura vegetacional, así como impactos indirectos vinculados al aumento del efecto borde, a la perturbación del entorno inmediato, a la pérdida de continuidad entre formaciones, a cambios microambientales locales y al favorecimiento del ingreso o expansión de especies oportunistas en áreas aledañas a las obras

4. ÁREA DEL PROYECTO

Ubicación geográfica del proyecto

El Proyecto se encuentra ubicado a 1,8 km al oeste de la localidad de Quirihue, en la Región de Ñuble. Donde se emplaza en una zona con un uso de suelo dominante en cuanto plantaciones forestales silvícolas, sin embargo, al estar ubicado en plena Cordillera de la Costa, es posible encontrar remanentes de bosque nativo tipo caducifolio costero y mediterráneo interior.

Figura 2. Emplazamiento del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

5. METODOLOGÍA

5.1 Determinación y justificación del área de influencia del proyecto

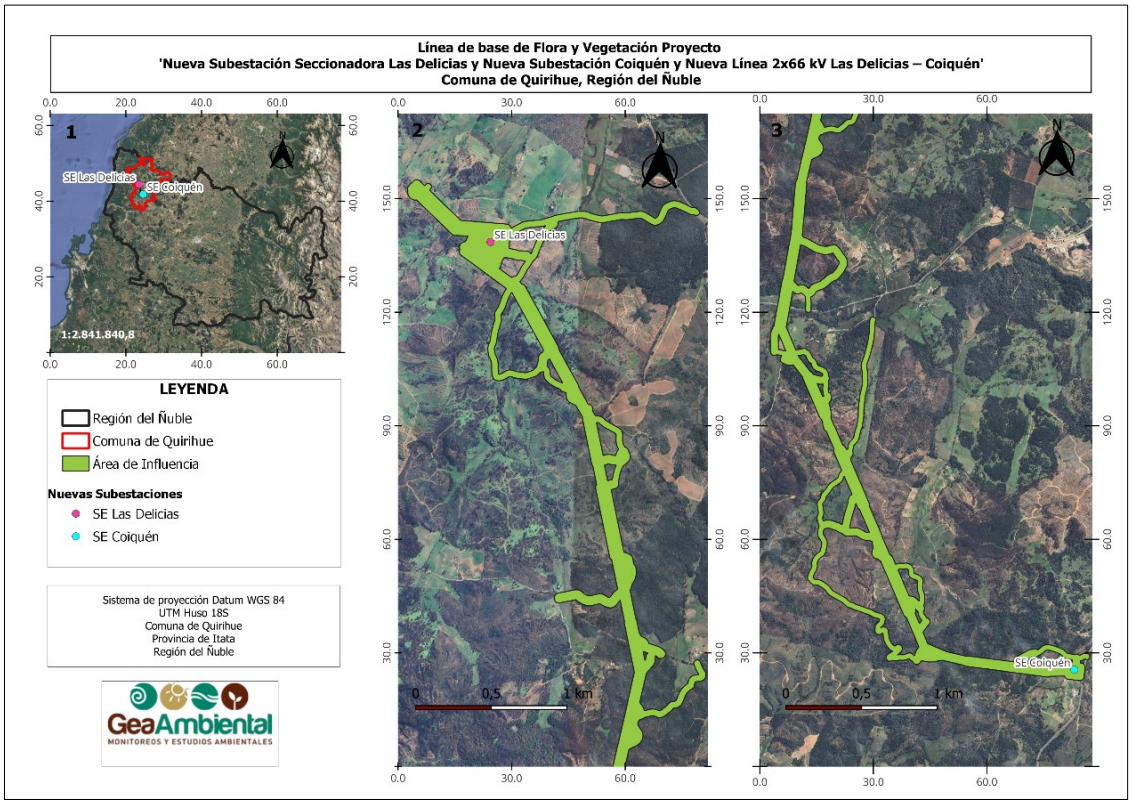
En concordancia con la Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024), la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025) y la Guía Áreas de Influencia en el SEIA (SEA, 2026), el Área de Influencia (AI) para el componente flora y vegetación fue definida considerando no solo el área de ocupación física de las obras, sino también la extensión espacial razonable en la que podrían manifestarse los efectos directos e indirectos derivados de los factores generadores de impacto identificados para el Proyecto.

La delimitación del AI se desarrolló mediante un proceso iterativo que integró antecedentes de gabinete, análisis cartográfico, fotointerpretación, validación en terreno y caracterización de las unidades vegetacionales mediante Carta de Ocupación de Tierras (COT). De esta forma, la delimitación final incorporó no solo las áreas potencialmente sujetas a intervención directa, sino también las unidades vegetacionales y elementos ecológicos cuya estructura, composición o funcionalidad podrían verse modificadas por efectos asociados a la ejecución del Proyecto. Para la definición del AI se consideraron como atributos ambientales relevantes la composición y distribución de las formaciones vegetacionales, la presencia de flora de interés para la conservación, la existencia de remanentes de bosque nativo, la configuración espacial de dichas coberturas, la continuidad vegetacional y la presencia de quebradas y sectores con condiciones de mayor naturalidad dentro de una matriz territorial dominada por plantaciones forestales.

La delimitación espacial consideró un buffer de 20 m para caminos existentes y de 30 m para las obras nuevas y el trazado de la línea eléctrica, distancias que representan el área donde podrían manifestarse de manera razonable efectos asociados a despeje de vegetación, generación de material particulado, tránsito de maquinaria, alteración de bordes y perturbación de la cobertura vegetal adyacente. Sin embargo, la evaluación de atributos ecológicos tales como la continuidad vegetacional, conectividad espacial y representatividad de las unidades vegetacionales no se restringió a dichas franjas. Estos atributos fueron analizados a escala de las unidades vegetacionales completas identificadas mediante la COT y la caracterización de terreno, considerando la totalidad de los remanentes de vegetación nativa y de las coberturas potencialmente relacionadas con las obras del Proyecto. Lo anterior adquiere especial relevancia en el caso de los remanentes de bosque nativo presentes en el área de estudio, los cuales fueron delimitados, cartografiados y caracterizados como unidades independientes, permitiendo evaluar su superficie, distribución y relación espacial con las obras proyectadas. De este modo, la determinación del Área de Influencia

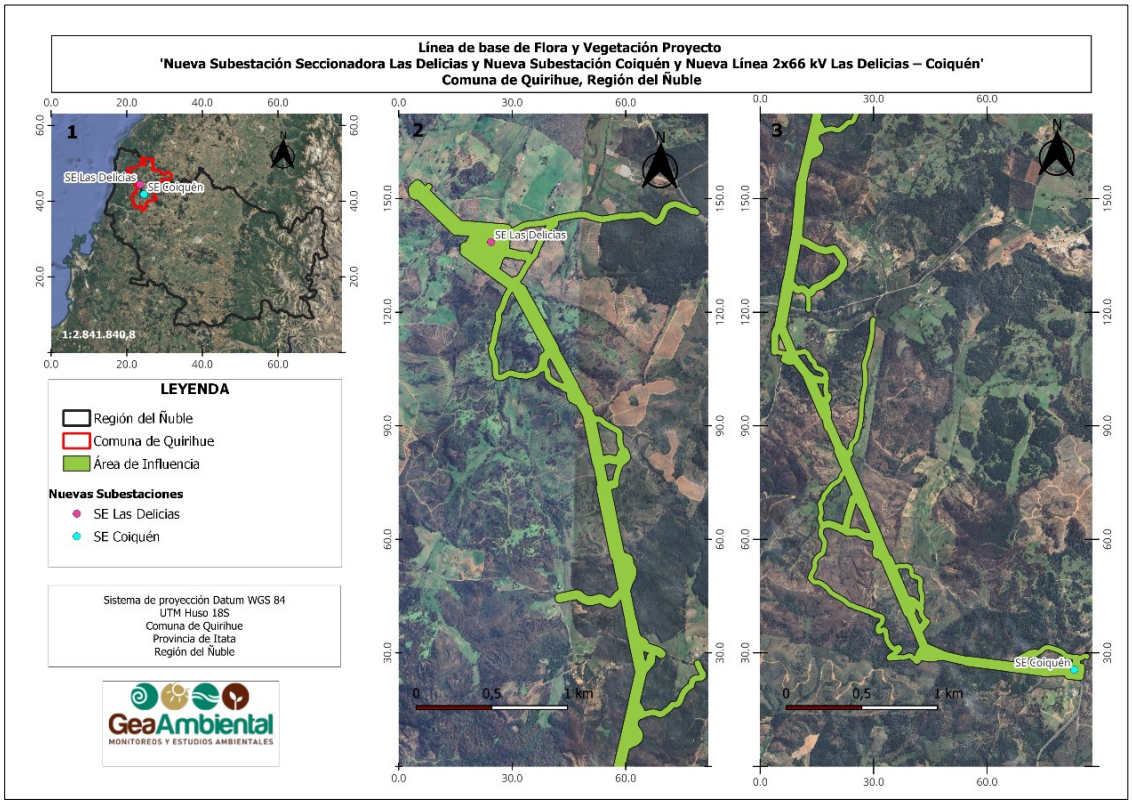
permite evaluar no solo los efectos directos sobre la vegetación presente en el entorno inmediato de las obras, sino también la eventual alteración de la configuración espacial de las coberturas vegetacionales y la continuidad de los remanentes de bosque nativo existentes en el sector.

En consecuencia, el Área de Influencia definida para el componente flora y vegetación, con una superficie aproximada de 158,09 ha (**Figura 3.** Área de influencia estimada para el componente flora y vegetación.



), se considera suficiente y representativa para caracterizar los atributos ambientales relevantes, evaluar la interacción del Proyecto con las unidades vegetacionales existentes y analizar adecuadamente los potenciales efectos sobre la flora, la vegetación y la continuidad de los remanentes de bosque nativo presentes en el territorio.

Figura 3. Área de influencia estimada para el componente flora y vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

5.2 Antecedentes bibliográficos

Previo al análisis del componente flora y vegetación se levanta información bibliográfica para contextualizar biogeográficamente el área de influencia del Proyecto, lo que permite conocer características basadas en el piso bioclimático, las formaciones y pisos vegetacionales principales en los que se emplaza el área del Proyecto. Para esto se consultó literatura especializada, como:

- Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile" (Luebert y Pliscoff, 2017).
- La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica (Gajardo, 1994).
- Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile (Donoso, 1981)
- Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Actualización 2008 para la Región en estudio (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999).

Además, en base a revisión de imágenes satelitales, se identifican las potenciales unidades homogéneas de vegetación y uso de suelo presentes en el área de emplazamiento del Proyecto y de sus alrededores, con el objetivo de definir previamente los sitios de interés y los límites de las formaciones vegetacionales que conformarán la Carta de Ocupación de Tierras (COT). Para esto se realizó una interpretación de imágenes satelitales de uso libre (Google Earth, Bing y ESRI), con el fin de determinar de manera preliminar unidades homogéneas a través de patrones de textura, color y tono (ej. Formaciones de bosque nativo, plantaciones, matorrales, campos agrícolas, cuerpos de agua, humedales y áreas sin vegetación).

Adicionalmente, para complementar y robustecer el análisis del componente flora y vegetación, se consideró la información disponible en diversos geoportales institucionales oficiales, los cuales concentran antecedentes ambientales de carácter público, estandarizado y validados por las autoridades competentes.

- Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARCLIM) del Ministerio de Medio Ambiente, disponible en el sitio web https://arclim.mma.gob.cl/.

- Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO) del Ministerio de Medio Ambiente, disponible en el sitio web https://simbio.mma.gob.cl/.

- Análisis Territorial para la Evaluación del Servicio de Evaluación Ambiental de Chile, disponible en sitio web https://sig.sea.gob.cl/analisisTerritorialExterno/.

De manera complementaria, fue considerada información existente dentro de líneas base de proyectos cercanos que están de libre acceso en la plataforma del SEIA, de modo de robustecer la información de importancia para la elaboración de esta línea base.

Tabla 2.Proyectos aprobados recientemente presentados al SEIA.

ID	Nombre del Proyecto	Localización (Comuna/Región)	Fecha aprobación
1	Planta de Tratamiento de RILes Bodega Ninhue	Ninhue/Ñuble	15-04-2024
2	Parque Fotovoltaico Santa Bárbara	Ninhue/Ñuble	08-09-2021
3	PMGD FV Amanecer de Ñuble	Quirihue/Ñuble	10-11-2020
4	Parque Fotovoltaico Alcaldesa	Quirihue/Ñuble	11-05-2020
5	Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Quirihue	Quirihue/Ñuble	26-08-2019

Fuente: Elaboración propia.

Flora potencial

En cuanto a la flora potencialmente presente en el AI, se revisaron antecedentes generales entregados en "Los tipos forestales de los Bosques nativos de Chile" (Donoso 1981) y el "Catálogo de Plantas Vasculares de Chile" (Rodríguez *et al*., 2018), correspondiente al catálogo oficial más actualizado de la flora nacional y los 21 procesos de clasificación de especies en categoría de conservación vigentes del MMA. Respecto a antecedentes regionales, se revisó la información disponible en la iniciativa The endemic plants of Chile, desarrollada por el Real Jardín Botánico de Edimburgo y la participación de diversos organismos nacionales.

5.3 Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación fue desarrollada en dos etapas: primero, una descripción preliminar, que consistió en fotointerpretación y trabajo de campo, mediante una adaptación de la metodología de Carta de Ocupación de Tierras (COT; Etienne y Prado, 1982); y luego, una segunda etapa, correspondiente a la caracterización cuantitativa, a través de la realización de parcelas forestales. A continuación, se describe en detalle cada una de las metodologías:

5.3.1 Fotointerpretación y caracterización preliminar

La primera etapa consistió en la interpretación de imágenes satelitales de uso libre (Google Earth, Bing y ESRI) y de una ortofoto de alta resolución, con el fin de determinar de manera preliminar unidades vegetacionales que componen el AI, a través de patrones de textura, color y tono (p. ej. bosque nativo, plantaciones, matorrales, campos agrícolas, cuerpos de agua, humedales o áreas sin vegetación).

Una vez realizado el mapa de vegetación a partir de fotointerpretación y validación en terreno, la vegetación fue clasificada según las categorías indicadas en el Artículo 2 de la Ley N° 20.283, además de las definiciones contenidas en la metodología de Carta de Ocupación de Tierras (Etienne & Prado, 1982), presentada en la Ficha VE-2 de la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas*

terrestres en el SEIA (SEA, 2025), que posteriormente fue validada y rectificada en campañas de terreno.

5.3.2 Toma de datos en terreno

A partir del análisis de los datos tomados en 3 campañas de terreno, se delimitaron y caracterizaron las unidades homogéneas identificadas mediante fotointerpretación. La definición de estas unidades homogéneas permite la caracterización de la vegetación terrestre de toda el AI del Proyecto, de acuerdo con la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT; Etienne y Prado, 1982; SEA, 2015). Este método está orientado a la establecer una descripción cualitativa de la vegetación presente en un área determinada, basada en los conceptos de formación vegetal (estructura vertical y cobertura), especies dominantes y grado de artificialización.

Este método considera a la vegetación como el factor integrador entre las variaciones naturales del medio y las modificaciones por acción antrópica, para lograr a través de cartografía una imagen representativa de la vegetación actual.

- **Unidad Vegetacional**

Para esta se consideró como antecedente el concepto de Formación Vegetal (FV) que se describe en el trabajo de Hernández *et al*. (2000): *"*Corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento*"*. De esta forma la unidad vegetacional (en adelante, UV) se define en base a la descripción de los tipos biológicos, su estratificación vertical y su cobertura *in situ*.

De acuerdo con lo anterior, los cuatro tipos biológicos (fisonómicos) fundamentales, son:

- **Leñoso alto (LA):** Se refiere a aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño excede los 2 m de altura (árboles).
- **Leñoso bajo (LB):** Se refiere a las especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño no sobrepasa los 2 m de altura (arbustos).
- **Herbáceo (H):** Especies cuyos tejidos no están lignificados y poseen tallos ricos en clorofila y con actividad fotosintética (hierbas).
- **Suculentos (S):** Bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y las bromeliáceas (p. ej. cactus y chaguales o puyas).

Dado que cada tipo biológico tiene una compleja distribución vertical, se diferencian categorías de estratificación, las que se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Categorías de estratos para los distintos tipos biológicos.

Leñoso alto (LA)		
Código	Altura (m)	Estrato
LA1	< 2	Extremadamente baja
LA2	2 y 4	Muy baja
LA3	4 y 8	Baja
LA4	8 – 16	Media
LA5	16 – 32	Alta
LA6	> 32	Muy alta

Leñoso bajo (LB)		
Código	Altura (cm)	Estrato
LB1	<5	Extremadamente baja
LB2	5 – 25	Muy baja
LB3	25 – 50	Baja
LB4	50 – 100	Media
LB5	100 – 200	Alta
LB6	>200	Muy alta

Herbáceo (H)		
Código	Altura (cm)	Estrato
H1	<5	Extremadamente baja
H2	5 – 25	Muy baja
H3	25 – 50	Baja
H4	50 –100	Media
H5	100-200	Alta
H6	>200	Muy alta

Suculento (S)		
Código	Altura (cm)	Estrato
S1	<5	Extremadamente baja
S2	5 – 25	Muy baja
S3	25 – 50	Baja
S4	50 –100	Media
S5	100-200	Alta
S6	>200	Muy alta

Fuente: Elaboración propia, en base a Etienne & Prado (1982).

Por su parte, la cobertura representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio proporciona información de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratos. El índice que define la cobertura se escribe siguiendo al del tipo biológico. En la **Tabla 4** se entrega la codificación para las especies dominantes de cada tipo bilógico, según su cobertura.

Tabla 4. Categorías de coberturas y su codificación.

Cobertura (%)	Densidad	Código
1-5	Muy escasa	me
5-10	Escasa	e
10-25	Muy clara	mc
25-50	Clara	c
50-75	Poco densa	pd
75-90	Densa	d
90-100	Muy densa	md

Fuente: Elaboración propia, en base a Etienne & Prado (1982).

- **Especies dominantes**

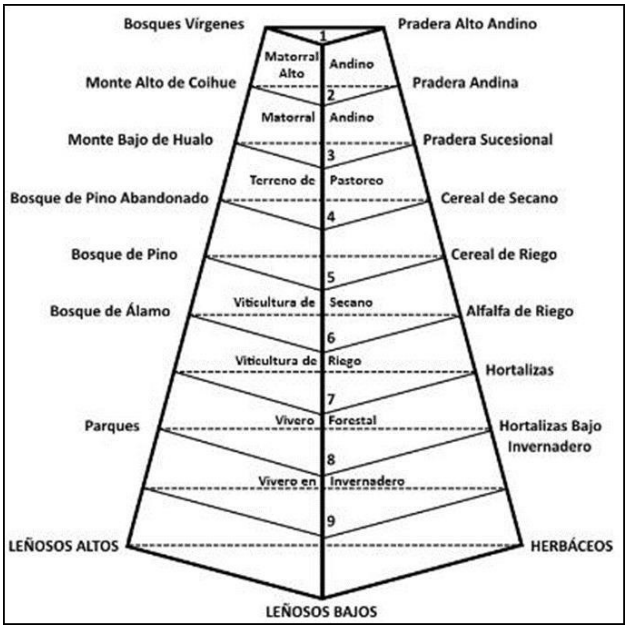
Cada unidad cartográfica o formación vegetal tendrá su composición botánica expresada por sus especies dominantes. Estas corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisionómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal. Es decir, serán dominantes para una unidad cartográfica, aquellas especies más representativas de cada uno de los tipos biológicos considerados. El criterio de dominancia para tipos biológicos está dado por un umbral de densidad o cobertura, cuyo valor varía según la región ecológica considerada. Para efectos de esta caracterización, se usó una modificación, y el criterio se basa en lo establecido en la Ley N°20.283 de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, que establece lo siguiente: 1% en zonas desérticas, 10 % en zonas áridas 25 % en zonas húmedas y templadas (Etienne y Prado, 1982).

- **Grado de artificialización**

La artificialización constituye el proceso mediante el cual el medio natural es intervenido y transformado por el ser humano. Desde el punto de vista de la vegetación, indicará la intensidad y el tipo de manejo al cual fue sometido el ecosistema. La estimación de este parámetro se realiza a través de escalas confeccionadas a priori, para cada zona ecológica. Estas escalas permiten distribuir en orden creciente las diversas situaciones de alteración del ecosistema. El valor más bajo corresponde a condiciones donde la intervención ha sido nula (vegetación clímax), y el mayor corresponde a donde el efecto antrópico es máximo (ej. Zonas urbanizadas). Ver

Figura 4.

Figura 4. Esquema de grados de artificialización.



Fuente: Elaboración propia, en base a Etienne & Prado (1982).

- **Delimitación de la Carta de Ocupación de Tierras**

La descripción de la formación vegetacional presente en cada uno de los puntos de muestreo se expresa como una clave que sintetiza los tipos biológicos presentes, su cobertura y las especies dominantes en cada uno de ellos, esto es la notación de cada tipo fisionómico presente, en mayúscula (LA, LB, H, S), seguida del código que describe su densidad y cobertura, en minúscula (me, e, mc, c, pd, d, md).

Para determinar el tipo biológico, cuando las formaciones son simples (formadas por un sólo tipo biológico predominante), el nombre de la formación queda automáticamente dado por este tipo biológico. En el caso de formaciones complejas, el nombre está dado por todos los tipos biológicos presentes.

Respecto a la cobertura, si hay solo un estrato por tipo biológico, el índice de cobertura corresponde al que se le da a ese estrato. Por el contrario, cuando existen más estratos, se debe simplificar la información para obtener un sólo porcentaje de recubrimiento por cada tipo biológico, de acuerdo con los índices indicados en la **Tabla 4.** Para este efecto se suman los porcentajes máximos y mínimos de los índices de cobertura, clasificando el promedio obtenido de ambos valores en un nuevo rango de coberturas, correspondiente a la cobertura total de los estratos de un mismo tipo

biológico. En el caso de contar con dos estratos por tipo biológico, este ejercicio se facilita utilizando el método de simplificación de coberturas indicado en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Tabla de coberturas para tipos biológicos con más de un estrato.

Índice de cobertura	1	2	3	4	5	6	7
1	1	3	3	4	5	6	7
2	3	3	3/4*	4	5	6/7*	7
3	3	3/4*	4	5	6	7	7
4	4	4	5	5/6*	6	7	7
5	5	5	6	6	6	7	7
6	6	6/7*	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7

***Casos en que se necesita apoyo de fotointerpretación.**
Fuente: Elaboración propia a partir de Etienne y Prado, 1982.

Del trabajo anterior se obtiene una nueva clave para cada uno de los puntos de muestreo realizados, que estará compuesta por los tipos biológicos y sus coberturas. Por ejemplo, LA6 LB5 H3, que corresponde a una formación con un estrato leñoso alto denso, acompañando de un estrato leñoso bajo poco denso y un estrato herbáceo muy claro. Esta clave, además, incluye la abreviación de las especies dominantes comunes a la mayoría de los puntos de muestreo que las comparten (**Tabla 6**).

Tabla 6. Nomenclatura para la codificación del nombre científico de las especies

Tipo biológico	Código		
	Género	Especie	Ejemplo
Suculento (S)	minúscula	Mayúscula	*Trichocereus chiloensis* = tC
Herbáceo (H)	minúscula	minúscula	*Nertera granadensis* = ng
Leñoso bajo (LB)	Mayúscula	minúscula	*Baccharis sphaerocephala* = Bs
Leñoso alto (LA)	Mayúscula	Mayúscula	*Nothofagus macrocarpa* = NM

Fuente: Elaboración propia, en base a Etienne & Prado (1982).

Finalmente, estas Formaciones se presentan cartográficamente y se describe, en su tabla respectiva, las unidades que las conforman, con sus respectivos grados de artificialización y especies dominantes. En el caso de que existan dos o más formaciones dominadas por el mismo tipo biológico, estas se agruparán en Unidades Homogéneas, a modo de clasificación a una escala más macro.

5.3.3 Parcelas Forestales

La caracterización cuantitativa se llevó a cabo en todas las formaciones vegetacionales con presencia de especies leñosas identificadas en la caracterización preliminar, con el objetivo de

validar y/o rectificar la clasificación y delimitación de estas. Específicamente, para las formaciones leñosas, su clasificación se hizo de acuerdo con la Ley N°20.283 de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Esta caracterización fue realizada mediante 70 parcelas de inventario forestal (Ficha VE-1: Parcelas de Muestreo Forestal, de la guía “Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres”; SEA, 2025), durante la temporada de invierno de 2026 (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y

Tabla 8). La metodología aplicada tuvo por objetivo determinar la estructura de la vegetación y estimar la abundancia de especies en las diferentes unidades identificadas en el AI. A continuación, se describe, detalladamente, el diseño de muestreo y los criterios aplicados.

5.3.3.1 Diseño de muestreo para parcelas forestales

El diseño de muestreo fue aleatorio y estratificado, sobre todas las unidades vegetacionales leñosas, a partir de la clasificación de la vegetación resultante de la caracterización preliminar. Este tipo de levantamiento corresponde a un muestreo detallado de variables dasométricas de la vegetación, y fue llevado a cabo mediante parcelas circulares cuyo tamaño fue calculado en función de las unidades homogéneas de la vegetación y su densidad.

- Se suelen utilizar parcelas cuadradas o rectangulares de **500 m² a 1.000 m²** (por ejemplo, de 20 x 50 metros) o circulares de **250 m²** para poder registrar adecuadamente parámetros como el diámetro (DAP), la altura y la densidad de árboles adultos.
- **Matorrales y formaciones xerofíticas:** Al tratarse de especies de menor tamaño, se emplean parcelas de **100 m² a 250 m²**.

En cada parcela de muestreo forestal se registró el conteo de individuos por especie, y altura (m) y diámetro a la altura del pecho (DAP; cm), para cada individuo. En todas las parcelas se consideró a todas las especies leñosas presentes, nativas y exóticas.

5.3.3.2 Definición del número óptimo de parcelas

El tamaño de las muestras ejecutadas en el área de influencia se calculó para un nivel de error estadístico (error relativo) del 20%, obteniéndose de acuerdo con la siguiente ecuación (Cochran, 1980):

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde,

n: Número de parcelas a muestrear

N: Número máximo de parcelas posibles

p: Valor 0.5, asumiendo una varianza máxima

q: Valor 0.5, asumiendo una varianza máxima

E: Error relativo del 20%

Z: Estadístico normal estándar correspondiente a un nivel de confianza 95%

Para determinar el número de parcelas máximas (N) que se pueden muestrear se utilizó el software Qgis, con el que se calculó la superficie total del área de influencia con presencia de especies leñosas, calculando N mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{S}{S_p}$$

Donde,

N: Número máximo de parcelas posibles

S: Superficie total de área en metros cuadrados

S_p: Superficie de la parcela, usando un promedio de 200 m^2.

Dada la relevancia ecológica, la variabilidad en términos de densidad y para obtener un error de muestreo adecuado, se procedió a tomar como universo de estudio la superficie asociada al conjunto de las formaciones vegetales dominadas por especies leñosas, previamente identificadas mediante el método COT. Aquí, se utilizaron igualmente las fórmulas mencionadas en el punto anterior, con una superficie de parcelas de muestreo de 200 m^2. Para cumplir con el objetivo de alcanzar al menos un 20% de error (E) con un nivel de confianza (Z) de 95%, se determinó un tamaño de la muestra (n) de 24 parcelas de muestreo. Finalmente, considerando las características de las formaciones, fueron realizadas 70.

Tabla 7. Coordenadas de las parcelas forestales realizadas.

ID Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
1	715.577	5.986.168
2	715.563	5.986.147
3	715.641	5.986.072
5	715.789	5.985.929
6	715.834	5.985.908
7	715.916	5.985.901
8	715.984	5.985.896
9	716.048	5.985.891
10	716.133	5.985.849
11	716.131	5.985.805
12	716.137	5.985.777
13	716.085	5.985.801

ID Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
14	716.040	5.985.816
15	716.018	5.985.790
16	715.976	5.985.800
20	716.288	5.985.381
21	716.482	5.985.066
36	716.788	5.984.176
37	716.813	5.984.152
39	716.883	5.983.730
40	716.912	5.983.641
41	716.913	5.983.586
42	716.924	5.983.557
43	716.925	5.983.529

ID Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
45	716.970	5.983.444
46	716.991	5.983.326
47	717.015	5.983.257
48	717.011	5.983.105
49	717.027	5.983.079
50	717.031	5.983.002
51	717.034	5.982.924
52	717.004	5.982.794
53	716.959	5.982.694
54	716.965	5.982.583
56	716.918	5.982.417
57	716.890	5.982.291
58	716.868	5.982.221
59	716.877	5.981.969
60	716.847	5.981.897
61	716.839	5.981.788
62	716.826	5.981.710
63	716.782	5.981.557
64	716.778	5.981.452
65	716.757	5.981.435
66	716.836	5.980.848
67	716.889	5.980.838
68	716.925	5.980.700
69	716.977	5.980.670

ID Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
70	717.241	5.980.016
71	717.299	5.979.928
72	717.294	5.979.894
73	717.339	5.979.781
74	717.373	5.979.752
75	717.412	5.979.626
76	717.559	5.979.275
77	717.534	5.979.391
78	717.715	5.978.951
79	717.691	5.979.015
80	717.797	5.978.781
81	717.780	5.978.749
82	717.820	5.978.707
83	717.880	5.978.590
84	718.036	5.978.530
85	718.203	5.978.493
86	718.429	5.978.466
87	718.725	5.978.425
88	719.049	5.978.422
89	719.076	5.978.399
90	718.967	5.978.410
91	718.873	5.978.409

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resumen de las campañas de terreno para caracterización cuantitativa de la vegetación.

Campaña	Fechas	N° de profesionales en terreno	N° de horas por jornada	N° de días efectivos de trabajo	N° de parcelas	H/H totales de muestreo
Invierno 2026	6 al 8 de agosto	2	9	3	70	54

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3.3 Error de muestreo

La suficiencia estadística se evaluó mediante el cálculo del error de muestreo aleatorio (E%), entendido este como la máxima diferencia entre el valor real y el valor estimado de una variable, para un nivel de confianza (probabilidad) dado. Para el caso del muestreo realizado en las formaciones leñosas del área de influencia, el valor estimado considerado corresponde a la densidad de árboles y arbustos (número de individuos por hectárea). En cada parcela se estimó el valor de densidad que se acerca más o menos al verdadero valor de densidad de la zona. El valor real es desconocido (se revelaría con un censo poblacional), por lo que la estimación está sujeta a un error relativo, que depende tanto de la variabilidad del parámetro densidad, como del número de unidades de muestreo utilizadas para estimar.

El procedimiento de cálculo del error de muestreo aleatorio se deriva a partir de la teoría de estimación a través de intervalos de confianza. Toda estimación por muestreo está afecta a un error muestral, el que se fundamenta en la distribución del estimador, en este caso la densidad (NHA). Asumiendo que el estimador tiende a distribuirse normalmente, y a partir del teorema del valor central, se determina el siguiente intervalo de confianza (Canavos, 1988):

$$(\hat{X} \pm t_{1-\alpha/2}^{g\,de\,L} \cdot S_{\hat{X}}) = \hat{X}(1 \pm E\%/100)$$

Matemáticamente se deriva la siguiente expresión para el error de muestreo:

$$E\% = t \cdot S\% = t \cdot s\% / \sqrt{n}$$

Donde:

t = valor distribución t-student, para un nivel de confianza determinado. En este caso, para el estadístico t, se asume un valor que indica que con un 95% de confianza, un número n determinado arrojará un porcentaje E de error en la estimación de la densidad de cada formación leñosa.

E%= Error de muestreo

S% =coeficiente de variación, el que resulta del cociente entre la desviación estándar, y el promedio.

n = tamaño muestral.

La desviación estándar se determinó a partir de la siguiente expresión:

$$S_x^2 = \sum^{N} (x - \overline{X})^2 / (N-1) \cong s_x^2 = \sum^{n} (x - \overline{x})^2 / (n-1)$$

A partir de los procedimientos descritos se calculó el error de muestreo aleatorio para cada unidad vegetacional leñosa prospectada, considerando para ello, las densidades obtenidas en cada parcela. Así, se determinó que las 70 parcelas de muestreo forestal ejecutadas representan un error de muestreo total para el área de influencia de 15,6 %.

5.4 Caracterización de la Flora

La descripción del componente se hizo a través de la metodología de Braun-Blanquet, en 23 puntos de muestreo, durante 2 campañas de terreno, en los meses de diciembre de 2025 y mayo de 2026. Dichas campañas fueron realizadas por un equipo de 1 profesional, con un tiempo de trabajo de 9 horas/día, por un total de 5 días, la primera campaña; y 3, la segunda (**Tabla 9**). La ubicación de las puntos (puntos centrales) fue georreferenciada utilizando un equipo GPS (**Tabla 10** y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 9. Detalle de fechas y esfuerzo de terreno para cada campaña de terreno realizada.

Campañas	Fechas	N° de Profesionales en terreno	N° de horas por jornada	N° de días efectivos de trabajo	N° de parcelas	H/H totales de muestreo
Primavera 2025	15 al 19 de diciembre	1	9	5	22	45
Otoño 2026	5 al 8 de mayo	1	9	3	23	27

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Coordenadas de ubicación de puntos de muestreo.

Nombre parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
P1	715.706	5.985.976
P2	716.499	5.985.641
P3	715.937	5.985.774
P4	716.143	5.985.566
P5	716.190	5.985.384
P6	716.432	5.985.341
P7	716.658	5.984.529
P8	716.824	5.984.193

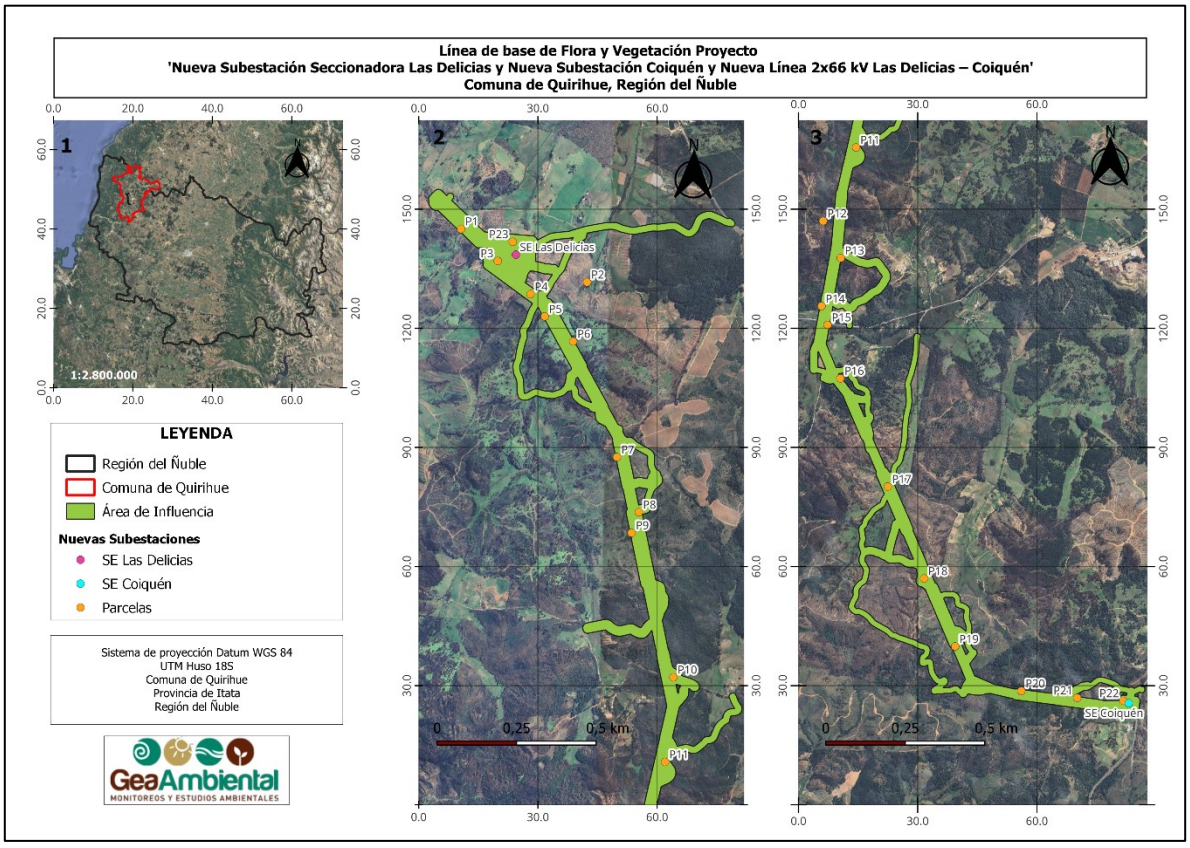
Nombre parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
P9	716.729	5.984.055
P10	717.099	5.983.164
P11	716.102	5.982.530
P12	716.740	5.982.065
P13	716.899	5.981.783
P14	716.677	5.981.426
P15	716.629	5.981.233
P16	716.870	5.980.876

Nombre parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
P17	717.228	5.980.059
P18	717.878	5.979.358
P19	717.737	5.978.851
P20	718.243	5.978.535

Nombre parcela	Coordenadas UTM WGS84 Huso 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
P21	718.666	5.978.504
P22	719.006	5.978.440
P23	716.037	5.985.889

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Ubicación de las parcelas de muestreo de flora en el AI.



Fuente: Elaboración propia.

5.4.1 Identificación de especies de Flora (Inventario Florístico)

Se registraron todas las especies encontradas, independientemente de si se encontraban dentro o fuera de las parcelas de muestreo. Estas especies fueron identificadas en el momento, y las que no pudieron ser identificadas *in situ*, por falta de caracteres morfológicos diagnósticos, fueron colectadas y fotografiadas, para su identificación posterior, en gabinete. Dicha identificación y

clasificación taxonómica fue realizada utilizando bibliografía especializada, que incluye el *Catálogo de las plantas vasculares de Chile* (Rodríguez *et al.,* 2018), el *Manual de Plantas Invasoras del centro-sur de Chile* (Quiroz *et al*., 2009), el *Manual de plantas invasoras de Sudamérica* (Herrera *et al*., 2016), la guía *Plantas invasoras del centro-sur de Chile: Una guía de campo* (Fuentes *et al*., 2014), y el *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur* (Zuloaga *et al.* 2008), entre otros. Para la asignación de nombres científicos, forma de crecimiento y origen de las especies, se considera como fuente oficial lo indicado en el Catálogo de plantas vasculares de Chile (Rodríguez *et al.* 2018) de la Universidad de Concepción y, de forma secundaria, el trabajo de Zuloaga *et al*. (2008).

La riqueza florística del área prospectada del proyecto se determinó en base al número total de entidades taxonómicas, caracterizándola en Clase, Familia y Especie. El origen biogeográfico se estableció siguiendo las siguientes definiciones:

Endémica (E): Propia exclusivamente de un determinado país (en este caso, Chile), de una región, cordillera, isla, etc. (Font Quer, 2000).

Nativa (N): Que tiene distribución natural en un país o región, pero no es exclusivo de allí. También puede entenderse como autóctono (Font Quer, 2000).

Introducida (I): Especie cuya presencia en el país o región se debe a la introducción intencional o accidental como consecuencia de la actividad humana (Fuentes *et al*., 2014).

Se estableció la forma de crecimiento de cada una de las especies identificadas en el área de intervención del proyecto, de acuerdo con las siguientes definiciones:

Arbórea: Planta de fuste generalmente leñoso que en su estado adulto y en condiciones normales de hábitat puede alcanzar, a lo menos, cinco metros de altura o una menor en condiciones ambientales que limiten su desarrollo (Art. 2°, Ley N° 20.283; Font Quer 2000).

Arbustiva: Planta leñosa que en estado de adultez no supera los 5 m de altura y que a diferencia de lo que es propio de un árbol, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base (Font Quer, 2000).

Herbácea: Planta no lignificada o apenas lignificada (no leñosa), tanto que tiene consistencia blanda en todos sus órganos. Las hierbas generalmente son anuales o bianuales, y sólo raramente perennes (Font Quer, 2000).

Trepadora: Es aquella que en algún momento de su desarrollo se vuelve inestable y requiere de un soporte externo para crecer. Para ello, las plantas trepadoras presentan diferentes métodos

de trepado, como tallos volubles, raíces adventicias, sustancias adhesivas, zarcillos, ganchos y/o espinas (Marticorena *et al*., 2010).

Epífita: Es aquella que usa como sustrato a otra planta para crecer, llamada forófito. No obtiene nada más del él, además de soporte. No tocan el suelo. Todo su desarrollo es sobre la otra planta (Marticorena *et al.* 2010). No confundir con parásita.

Suculentas: Plantas adaptadas a sequía y a condiciones desérticas, provistas de hojas y tallos abultados y carnosos (suculentos), almacenadores de agua, como la mayoría de Cactáceas (e.g. quisco), Crasuláceas (e.g. *Kalanchoe*), Bromeliáceas (e.g. puyas, chaguales) (Font Quer 2000, Lawrence 2003).

Parásitas*:* son aquellas plantas que obtienen parte, o la totalidad de sus nutrientes de otra planta, denominada hospedero (Marticorena *et al.* 2010).

5.4.2 Determinación de la composición y dominancia de especies

Para descripción del componente se recurrió a la metodología Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979; indicada en la Ficha FL-1 de la *Guía metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres en el SEIA* (SEA, 2025), la cual reconoce este enfoque como una metodología válida y ampliamente utilizada para la estimación de cobertura en comunidades vegetacionales, particularmente en ecosistemas abiertos y de estructura simple a intermedia. La toma de datos fue llevada a cabo en 23 parcelas, mediante muestreo aleatorio y estratificado, a partir de la cartografía de la vegetación. Estas parcelas de muestreo tuvieron una superficie de 25x25 metros (625 m^2), y fueron distribuidas dentro del AI (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.; **Tabla 10**). Cada unidad de muestreo fue recorrida a pie en toda su superficie, y se registraron todas las especies vegetales presentes en ella. Finalmente, las especies observadas fuera de la delimitación de una parcela de muestreo, pero dentro del mismo polígono según la COT, se registraron asociadas a la parcela más cercana para ser incorporadas al listado florístico.

Cabe señalar que la variación en el número de sitios muestreados entre ambas campañas responde a una actualización en la configuración del proyecto. Durante el levantamiento de primavera se caracterizaron un total de 22 parcelas, mientras que para la campaña de otoño se evaluaron 23 parcelas, debido a una modificación en el layout que incorporó una nueva área de intervención. Ante esta modificación, se hizo necesario agregar un punto de muestreo adicional para garantizar la cobertura técnica integral del componente en todas las fases del estudio. En cuanto al tamaño de la parcela, este fue definido siguiendo lo señalado en la *Guía metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres en el SEIA* (SEA, 2025) (Ficha FL-1), donde se indica que: "*El tamaño de la parcela se define de acuerdo con los tipos biológicos dominantes (árbol, arbusto, herbáceas, suculentas), cuya dimensión mínima debe ser tal que el rango de frecuencia de las especies presentes*

varíe entre 5% y 95%. En cada unidad muestral se procederá a identificar las especies presentes, contabilizando el número total de individuos por especie, así como el porcentaje de suelo cubierto por especie (cobertura). Se sugiere considerar las siguientes superficies: Cubierta de briófitas: 0,01 a 0,1 m^2, Cubierta herbácea: 1 a 2 m^2, Cubierta con herbáceas altas y arbustos pequeños (<0,5 m): 4 m^2, Cubierta arbustiva y árboles pequeños (<2 m): 10 m^2, Cubierta arbórea: 100 m^2 a 1.000 m^2." En este sentido, la cantidad y distribución de los puntos de muestreo responden a un equilibrio entre cobertura espacial y esfuerzo de muestreo, asegurando un nivel de confianza suficiente para la caracterización florística y estructural de las unidades vegetacionales. Este levantamiento se llevó a cabo en dos campañas contrastantes (ver

Tabla 8 y **Tabla 9**).

La escala de abundancia utilizada es una modificación de la establecida por Braun-Blanquet (1979), y se divide en 9 categorías. Esta técnica semicuantitativa permite evaluar rápidamente la estructura de la vegetación (cobertura) y su diversidad, facilitando la identificación de especies dominantes y caracterizadoras en un área determinada, complementando la caracterización realizada en el marco de la Carta de Ocupación de Tierras. Cada formación vegetal identificada fue descrita mediante una escala de abundancia-dominancia estimada para cada especie presente, a partir de una estimación visual de su cobertura (ver **Tabla 11**).

Tabla 11. Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet.

Escala de abundancia – dominancia	Caracterización del atributo
1	Porcentaje de cobertura menor al 1%
2	Porcentaje de cobertura 1% a 5%
3	Porcentaje de cobertura 6% a 25%
4	Porcentaje de cobertura 26% a 50%
5	Porcentaje de cobertura 51% a 75%
6	Porcentaje de cobertura 76% a 100%
+	Rara con cobertura insignificante
r	Solitario con cobertura insignificante
p	Individuos fuera de la parcela

Fuente: Modificado de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), Braun-Blanquet (1979) y SEA (2015).

Si bien la *Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres* (SEA, 2025) identifica como fuentes comunes de error asociadas a este método la subjetividad en la asignación de clases de cobertura y la variabilidad entre observadores, estas limitaciones fueron mitigadas mediante la aplicación estandarizada de los criterios de cobertura, la participación de profesionales con experiencia en vegetación nativa y la revisión cruzada de los registros obtenidos tanto para la caracterización de la cobertura vegetacional como para la elaboración del inventario florístico. Lo anterior se considera representativo para zonas altamente intervenidas por actividad humana, las que se estima presentarán una vegetación relativamente homogénea y con baja riqueza de especies.

5.4.3 Estados de conservación

El estado de conservación de las especies de flora registradas en el área de influencia se determinó de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), cuyo listado de especies en categoría de conservación ha sido elaborado y actualizado a lo largo de 20 procesos de clasificación, y se encuentra contenido en los distintos Decretos Supremos publicados entre los años 2006 y 2025, por los ministerios Secretaría General de la Presidencia (1er a 4° Proceso; DS N°151/2007, DS N°50/2008, DS N°51/2008, DS N°23/2009) y del Medio Ambiente (5° Proceso en adelante; DS N°33/2011, DS N°41/2011, DS N°42/2011, DS N°19/2012, DS N°13/2013, DS N°52/2014, DS N°38/2015, DS N°16/2016, DS N°6/2017, DS N°79/2018, DS N°23/2019, DS N°16/2020, DS N°44/2021, DS N°10/2023, DS N°2/2024 y DS N°54/2025).

Según la reglamentación internacional establecida por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), actualmente, el RCE reconoce las siguientes categorías de conservación: Extinta (EX), Extinta en Estado Silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (V), Casi Amenazada (NT), Preocupación Menor (LC), Rara[1i] y Datos Insuficientes (DD). Dentro de estas categorías, las que se consideran como especies bajo amenaza son aquellas clasificadas dentro de las categorías Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico. A continuación (**Tabla 12**), se presenta la definición de cada una de las categorías de conservación ya mencionadas:

Tabla 12. Categorías de Conservación

Categoría	Definición
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. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie.

[1] Puede estar presente junto a otra categoría vigente.

Categoría	Definición
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)	Especie que no satisface los criterios de las categorías vulnerable, en peligro o en peligro crítico de la Lista Roja elaborada por la organización, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo.
Preocupación menor (LC)	Especie que tras ser evaluada por la UICN no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.
Datos insuficientes (DD)	Especie de la cual no existe la información adecuada para hacer una evaluación del riesgo de extinción basándose en la distribución y las tendencias de la población.

Fuente: IUCN.

También serán consideradas otras fuentes oficiales, según el siguiente orden de prelación: 1) Reglamento para la Clasificación de Especies (RCE); 2) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, de 1989, CONAF (Arbustivas, Bromeliáceas); y 3) Boletín N°47, de 1998, del Museo Nacional de Historia Natural (Cactáceas, Bulbosas, Pteridófitas), según el Documento General Guía de Evaluación Ambiental: Componente Vegetación y Flora silvestre de competencia del SAG (SAG, 2021).

5.5 Cambio climático

De acuerdo con los lineamientos de la *"Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA"* (tercera edición, 2024), se evaluaron los potenciales efectos del Proyecto considerando factores como el riesgo climático de las comunas de emplazamiento del proyecto, y la vulnerabilidad de las especies presentes al cambio climático, así como las potenciales sinergias entre la ejecución del proyecto y los potenciales efectos del cambio climático. Esto reviste especial importancia, considerando lo señalado en la mencionada Guía: "*La pérdida o alteración de la flora,*

tanto terrestre como acuática continental, es un impacto que debe integrar en su determinación de significancia los riesgos climáticos asociados a la pérdida de flora por cambios de precipitación y por cambios de temperatura."

Para evaluar los riesgos en la zona de emplazamiento del proyecto se revisaron los mapas de riesgo del Atlas de Riesgos Climáticos, ARClim (MMA, 2020). en cinco categorías: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto. De existir un riesgo moderado, alto o muy alto será necesario profundizar en la amenaza climática utilizando el Mapa de Especies, el cual muestra, por especie, la probabilidad de presencia proyectada en función del clima. Al predecir el impacto será necesario analizar cuáles son las fuentes de agua para la vegetación y el eventual cambio en los niveles freáticos y caudales que la abastecen (SEA, 2024).

5.6 Singularidades ambientales

La singularidad ambiental está determinada de acuerdo con los siguientes criterios (CONAF, 2020):

5.6.1 Singularidades ambientales para la flora

1. Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categorías de conservación.
2. Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.
3. Presencia de especies endémicas.
4. Longevidad, Reclutamiento, Endemismo y Susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático.
5. Presencia de especies de distribución restringida.
6. Presencia de especies en categorías CITES.
7. Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.
8. Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.
9. Otras singularidades.

5.6.2 Singularidades ambientales para la vegetación

1. Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional.
2. Presencia de formaciones vegetales relictuales.
3. Presencia de formaciones vegetales reliquias.
4. Presencia de formaciones vegetales remanentes.
5. Presencia de formaciones vegetales frágiles.
6. Presencia de bosque nativo de preservación.
7. Presencia de bosque nativo al interior de unidades del SNASPE.
8. Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.
9. Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial.
10. Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas.
11. Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley N° 18.378).

12.Actividad en o colindante con o aguas arriba de Humedales.

Estas singularidades ambientales constituyen el documento general guía de evaluación ambiental: Componente vegetación y flora silvestre de competencia del SAG (2021).

5.7 Materiales y equipos utilizados.

- Equipo GPS Garmin etrex22x.
- Teléfono celular para toma adicional de fotografías.
- Huincha métrica de 50 m.
- Estacas.

6. RESULTADOS

6.1 Antecedentes bibliográficos

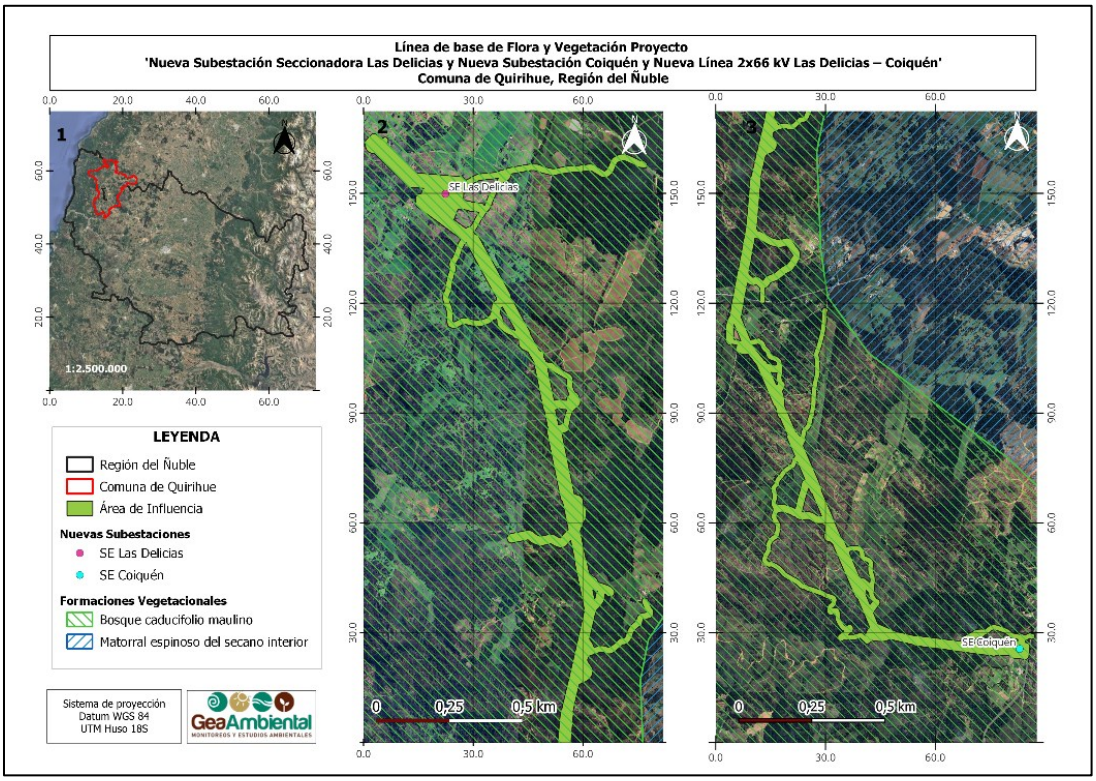
6.1.1 Clasificación vegetacional de Gajardo (1994)

De acuerdo con la clasificación de Gajardo (1994), el área de estudio se ubica dentro de la formación vegetacional **Bosque caducifolio Maulino** (**Figura 6**). Esta formación comprende a los bosques de hualo (*Nothofagus glauca*) que se encuentran en la Cordillera de la Costa. Está repartida de preferencia en las cumbres, laderas y quebradas más próximas al litoral. Ha sido fuertemente remplazada por plantaciones de *Pinus radiata*.

En esta formación se reconocen las siguientes comunidades:

- *Nothofagus glauca - Azara petiolaris* (Hualo – Maquicillo)
- *Nothofagus glauca - Gevuina avellana* (Hualo – Avellano)
- *Nothofagus obliqua - Gomortega keule*
- *Lithraea caustica - Azara integrifolia*
- *Nothofagus dombeyi – Podocarpus salignus* (antes, *Podocarpus saligna*)
- *Teline monspessulana* (antes, *Cytisus monspessulanus*) – *Cytisus scoparius* (antes, *Sarothamnus scoparius*)
- *Griselinia scandens*
- *Ambrosia chamissonis - Distichlis spicata*

Figura 6. Formaciones vegetacionales según Gajardo 1998 en el área de estudio.



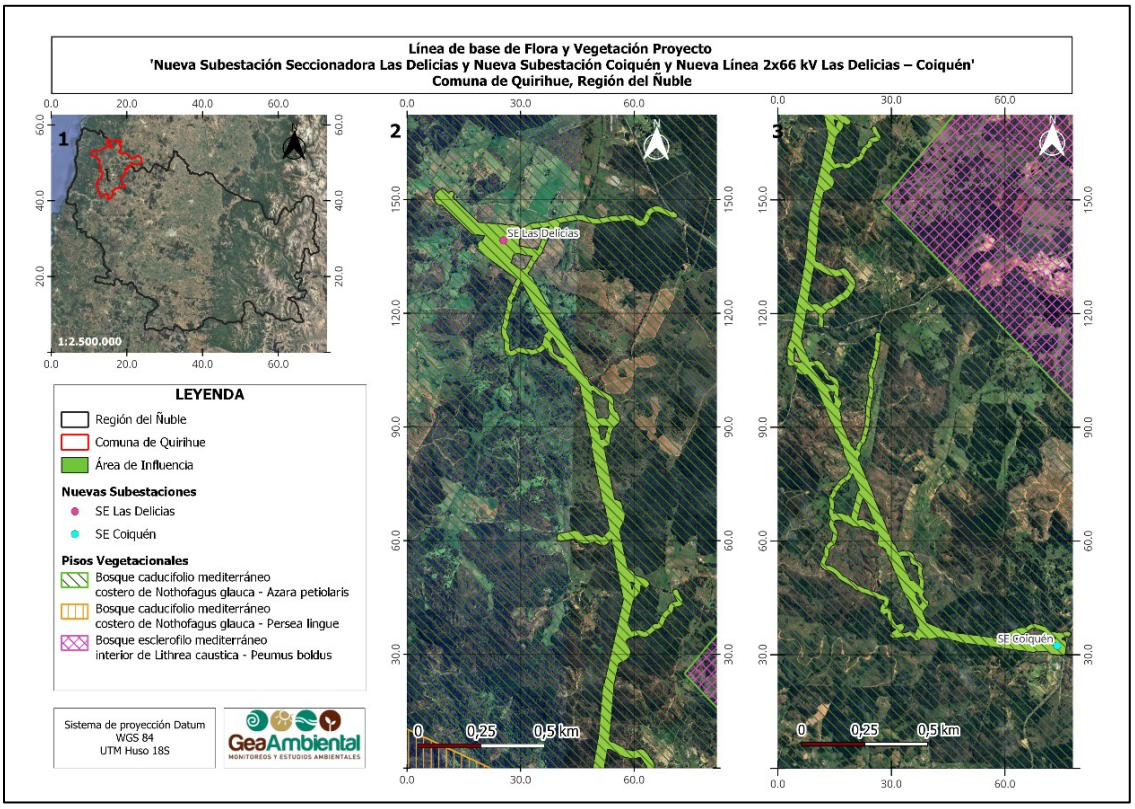
Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Clasificación vegetacional de Luebert y Pliscoff (2017)

Según la Clasificación de Luebert y Pliscoff (2006), el piso vegetacional en el que se emplaza el proyecto es el "Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca – Azara petiolaris"* (**Figura 7**). Este corresponde a una formación boscosa dominada por *Nothofagus glauca, Gevuina avellana, Lomatia hirsuta* y *Azara petiolaris* como especies arbóreas principales. Es importante la presencia de elementos típicos de bosque esclerófilo, como *Cryptocarya alba, Aristotelia chilensis, Peumus boldus* y *Kageneckia oblonga,* con el que se encuentra altamente superpuesto. Los bosques y matorrales esclerófilos constituyen en este piso la fase de sustitución producto de la intervención antrópica. En algunas situaciones de perturbación profunda la vegetación se encuentra totalmente transformada formando matorrales ruderales asociados a las plantaciones de *Pinus radiata.*

La composición florística de este piso vegetacional estaría caracterizada por *Adiantum chilense, Aristotelia chilensis, Azara integrifolia, Azara petiolaris, Blechnun hastatum, Clematicissus striata* (antes, *Cissus striata*), *Cryptocarya alba, Discorea brachybothrya, Gevuina avellana, Kageneckia oblonga, Lithraea caustica, Lomatia dentata, Lomatia hirsuta, Luma apiculata, Nassella chilensis, Nothofagus glauca, Nothofagus obliqua, Peumus boldus, Proustia pyrifolia* y *Ribes punctatum.*

Figura 7. Pisos vegetacionales según Luebert y Pliscoff (2017) en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Tipos forestales de los bosques nativos de Chile (Donoso, 1981)

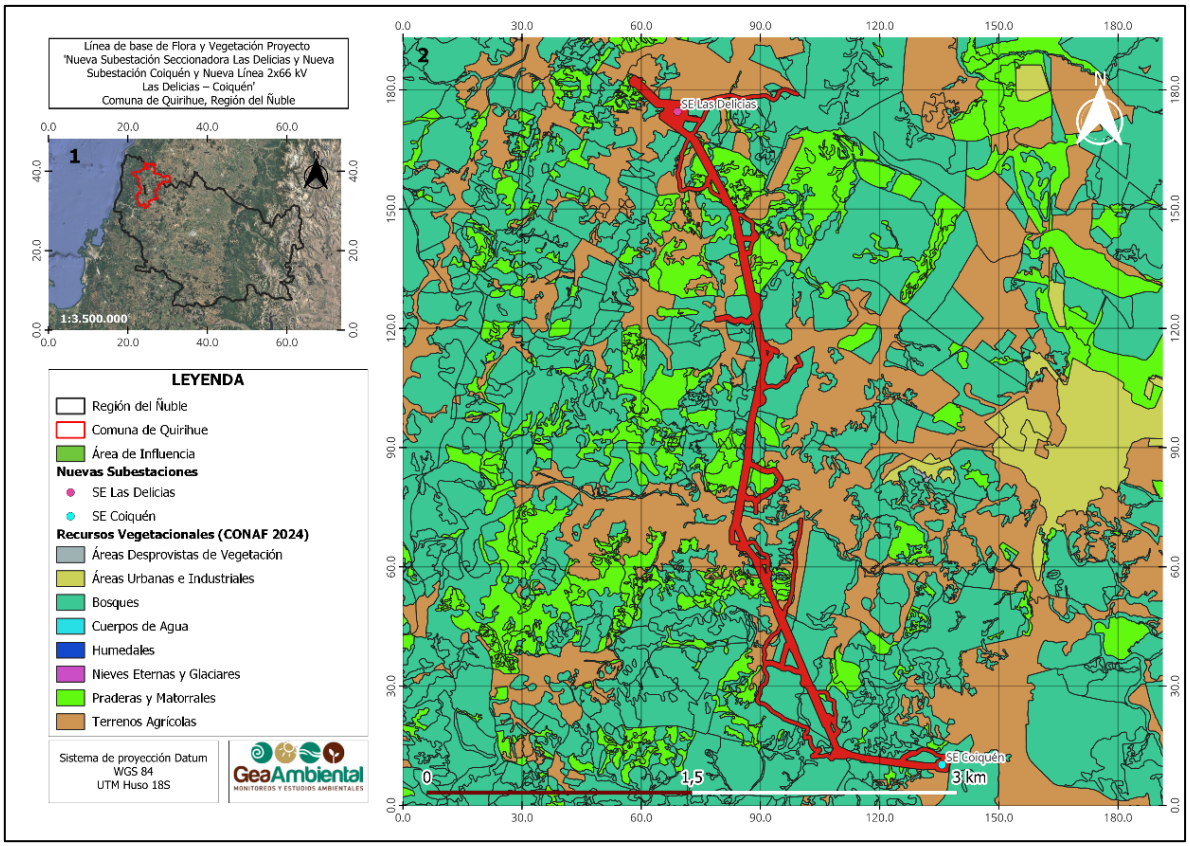
De acuerdo con los "Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile" de Donoso (1981), para el área de influencia del proyecto se destaca el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue (RoRaCo), con menor dominancia del tipo Bosque Esclerófilo. Sin embargo, estos tipos forestales se encuentran sustituidos por plantaciones forestales y cultivos agrícolas casi en su totalidad, por lo que solo se encuentran remanentes de bosque nativo restringidos a quebradas y zonas de difícil acceso.

6.1.4 Contexto vegetacional y uso de suelo

El proyecto se emplaza en un área donde la vegetación está dominada por la presencia de plantaciones forestales. Las plantaciones forestales se ubican en suelos con capacidad de uso tanto de aptitud preferentemente forestal como con capacidad de uso agrícola (**Figura 8**).

En el área de estudio ha ocurrido sustitución de la vegetación original a través de procesos históricos dando como resultado que la vegetación nativa se encuentre recluida en parches cercanos a los cursos de agua y quebradas, en medio de una matriz de plantaciones forestales y agrícolas. Las especies más utilizadas son *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*. También existe presencia de especies exóticas asilvestradas muy invasivas como *Racosperma dealbatum* y *Racosperma melanoxylon*.

Figura 8. Recursos vegetacionales y uso de la tierra en el área de estudio.

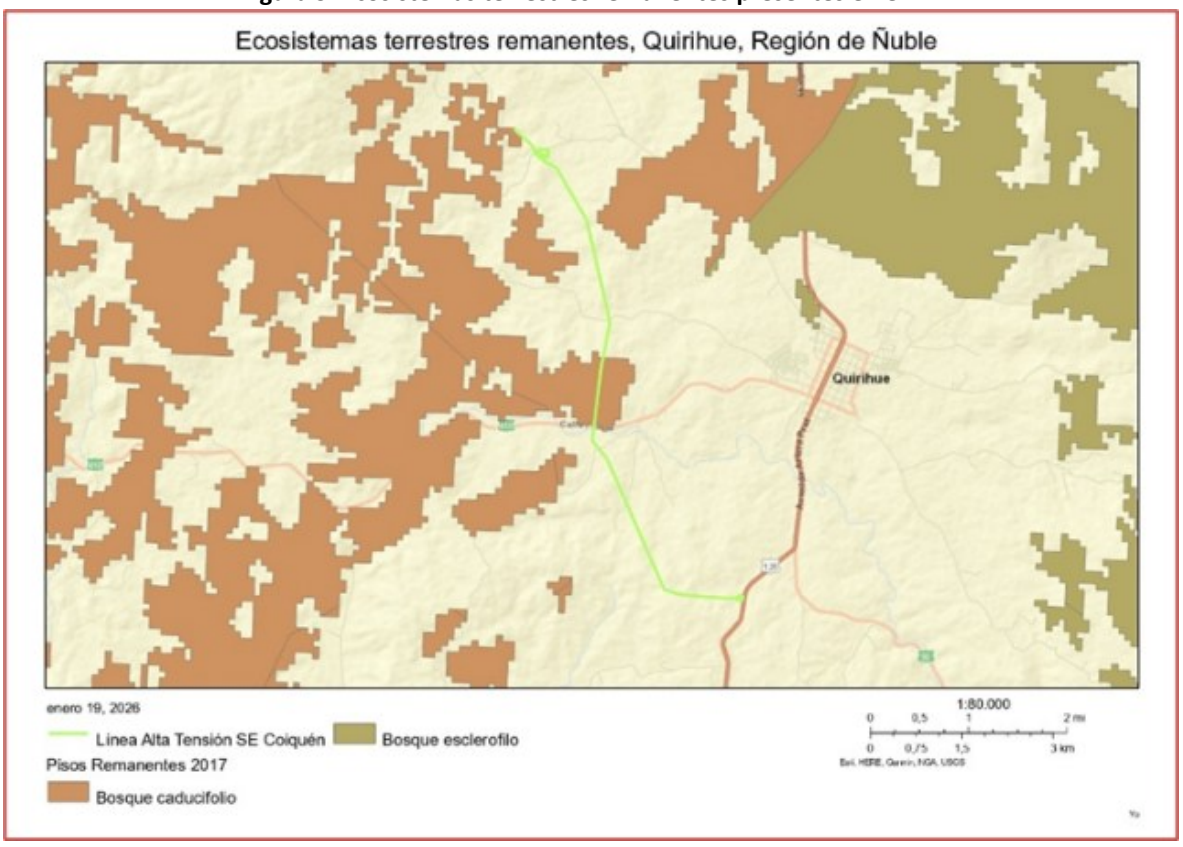


Fuente: Elaboración propia en base a suelos agrológicos IDE Minagri.

6.1.5 Relevancia Ambiental de los Remanentes de Bosque Nativo

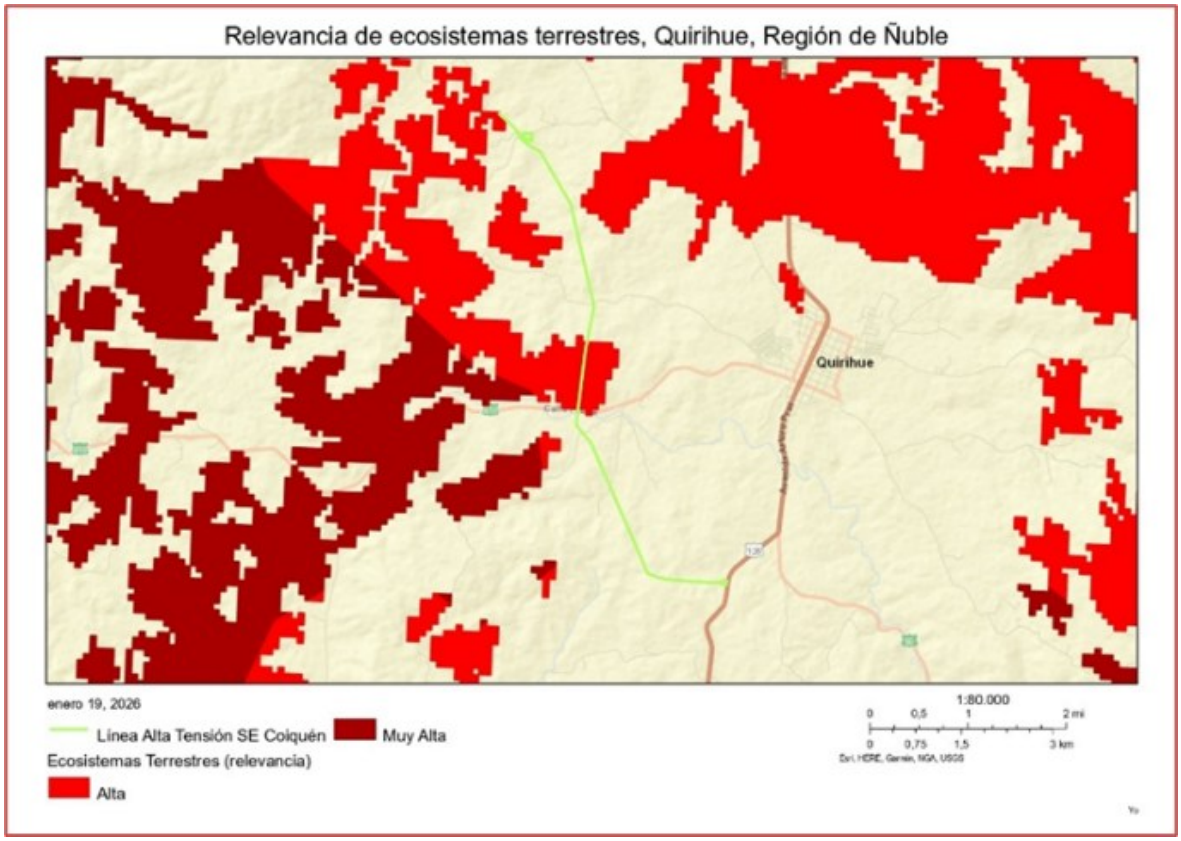
A partir de la revisión cartográfica y la determinación de la formación vegetacional presente, se establece que en el área de estudio subsisten únicamente remanentes de bosque nativo, como resultado del elevado grado de antropización histórica y de los procesos de cambio de uso de suelo que han afectado al territorio. En términos de su relevancia ecosistémica, dichos remanentes se encuentran clasificados en categoría de Peligro Crítico, presentando una relevancia ambiental Muy Alta, de acuerdo con la cartografía oficial disponible en el Geoportal SIMBIO y los criterios de la IUCN. Al analizar la distribución espacial de las instalaciones del proyecto, se identificó que parte de la línea de alta tensión cruza un remanente de bosque nativo correspondiente a bosque caducifolio de alta relevancia (Geoportal SIMBIO; **Figura 9**, **Figura 10** y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Adicionalmente, el término de la línea de alta tensión se ubica en un borde de dicho parche boscoso.

Figura 9. Ecosistemas terrestres remanentes presentes en el AI.



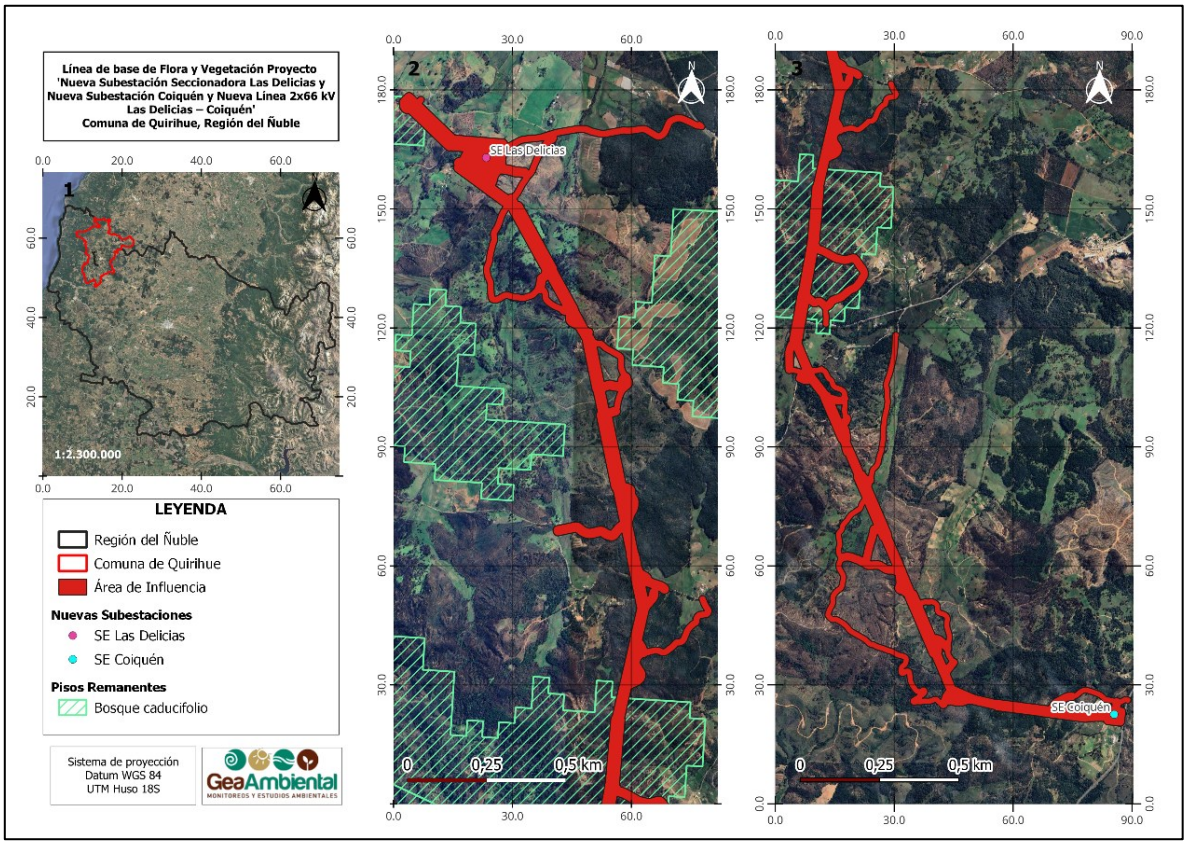
Fuente: Elaboración propia en base a Geoportal SIMBIO.

Figura 10. Ecosistemas terrestres de relevancia presentes en el AI.



Fuente: Elaboración propia en base a Geoportal SIMBIO.

Figura 11. Ecosistemas de bosque nativo remanentes en el proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Flora potencial

De acuerdo con el Catálogo de plantas vasculares de Chile (Rodríguez *et al*., 2018), en el territorio nacional se registran 5.471 especies, distribuidas en 1.121 géneros y 186 familias. Del total de especies registradas, el 85,1% corresponden a taxones nativos (4.655 especies) siendo un 39,2% endémicos del país (2.145 especies). A nivel regional la iniciativa The endemic plants of Chile, desarrollada por el Real Jardín Botánico de Edimburgo y diversos organismos nacionales, señala que en la Región del Ñuble habitan 296 especies endémicas a nivel nacional, de las cuales 10 habitan exclusivamente en esta región.

Respecto al estado de conservación de la flora regional, el reglamento de clasificación de especies (RCE; MMA) a través de sus 21 procesos, registra un total de 71 en la región de Ñuble. Entre ellas, se encuentran 19 en categoría de amenaza cuya distribución altitudinal coincide con el emplazamiento del proyecto. De estas, *Berberidopsis granitica* se encuentra En Peligro Crítico (CR); *Berberidopsis corallina*, *Beilschmiedia berteroana, Bipinnula volkmannii, Gomortega keule, Legrandia concinna, Myrceugenia colchaguensis, Pitavia punctata, Rayenia malalcurensis, Selkirkia*

limense, Valeriana praecipitis y *Vestia foestida,* se encuentran En Peligro (EN); mientras que *Chloraea bidentata*, *Citronella mucronata*, *Crinodendron patagua, Dioscorea longipes, Eucryphia glutinosa*, *Prumnopitys andina* y *Rhodophiala pratensis*, se clasifican como Vulnerable (VU).

6.2 Caracterización de la vegetación

6.2.1 Descripción de las unidades vegetacionales (Carta de Ocupación de Tierras)

La metodología de COT permitió diferenciar 8 unidades vegetacionales (UV), además de las áreas ocupadas por cuerpos de agua y aquellas con caminos e infraestructura construida, como también, las ocupadas por cárcavas registradas dentro de zonas forestales o en quebradas. Las Unidades vegetacionales determinadas se describen a continuación:

6.2.1.1 UV 1: Bosque Nativo

Esta unidad vegetacional corresponde a bosque nativo, este tipo de cobertura es un remanente de la extensión original del sector (**Figura 12**). Se restringe a zonas de quebradas y valles de difícil acceso debido a la topografía característica de la cordillera de la costa. La diversidad de los parches es alta de acuerdo con los estratos identificados. Para el estrato arbóreo se reconoce una amplia distribución de *Nothogafus obliqua* (Roble-Hualle), mientras que para el estrato arbustivo se encuentra la especie *Luma chequen* (Chequén) actualmente protegida bajo el decreto DS 10/2023 MMA con una RCE catalogada como Preocupación Menor (LC). Además, las características del bosque nativo generan condiciones de humedad propicias para el crecimiento de herbáceas como *Adiantum chilense* (Palito Negro) y *Blechnum hastatum* (Palmilla), ambas especies bajo categoría de conservación Preocupación menor (LC).

Los antecedentes del inventario forestal complementan esta caracterización, registrándose sectores con presencia de *Nothofagus obliqua* y, localmente, otras especies arbóreas nativas como *Peumus boldus* (Boldo), *Maytenus boaria* (Maiten), *Luma apiculata* (Arrayan) y *Myrceugenia exsucca* (Pitra).

Las parcelas forestales 64 y 65 presentan registros exclusivamente de *Nothofagus obliqua*, con 15 y 9 individuos registrados, respectivamente, mientras que la parcela 70 registra conjuntamente *Nothofagus obliqua* (Roble-Hualle) y *Maytenus boaria* (Maitén). Por su parte, las parcelas 20 y 21 presentan una composición arbórea exclusivamente nativa, constituida por *Luma apiculata*, *Maytenus boaria*, *Myrceugenia exsucca* y *Peumus boldus*, encontrándose asociadas a cursos de agua.

La estructura registrada evidencia la presencia de individuos arbóreos de distintos tamaños, observándose en la parcela 70 alturas de hasta aproximadamente 12,8 m de alto para *Nothofagus obliqua* y 9,4 m de altura para para *Maytenus boaria*. En las parcelas asociadas a cursos de agua se registran además individuos de *Luma apiculata*, *Maytenus boaria* y *Myrceugenia exsucca*, contribuyendo a una estructura arbórea de carácter nativo.

En términos fisionómicos, esta unidad corresponde a remanentes de bosque nativo fragmentados dentro de una matriz territorial fuertemente intervenida y dominada por plantaciones forestales y otros usos de suelo. La composición registrada mediante el inventario forestal es consistente con la presencia de elementos arbóreos nativos descritos para la unidad, complementando la información florística y estructural obtenida durante las campañas de terreno.

Algunos de los parches identificados se clasifican como bosque nativo de conservación y protección, atendiendo a su emplazamiento en cursos naturales de agua y a su función de resguardo de los recursos hídricos, de conformidad con lo establecido en el artículo 2.º, numeral 5, de la Ley N.º 20.283.

Cabe señalar que, debido a la homogeneidad de las características estructurales y florísticas, así como a consideraciones operativas asociadas a la accesibilidad, algunos puntos de muestreo se localizan fuera del área de influencia directa del proyecto; no obstante, estos son plenamente representativos de la unidad vegetacional descrita.

Figura 12. Vista representativa de la unidad vegetacional Bosque Nativo.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.2 UV 2: Bosque Mixto

Corresponde a una unidad de estructura arbórea heterogénea en la que coexisten especies forestales exóticas y elementos arbóreos nativos, configurando una cobertura de transición entre sectores dominados por plantaciones forestales y remanentes de vegetación nativa (**Figura 13**).

Esta unidad vegetacional se caracteriza por conformar bosques de especies exóticas con especies nativas y endémicas. Por lo general la dominancia del origen biogeográfico de las especies puede variar dependiendo de las cercanías de otras coberturas vegetales del mismo tipo. En esta situación se presenta una dominancia de especies nativas con invasión de especies asilvestradas en claros dentro de la cobertura. La especie con mayor distribución dentro de la cobertura es *Nothofagus obliqua* (Roble-Hualle), *Azara integrifolia* (Corcolén) y *Peumus boldus* (Boldo). Se registraron especies arbustivas exóticas como *Rubus ulmifolius* (Mora) que se caracteriza por ser una especie oportunista cuando se generan zonas de claros. Además, se encontraron especies trepadoras nativas como *Clematicissus striata* (Voqui colorado).

Los antecedentes del inventario forestal permiten precisar esta condición mixta. En las parcelas 61 y 62 se registró la presencia conjunta de especies nativas como *Nothofagus obliqua* (Roble-Hualle), *Peumus boldus* (Boldo), *Aristotelia chilensis* (Maqui) y *Luma apiculata* (Arrayán), junto con especies exóticas correspondientes *a Eucalyptus globulus* (Eucalipto común) *y Pinus radiata* (Pino insigne). En ambas parcelas la observación de terreno consignada en la base forestal corresponde a “Bosque nativo con especies exóticas”.

La estructura arbórea presenta individuos de diferentes dimensiones. En la parcela 61 se registraron individuos de *Nothofagus obliqua* con DAP promedio de aproximadamente 10,8 cm y alturas promedio cercanas a 6,0 m, mientras que en la parcela 62 esta especie presentó un DAP promedio de aproximadamente 12,5 cm y alturas promedio de 7,8 m. La presencia simultánea de especies nativas y exóticas evidencia una condición estructural y composicional heterogénea, característica de esta unidad.

En consecuencia, la unidad se caracteriza por una composición mixta y una estructura variable, donde la participación relativa de especies nativas y exóticas puede cambiar localmente de acuerdo con el grado de intervención, la proximidad a remanentes de bosque nativo, la presencia de claros y los antecedentes históricos de manejo y perturbación. El componente arbustivo y herbáceo corresponde principalmente a especies asociadas a ambientes intervenidos y claros dentro de la cobertura.

Cabe señalar que, debido a la heterogeneidad de las características estructurales y florísticas, así como a consideraciones operativas asociadas a la accesibilidad, algunos puntos de muestreo se localizan fuera del área de influencia directa del proyecto; no obstante, estos son plenamente representativos de la unidad vegetacional descrita.

Figura 13. Vista representativa de la unidad vegetacional Bosque mixto.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.3 UV 3: Plantación forestal

La unidad vegetacional descrita corresponde a plantaciones forestales, las cuales abarcan más de la mitad del área de influencia del proyecto y presentan una marcada dominancia de *Eucalyptus globulus, Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* (**Figura 14**). En el interior de las parcelas se registró, además, la presencia de otras especies exóticas asilvestradas de alta capacidad de dispersión y rápido crecimiento, tales como *Racosperma melanoxylon* (Aromo) *y Pinus radiata*. Asimismo, se identificó un estrato arbustivo representado por *Rubus ulmifolius*, junto con un componente herbáceo compuesto por especies como *Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius* y *Rumex acetosella*.

La información forestal permitió complementar la caracterización fisionómica de las unidades vegetacionales mediante antecedentes de composición específica, origen de las especies, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura de los individuos, densidad y observaciones de terreno asociadas a la condición de las formaciones vegetales. Estos antecedentes fueron analizados de manera complementaria con la información obtenida durante las campañas de flora y vegetación, los

recorridos de terreno y la interpretación de imágenes, manteniendo la COT como representación espacial de unidades homogéneas de cobertura y vegetación.

Los antecedentes del inventario forestal confirman la predominancia de plantaciones forestales de especies exóticas, principalmente *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, además de registros de *Eucalyptus nitens* en sectores de plantaciones más recientes. Asimismo, se identificaron sectores con presencia conjunta de especies nativas y exóticas, lo que permite complementar la caracterización de las unidades correspondientes a bosque mixto.

En particular, las parcelas forestales 61 y 62 presentan una composición mixta, con presencia de *Nothofagus obliqua, Peumus boldus, Aristotelia chilensis* y *Luma apiculata*, junto con *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata.* En ambas parcelas, las observaciones de terreno registradas en la base forestal corresponden a "Bosque nativo con especies exóticas". En la parcela 61 se registraron cinco individuos de *Nothofagus obliqua*, con DAP promedio de aproximadamente 10,8 cm y altura promedio de 6,0 m, mientras que en la parcela 62 se registraron cinco individuos de esta especie, con DAP promedio aproximado de 12,5 cm y altura promedio de 7,8 m. Estos antecedentes respaldan la condición de coexistencia de elementos arbóreos nativos y especies exóticas dentro de determinados sectores de la cobertura boscosa. Por otra parte, las parcelas 64 y 65 presentan registros exclusivamente de *Nothofagus obliqua* dentro del inventario forestal, con 15 y 9 individuos registrados, respectivamente, constituyendo antecedentes complementarios para la caracterización de sectores dominados por vegetación arbórea nativa. Adicionalmente, la parcela 70 presenta *Nothofagus obliqua* y *Maytenus boaria*, con alturas promedio de aproximadamente 8,5 m y 7,8 m, respectivamente. Asimismo, las parcelas 20 y 21 presentan una composición arbórea constituida por especies nativas, incluyendo *Luma apiculata, Maytenus boaria, Myrceugenia exsucca y Peumus boldus*, encontrándose ambas asociadas a cursos de agua. Estos antecedentes permiten complementar la descripción de sectores de vegetación nativa asociados a condiciones de mayor disponibilidad hídrica.

En cuanto a las plantaciones forestales, el inventario registra extensos sectores dominados por *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, además de *Eucalyptus nitens*. Se registran también situaciones de regeneración y rebrote asociadas a plantaciones, así como antecedentes de plantaciones establecidas en distintos períodos, lo que permite respaldar la diferenciación entre plantaciones juveniles y adultas en función de su condición estructural y de desarrollo.

En consecuencia, la información forestal fue incorporada como antecedente complementario para fortalecer la caracterización estructural y florística de las unidades vegetacionales identificadas en la COT, permitiendo precisar la composición arbórea, el grado de participación de especies nativas y exóticas y las condiciones particulares de determinados sectores. La delimitación espacial de las unidades vegetacionales se mantiene basada en la integración de la interpretación de imágenes, observaciones de terreno e información de las parcelas de muestreo.

Cabe señalar que, debido a la homogeneidad de las características estructurales y florísticas, así como a consideraciones operativas asociadas a la accesibilidad, algunos puntos de muestreo se localizan fuera del área de influencia directa del Proyecto; no obstante, estos son plenamente representativos de la unidad vegetacional descrita.

La unidad de plantaciones forestales comprende tanto los rodales establecidos como las superficies recientemente cosechadas que mantienen su uso forestal y pueden ser reforestadas. Esta delimitación es consistente con el criterio del Catastro de CONAF, que incorpora dichas superficies dentro de las plantaciones forestales, aun cuando presenten una ausencia temporal de cobertura arbórea.

Figura 14. Vista representativa de la unidad vegetacional Plantación forestal.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.4 UV 4: Exóticas asilvestradas

Esta unidad vegetacional está constituida por parches de vegetación predominantemente exótica que, conforme a los criterios de clasificación empleados en la caracterización, no cumplen los criterios legales para ser considerados como bosque. En ella se agrupan tanto remanentes de formaciones arbóreas preexistentes como sectores en los que se han establecido especies exóticas

asilvestradas, dando origen a agrupaciones vegetacionales de composición principalmente introducida. Entre las especies que conforman estos parches destacan *Pinus radiata* (pino insigne) y *Eucalyptus globulus* (eucalipto común), cuya presencia constituye uno de los principales elementos de la composición arbórea de la unidad (**Figura 15**).

Asimismo, la parcela 63 presenta *Pinus radiata, Nothofagus obliqua y Acacia dealbata* (Aromo), registrándose individuos de *Nothofagus obliqua* con DAP de hasta 27,8 cm y altura de hasta 16,0 m, junto con individuos de *Pinus radiata* que alcanzan DAP de aproximadamente 33,9 cm y alturas cercanas a 19,2 m. La base forestal caracteriza este sector como “Plantaciones adultas con especies nativas, afectadas por incendios”, antecedente que permite explicar la coexistencia de especies plantadas y elementos nativos dentro de una misma cobertura.

Además, se registran especies de rápida dispersión, como *Racosperma dealbatum* (aromo) y *Racosperma melanoxylon* (aromo australiano), que participan en la conformación de estos agrupamientos. La descripción de esta unidad reúne, por tanto, situaciones asociadas a la permanencia de ejemplares provenientes de formaciones anteriores y al establecimiento espontáneo de especies introducidas, distinguiendo los remanentes arbóreos de aquellos sectores conformados por vegetación exótica asilvestrada.

Figura 15. Figura representativa para la unidad vegetacional Exóticas asilvestradas.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.5 UV 5: Matorral

Esta categoría comprende dos formaciones vegetacionales, correspondientes a matorral y matorral arborescente, cuya caracterización considera tanto su composición florística como sus atributos fisionómicos y la participación del componente arbóreo. Estas formaciones presentan una composición principalmente nativa, representada por especies registradas de manera recurrente en los distintos sectores evaluados del Proyecto. Entre ellas destacan *Muehlenbeckia hastulata* (quilo), *Proustia pyrifolia* (tola blanca), *Baccharis linearis* (romerillo) y *Schinus polygama* (huingán), que forman parte del componente leñoso de la unidad. A estas se suma *Otholobium glandulosum* (culén), especie de origen nativo que también contribuye a la composición de las formaciones descritas. Asimismo, se registra la presencia de *Luma chequen* (chequén), clasificada en la categoría de conservación Preocupación Menor (LC) en el marco del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación. Clasificación de Especies En cuanto al componente exótico, se identifican ejemplares de *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) y *Rubus ulmifolius* (mora o zarzamora), que coexisten con las especies nativas y se incorporan como elementos acompañantes en la caracterización florística de esta categoría.

Figura 16. Vista representativa de la unidad vegetacional Matorral.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.6 UV 6: Pradera

Esta unidad vegetacional comprende formaciones de pradera y/o pastizal, caracterizadas por el predominio del estrato herbáceo y una composición florística en la que destacan especies de gramíneas. Entre ellas, *Arrhenatherum elatius* y *Agrostis capillaris* constituyen los principales componentes descritos, contribuyendo a definir la composición de estas formaciones.

Además del componente herbáceo, se registró la presencia de especies leñosas de hábito arbustivo pertenecientes a la familia Fabaceae, entre las cuales destaca *Teline monspessulana* (retamilla), que forma parte del acompañamiento florístico de la unidad. Asimismo, se identificaron especies arbóreas introducidas, particularmente *Racosperma melanoxylon* (aromo australiano), cuya amplia cobertura incorpora un componente arbóreo relevante en la caracterización de la vegetación.

La descripción de estas praderas considera, por ello, tanto las gramíneas predominantes como la participación de los elementos leñosos asociados, distinguiendo la contribución de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo en su estructura vegetacional en la cual en base a los datos obtenidos en recogidos en terreno es predominante referente al estrato herbáceo.

Figura 17. Vista representativa de la unidad vegetacional Praderas y/o Pastizal.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.7 UV 7: Cultivos

Esta unidad vegetacional comprende terrenos destinados a la producción agrícola, representados por cultivos de cereales y viñedos, cuya composición florística está determinada principalmente por las especies cultivadas y la vegetación acompañante registrada en estos sectores. En las superficies destinadas al cultivo de cereales, el estrato herbáceo se encuentra dominado por *Triticum aestivum* (trigo), mientras que los sectores de uso vitícola corresponden a viñedos conformados por *Vitis vinifera* (vid). En cuanto a la estructura de la vegetación, no se registra un estrato arbóreo alto, mientras que el componente arbustivo acompañante está representado por la presencia de *Rubus ulmifolius* (zarzamora).

De este modo, la caracterización de la unidad distingue las superficies ocupadas por cultivos herbáceos de aquellas destinadas al establecimiento de especies leñosas de uso agrícola, como la vid. Esta unidad presenta una representación espacial reducida dentro del área evaluada, en concordancia con el predominio de las actividades productivas forestales y la menor participación de los terrenos destinados a cultivos agrícolas.

Figura 18. Vista representativa de la unidad vegetacional Cultivos.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.8 UV 8: Reforestación de especies nativas

Esta unidad vegetacional corresponde a un polígono en el que se han desarrollado acciones de reforestación con especies nativas, entre cuyos ejemplares se identificó *Cryptocarya alba* (peumo) durante la caracterización de terreno. La presencia de estos individuos da cuenta del establecimiento de un componente leñoso nativo mediante plantación, lo que permite reconocer esta superficie como una unidad diferenciada dentro del área de estudio. En términos de extensión, corresponde a la unidad de menor superficie entre las identificadas.

Figura 19. Figura representativa de la Unidad vegetacional destinada a reforestación.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Distribución de las UV en el Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) presenta un mosaico de unidades vegetacionales (UV), con predominio de plantaciones y praderas, junto con bosques, matorrales y otras formaciones vegetales. Su distribución se representa en la cartografía de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), permitiendo reconocer la ubicación y extensión de cada unidad y su relación espacial con las obras del Proyecto (**Tabla 13**).

Tabla 13. Superficie (ha) y porcentaje del área de influencia utilizada por cada unidad vegetacional identificada, y por las zonas ocupadas por otros usos.

Unidad Vegetacional	Superficie (ha)	Porcentaje del AI
UV 1	8,90	5,63%
UV 2	2,30	1,46%
UV 3	80,28	50,78%
UV 4	3,66	2,32%
UV 5	10,82	6,84%
UV 6	29,46	18,63%
UV 7	1,27	0,80%
UV 8	0,45	0,28%
CAMINOS	8,58	5,43%
INFRAESTRUCTURA	0,47	0,30%
CÁRCAVAS	11,25	7,12%
LÍNEA ELÉCTRICA	0,54	0,34%
CUERPO DE AGUA	0,09	0,06%
ZONA SIN VEGETACIÓN	0,01	0,01%
TOTAL	**158,09**	**100%**

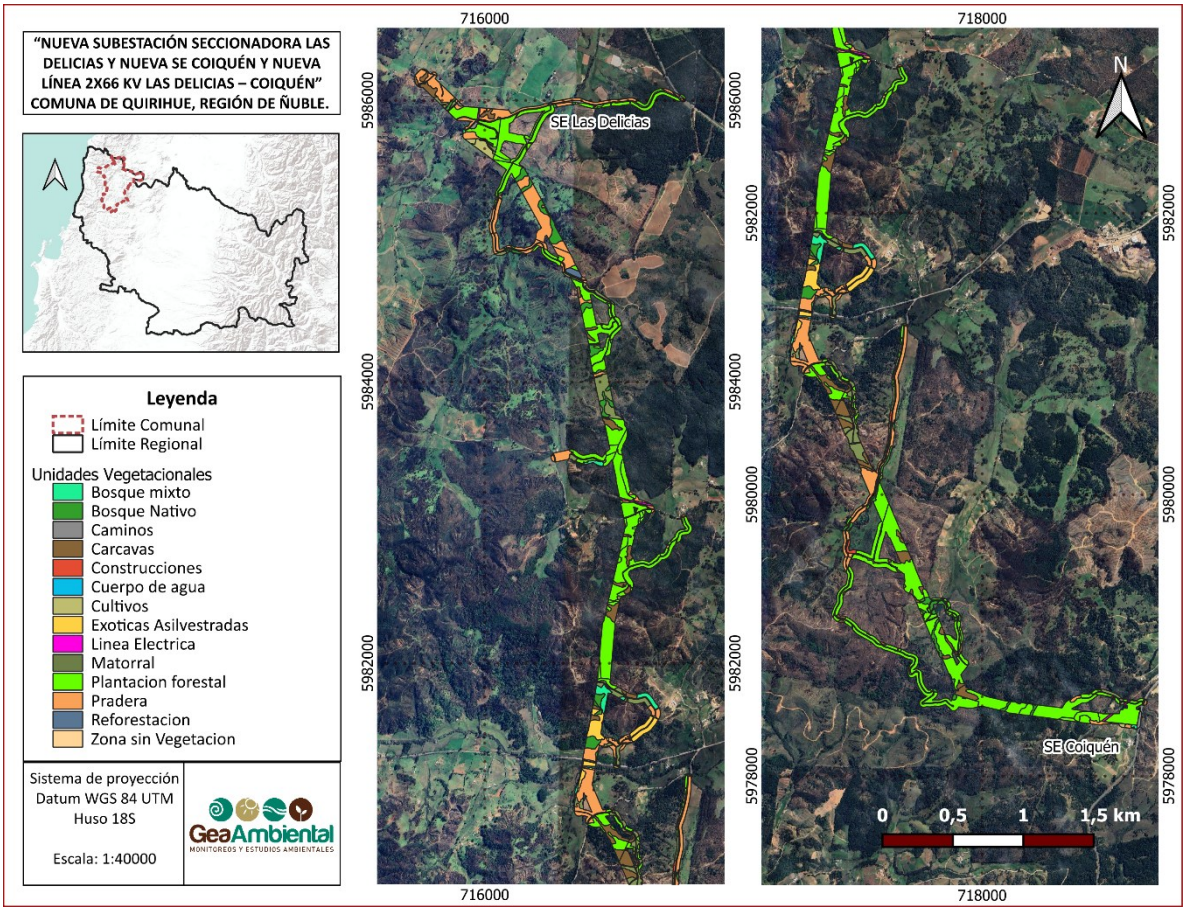
Fuente: Elaboración propia.

En conjunto, la distribución de las coberturas refleja un área de influencia caracterizada principalmente por plantaciones forestales y formaciones vegetacionales asociadas a ambientes intervenidos, sectores de uso antrópico y complementadas por remanentes de vegetación nativa, todo esto de acuerdo con los antecedentes recopilados mediante análisis cartográfico, verificación de terreno e integración de la información disponible. A continuación, se presenta la cartografía con las unidades vegetacionales en el área de influencia y zona de afectación del proyecto.

La **Figura 20** presenta la distribución espacial del Área de Influencia del componente Flora y Vegetación, el área de afectación asociada a las obras del Proyecto, el trazado de la Línea de Transmisión (LT) y las unidades vegetacionales delimitadas mediante la Carta de Ocupación de Tierras (COT). El Área de Influencia comprende una superficie total informada de 158,09 ha, mientras que el trazado de la LT presenta una longitud aproximada de 9,1 km. La caracterización mediante la COT identifica ocho unidades vegetacionales, además de otras ocupaciones del terreno. La mayor superficie corresponde a la Plantación forestal (UV3), con 80,28 ha (50,78%), seguida por la Pradera (UV6), con 29,46 ha (18,63%), y el Matorral (UV5), con 10,82 ha (6,84%). Complementariamente, se identifican el Bosque nativo (UV1), con 8,90 ha (5,63%); las Exóticas asilvestradas (UV4), con 3,66 ha (2,32%); el Bosque mixto (UV2), con 2,30 ha (1,46%); los Cultivos (UV7), con 1,27 ha (0,80%); y la Reforestación nativa (UV8), con 0,45 ha (0,28%). Las demás ocupaciones del terreno corresponden a Cárcavas, con 11,25 ha (7,12%); Caminos, con 8,58 ha

(5,43%); Infraestructura, con 0,47 ha (0,30%); Cuerpo de agua, con 0,09 ha (0,06%); y Zona sin vegetación, con 0,01 ha (0,01%).

Figura 20. Cartografía con las unidades vegetacionales en el área de influencia.



Fuente: Elaboración propia.

En términos de estructura vegetacional, el área presenta un predominio de unidades arbóreas, asociado principalmente a plantación forestal, junto con bosques nativos, mixtos y de exóticas asilvestradas, y sectores de reforestación nativa. Estas unidades se complementan con formaciones arbustivas correspondientes al Matorral y formaciones herbáceas representadas por las Praderas, además de terrenos destinados a cultivos y otros usos. En conjunto, conforman un mosaico de coberturas y usos del terreno cuya distribución espacial permite reconocer su relación con las obras del Proyecto y el trazado de la LT, según se representa en la **Figura 20**.

Tabla 14. Cuadro resumen de los resultados obtenidos para la COT.

Nombre de la Unidad Vegetacional	Descripción simplificada	G.A.	Especies dominantes				Código de la Unidad Vegetacional
			LA	LB	H	S	
Bosque nativo	Bosque nativo dominado por *Nothofagus obliqua* y *Peumus boldus,* con presencia de otras arbóreas nativas y escasa intrusión de exóticas. Estrato arbustivo claro, dominado por especies nativas y exóticas. Estrato herbáceo dominado por especies invasoras con presencia de helechos.		NO, PB	Ru	hp, ra	-	UV1
Bosque mixto	Bosque de especies exóticas y nativas dominado por *Eucalyptus globulus* y/o *Pinus radiata* para las especies exóticas*, Peumus boldus* para el caso de las especies nativas, el estrato arbustivo existe dominancia de *Rubus ulmifolius* y *Luma chequen.* El estrato herbáceo es escaso con especies como *Briza maxima.*		EU, PR, PB	Ru, Lc	bm	-	UV2
Plantación forestal	Plantaciones forestales dominado en el estrato arbóreo por ejemplares de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*. Estratos arbustivos y herbáceos casi ausentes.		EG, PR	Ru, Rr	-	-	UV3
Exóticas asilvestradas	Formaciones arbóreas exóticas las cuales se caracterizan por ser parches de especies exóticas asilvestradas, como *Racosperma dealbatum,* por lo que no constituyen plantación.		AC, AM	Ru	bm		UV4
Matorral	Matorral abierto con elementos arbóreos y arbustivos dispersos. Los estratos arbustivo y herbáceo dominados por especies exóticas.		EG, PR, PN	Ru, Rr, Tm	bm, ae, ac	-	UV5
Pradera	Praderas con árboles muy dispersos. Estrato arbóreo muy abierto dominado por elementos exóticos. Estrato arbustivo disperso, dominado por una mezcla de elementos exóticos y nativos. Estrata herbácea densa, dominada por especies exóticas invasoras.		-	Ru, Rr, Tm	lp, ae, hp, bm	-	UV6
Cultivo	Terrenos de cultivo dominados por *Triticum aestivum* y *Vitis vinifera*. Estrato arbóreo inexistente. Estrato arbustivo escaso y disperso.		-	-	Ta, vv	-	UV7
Reforestación Nativa	Área la cual se encuentra bajo reforestación de especies nativas.		CA		-	-	UV8

Abreviaturas: G.A= Grado de artificialización, LA=Leñosa alta, LB=Leñosa baja, H=Herbácea, S=Suculenta, EG/Eg=*Eucalyptus globulus,* PR=*Pinus radiata*, NO=*Nothofagus obliqua*, PB=*Peumus boldus*; PN= *Populus nigra,* Ru=*Rubus ulmifolius,* Rr=*Rosa rubiginosa*, Lc=*Luma chequen*, Tm=*Teline monspessulana*; ac=*Agrostis capillaris*, lp=*Lolium perenne*, bm=*Briza maxima*, hp=*Hypericum perforatum*, hl=*Holcus lanatus*, ra=*Rumex acetosella*, ta=*Triticum aestivum*, ae= *Arrhenatherum elatius.*

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Composición florística

Dentro del área de influencia del Proyecto se registraron un total de 91 especies, distribuidas en 43 familias. La familia más numerosa fue Poaceae, con 11 especies y Asteraceae con 10 especies. Se registraron 33 especies nativas y 16 endémicas, en cuanto a especies introducidas hay 42 registros. En cuanto a la forma de crecimiento, Arbóreas cuenta con 22 especies, arbustivas 14, en tanto la mayor parte de las especies presentaron una forma de crecimiento herbácea (48 especies), para la forma de crecimiento trepadora se registraron 7 especies.

Tabla 15. Especies vegetales registradas en el área de estudio.

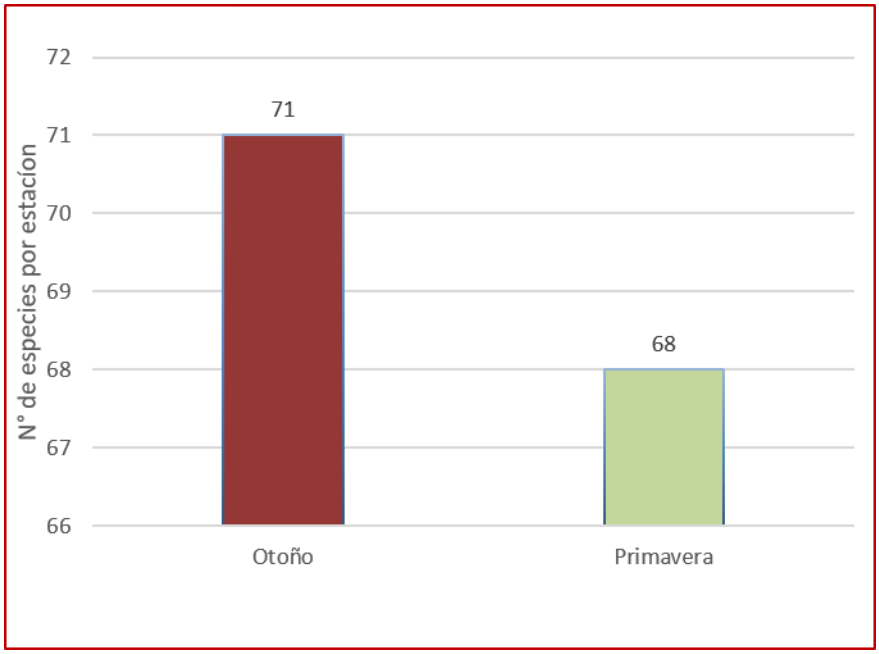
N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Origen	Campaña	
						O	P
1	Alstroemeriaceae	*Alstroemeria ligtu*	Astromelia	Herbácea	Endémica	x	
2	Alstroemeriaceae	*Bomarea salsilla*	Copihuito	Trepadora	Nativa	x	x
3	Anacardiaceae	*Lithraea caustica*	Litre	Arbórea	Endémica	x	x
4	Anacardiaceae	*Schinus polygama*	Huingan	Arbustivo	Nativa		x
5	Apiaceae	*Asteriscium chilense*	Anicillo	Herbácea	Endémica	x	
6	Apiaceae	*Daucus carota*	Zanahoria	Herbácea	Introducida	x	x
7	Apiaceae	*Eryngium paniculatum*	Chupalla	Herbácea	Nativa	x	x
8	Asteraceae	*Baccharis neaei*	Romerillo del monte	Arbustivo	Nativa	x	
9	Asteraceae	*Cirsium vulgare*	Cardo comun	Herbácea	Introducida	x	
10	Asteraceae	*Conyza sumatrensis*	Coniza	Herbácea	Nativa	x	
11	Asteraceae	*Hypochaeris radicata*	Hierba del chancho	Herbácea	Introducida	x	x
12	Asteraceae	*Lactuca virosa*	Lechuga silvestre	Herbácea	Introducida	x	
13	Asteraceae	*Proustia pyrifolia*	Voqui blanco	Trepadora	Endémica	x	x
14	Asteraceae	*Senecio sylvaticus*	Senecio	Herbácea	Introducida	x	
15	Asteraceae	*Taraxacum officinale*	Diente de leon	Herbácea	Introducida	x	
16	Asteraceae	*Baccharis linearis*	Romerillo	Arbustivo	Nativa		x
17	Asteraceae	*Pseudognaphalium viravira*	Hierba de la diuca	Herbácea	Nativa		x
18	Blechnaceae	*Blechnum hastatum*	Palmilla	Herbácea	Nativa	x	x
19	Boraginaceae	*Echium plantagineum*	Viborera	Herbácea	Introducida	x	x
20	Calceolariaceae	*Calceolaria integrifolia*	Capachito	Arbustivo	Nativa	x	x
21	Campanulaceae	*Lobelia tupa*	Tabaco del diablo	Herbácea	Endémica		x
22	Celastraceae	*Maytenus boaria*	Maitén	Arbórea	Nativa	x	x
23	Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	Correhuela	Herbácea	Introducida	x	x
24	Convolvulaceae	*Dichondra microcalyx*	Oreja de ratón	Herbácea	Nativa	x	

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Origen	Campaña	
						O	P
25	Convolvulaceae	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón	Herbácea	Nativa		x
26	Cyperaceae	*Schoenoplectus* sp.	-	Herbácea	Nativa		x
27	Dioscoreaceae	*Dioscorea andina*	Papa cimarrona	Herbácea	Nativa	x	
28	Elaeocarpaceae	*Aristotelia chilensis*	Maqui	Arbórea	Nativa	x	x
29	Escalloniaceae	*Escallonia pulverulenta*	Corontillo	Arbórea	Endémica	x	x
30	Euphorbiaceae	*Colliguaja dombeyana*	Colliguay	Arbustivo	Endémica	x	
31	Fabaceae	*Racosperma melanoxylon*	Aroma	Arbórea	Introducida	x	
32	Fabaceae	*Galega officinalis*	Galega	Herbácea	Introducida	x	x
33	Fabaceae	*Teline monspessulana*	Retamilla	Arbustivo	introducida	x	x
34	Fabaceae	*Lotus pedunculatus*	Trébol grande	Herbácea	Introducida	x	
35	Fabaceae	*Otholobium glandulosum*	Culen	Arbustivo	Nativa	x	x
36	Fabaceae	*Trifolium angustifolium*	Trébol blanco	Herbácea	Introducida	x	x
37	Fabaceae	*Racosperma dealbatum*	Aromo	Arbórea	Introducida		x
38	Fabaceae	*Robinia pseudoacacia*	Falsa acacia	Arbórea	Introducida		x
39	Fabaceae	*Vachellia caven*	Espino blanco	Arbustivo	Nativa		x
40	Fagaceae	*Castanea sativa*	Castaño	Arbórea	Introducida	x	x
41	Geraniaceae	*Geranium molle*	Geranio	Herbácea	Introducida	x	x
42	Hypericaceae	*Hypericum perforatum*	Hierba de San Juan	Herbácea	Introducida	x	x
43	Iridaceae	*Sisyrinchium striatum*	Huilmo amarillo	Herbácea	Nativa	x	
44	Juncaceae	*Juncus procerus*	Junquillo	Herbácea	Nativa	x	x
45	Lamiaceae	*Mentha pulegium*	Poleo	Herbácea	Introducida	x	x
46	Lamiaceae	*Prunella vulgaris*	Consuelda	Herbácea	Introducida		x
47	Lardizabalaceae	*Boquila trifoliolata*	Voqui blanco	Trepadora	Nativa		x
48	Lardizabalaceae	*Lardizabala biternata*	Cóguil	Trepadora	Endémica		x
49	Lauraceae	*Cryptocarya alba*	Peumo	Arbórea	Endémica	x	x
50	Monimiaceae	*Peumus boldus*	Boldo	Arbórea	Endémica	x	x
51	Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	Eucalipto	Arbórea	Introducida	x	x
52	Myrtaceae	*Luma apiculata*	Arrayan	Arbórea	Nativa	x	x
53	Myrtaceae	*Luma chequen*	Chequen	Arbórea	Endémica	x	x
54	Myrtaceae	*Myrceugenia exsucca*	Pitra	Arbórea	Nativa	x	x
55	Myrtaceae	*Myrceugenia ovata*	Chin-chin	Arbustivo	Nativa	x	x
56	Myrtaceae	*Myrceugenia lanceolata*	Arrayancillo	Arbustivo	Endémica		x
57	Nothofagaceae	*Nothofagus obliqua*	Roble, Hualle	Arbórea	Nativa	x	x
58	Pinaceae	*Pinus radiata*	Pino	Arbórea	Introducida	x	x
59	Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	Llanten	Herbácea	Introducida	x	x
60	Poaceae	*Sorghastrum nutans*	Avenilla	Herbácea	Introducida	x	
61	Poaceae	*Agrostis capillaris*	Hierba fina	Herbácea	Introducida	x	x
62	Poaceae	*Arrhenatherum elatius*	Falsa avena	Herbácea	Introducida	x	x
63	Poaceae	*Briza maxima*	Lagrimas	Herbácea	Introducida	x	x

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Origen	Campaña	
						O	P
64	Poaceae	*Bromus hordeaceus*	Cebadilla	Herbácea	Introducida	x	
65	Poaceae	*Cortaderia selloana*	Hierba de la pampa	Herbácea	Nativa	x	
66	Poaceae	*Holcus lanatus*	Heno blanco	Herbácea	Introducida	x	
67	Poaceae	*Lolium perenne*	Ballica	Herbácea	Introducida	x	x
68	Poaceae	*Chusquea quila*	Quila	Herbácea	Nativa		x
69	Poaceae	*Festuca arundinacea*	Festuca	Herbácea	Introducida		x
70	Poaceae	*Phalaris aquatica*	Alpiste	Herbácea	Introducida		x
71	Polygonaceae	*Muehlenbeckia hastulata*	Kilo	Trepadora	Nativa	x	x
72	Polygonaceae	*Rumex acetosella*	Vinagrillo	Herbácea	Introducida	x	x
73	Primulaceae	*Lysimachia arvensis*	Jabonera europea	Herbácea	Introducida	x	
74	Pteridaceae	*Adiantum chilense*	Palito negro	Herbácea	Nativa	x	x
75	Quillajaceae	*Quillaja saponaria*	Quillay	Arbórea	Endémica		x
76	Rhamnaceae	*Discaria chacaye*	Chacaye	Arbustivo	Nativa		x
77	Rosaceae	*Acaena argentea*	Zarzaparrilla	Herbácea	Nativa	x	x
78	Rosaceae	*Rosa rubiginosa*	Rosa mosqueta	Arbustivo	Introducida	x	x
79	Rosaceae	*Rubus ulmifolius*	Zarzamora	Arbustivo	Introducida	x	x
80	Rosaceae	*Sanguisorba minor*	Pimpinela	Herbácea	Introducida	x	x
81	Rosaceae	*Crataegus monogyna*	Peumo aleman	Arbustivo	Introducida		x
82	Rosaceae	*Kageneckia oblonga*	Bollen	Arbórea	Endémica		x
83	Rubiaceae	*Galium hypocarpium*	Ralbun	Herbácea	Nativa	x	x
84	Salicaceae	*Azara integrifolia*	Corcolen	Arbórea	Endémica	x	x
85	Salicaceae	*Populus nigra*	Alamo negro	Arbórea	Introducida		x
86	Scrophulariaceae	*Verbascum virgatum*	Hierba del paño	Herbácea	Introducida	x	x
87	Tecophilaeaceae	*Conanthera bifolia*	Flor de la viuda	Herbácea	Endémica	x	
88	Ulmaceae	*Ulmus minor*	Olmo	Arbórea	Introducida	x	x
89	Vitaceae	*Clematicissus striata*	Voqui colorado	Trepadora	Nativa	x	x
90	Vitaceae	*Vitis vinifera*	Parron	Trepadora	Introducida		x
91	Winteraceae	*Drimys winteri*	Canelo	Arbórea	Nativa		x

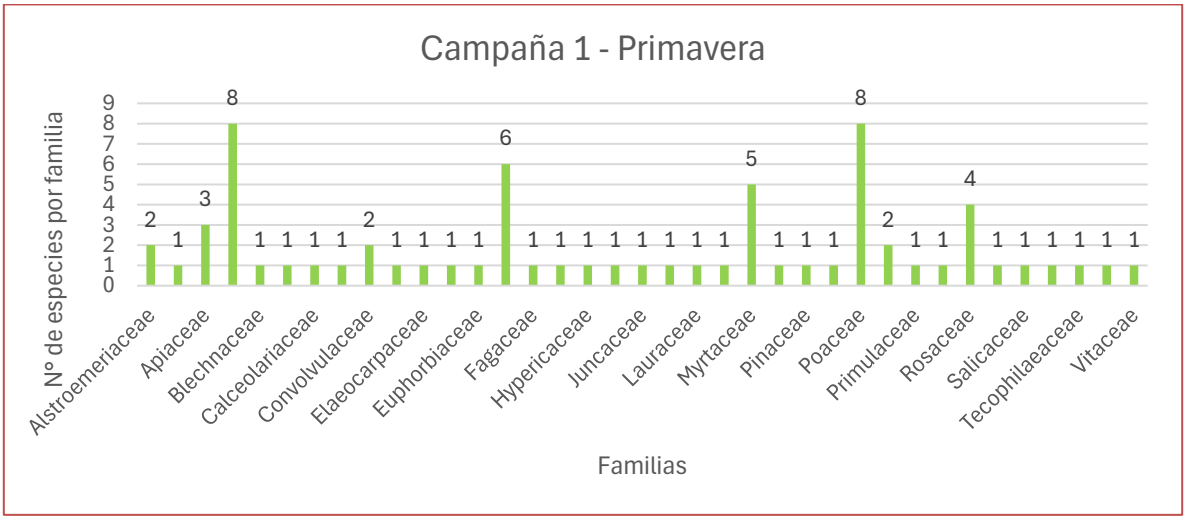
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Riqueza de especies por campaña.



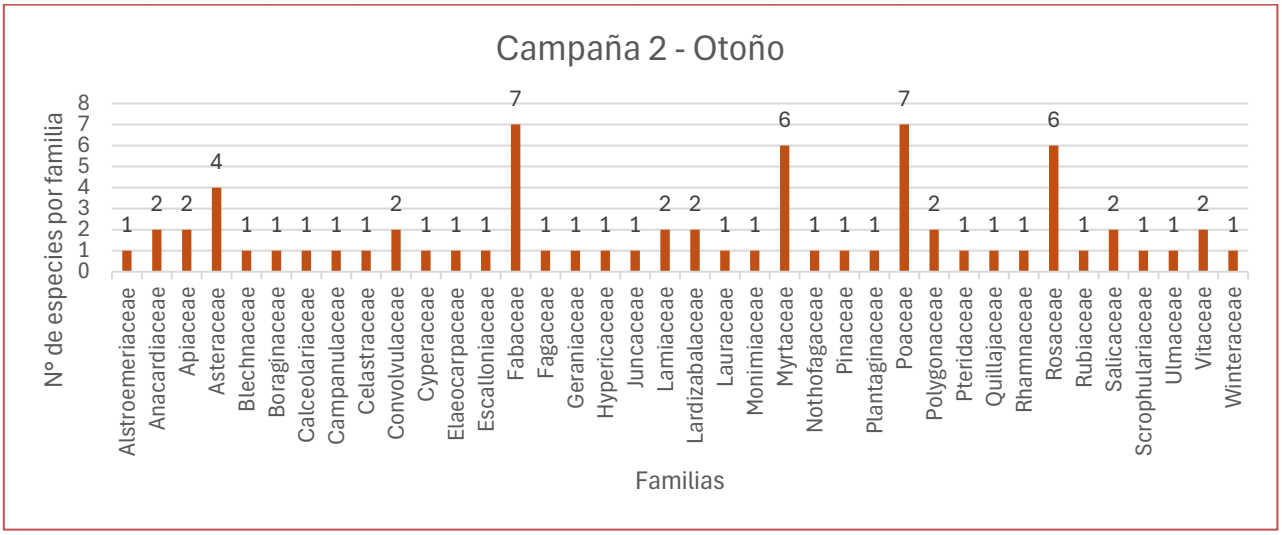
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Riqueza específica de flora vascular por familia, para la campaña de primavera.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Riqueza específica de flora vascular por familia, para la campaña de otoño.



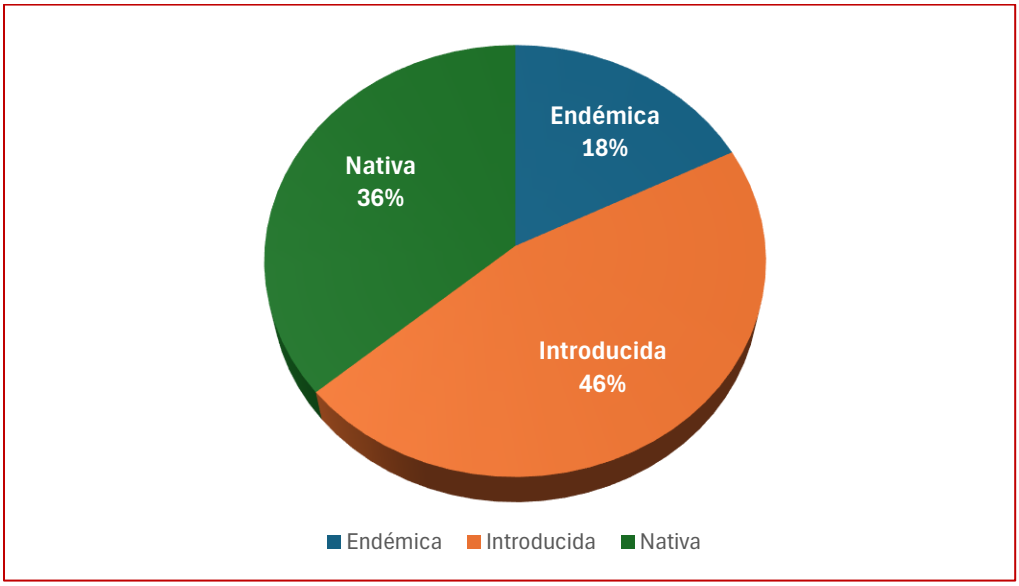
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se observa una mayor representación de familias como Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae y Rosaceae en ambas campañas, mientras que en primavera se evidencia una disminución de Asteraceas y Poaceas, lo que refleja una respuesta estacional diferenciada en la expresión y detectabilidad de los taxa registrados.

6.3.1 Origen biogeográfico

En cuanto a la composición de especies en base a su origen geográfico de ambas campañas, los registros indican que el 18% de las especies corresponden a endémicas, mientras que el 36% corresponde a nativas. Con un total de 91 especies muestreadas, en su mayoría, la diversidad de especies se basa en registros de introducidas (46%).

Figura 24. Proporción de la flora según su origen biogeográfico.

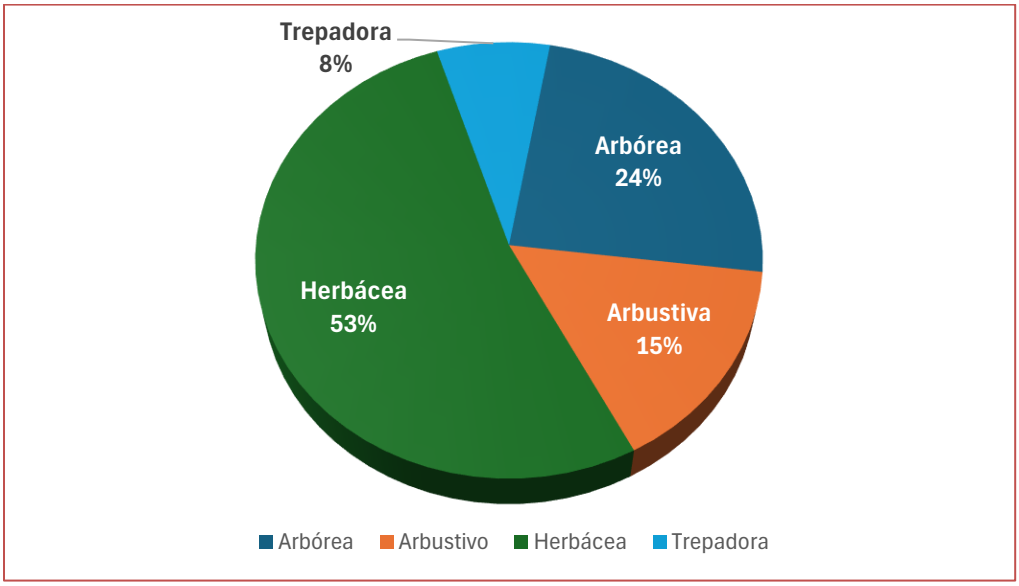


Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Hábito de Crecimiento

Los resultados con respecto a los registros de la forma de crecimiento en el estrato arbóreo refieren a que constan del 24%, el 53% de los registros corresponden a especies herbáceas, mientras que el 15% son registros de especies arbustivas. En las parcelas muestreadas también se observaron dos especies de forma de crecimiento tipo trepadora, lo que corresponde al 8% de las especies inventariadas.

Figura 25. Proporción de tipos biológicos o forma de crecimiento de la flora en el área del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 16** se resumen los taxa identificados en el área de influencia, ordenados por forma de crecimiento y origen biogeográfico:

Tabla 16. Forma de crecimiento en relación con el origen biogeográfico de las especies registradas en todas las campañas realizadas en el área de influencia del proyecto.

Hábito de crecimiento	Origen biogeográfico			TOTAL
	Endémica	Nativa	Introducida	
Arbórea	8	6	8	**22**
Arbustiva	2	8	4	**14**
Herbácea	4	15	29	**48**
Trepadora	2	4	1	**7**
TOTAL	**16**	**33**	**42**	**91**

Fuente: Elaboración propia, en base a datos tomados en terreno.

6.3.3 Categorías de Conservación

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), se han registrado 4 especies en categoría Preocupación Menor (LC).

Tabla 17. Especies registradas que presentan categoría de conservación.

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de conservación	Decreto que califica
Pteridaceae	*Adiantum chilense*	Palito negro	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Blechnaceae	*Blechnum hastatum*	Palmilla	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Myrtaceae	*Luma chequen*	Chequén	Endémica	LC	DS 10/2023 MMA
Winteraceae	*Drimys winteri*	Canelo	Endémica	LC	DS 06/2017 MMA

Fuente: Elaboración propia, en base a datos tomados en terreno.

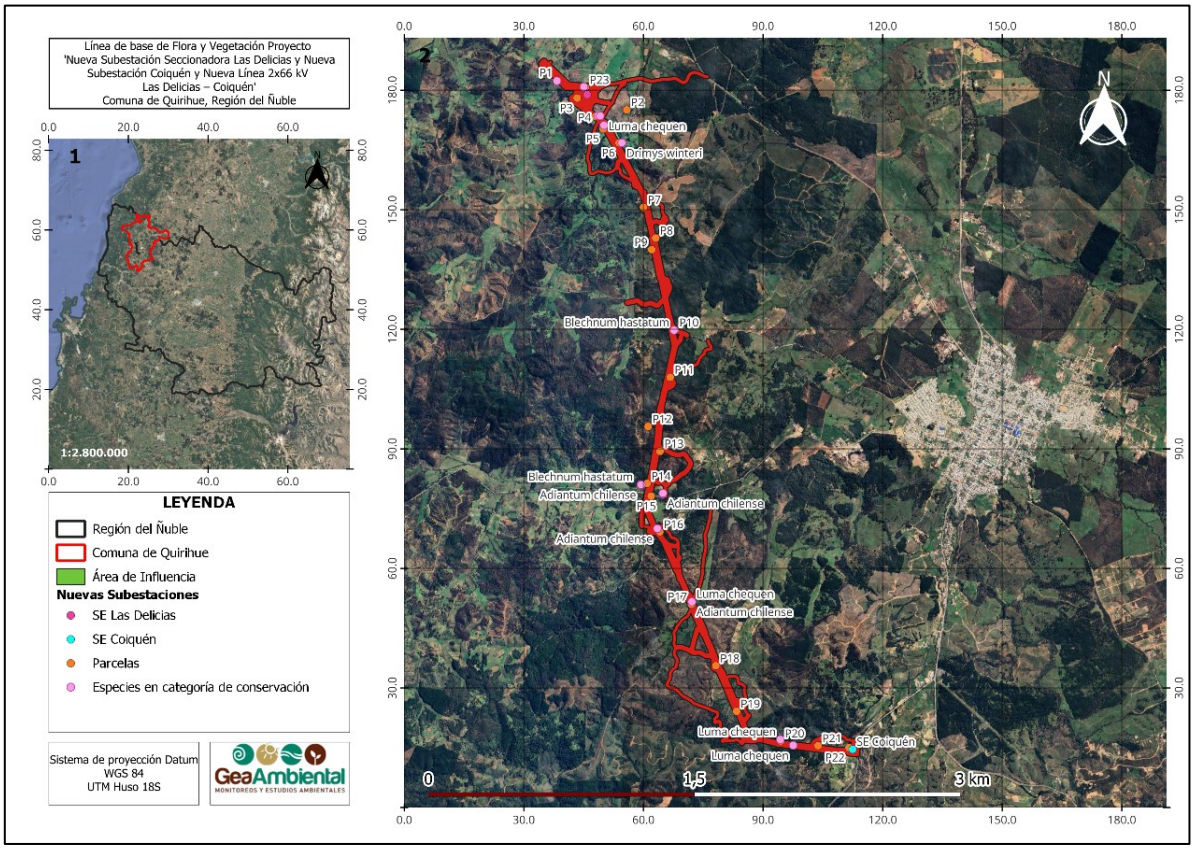
En la **Tabla 18**se presentan las especies en categoría identificados en el área de influencia, describiendo la campaña de registro, la parcela de flora, y su ubicación:

Tabla 18.Coordenadas de ubicación de las especies en categoría de conservación registradas.

Campaña	Estación	Especie	Parcela	Coordenadas UTM WGS84 H18S	
				Este	Norte
1	Primavera	*Adiantum chilense*	14	716.656	5.981.409
			15	716.903	5.981.304
			16	716.843	5.980.913
		Blechnum hastatum	14	716.656	5.981.409
		Luma chequen	20	718.231	5.978.531
			4	716.172	5.985.575
2	Otoño	*Adiantum chilense*	14	716.661	5.981.408
			15	716.906	5.981.312
			17	717.233	5.980.086
			23	716.014	5.985.900
			5	716.240	5.985.466
		Blechnum hastatum	10	717.031	5.983.153
			14	716.661	5.981.408
			5	716.240	5.985.466
		Drimys winteri	6	716.442	5.985.269
		Luma chequen	1	715.710	5.985.968
			17	717.233	5.980.086
			20	718.377	5.978.465
			4	716.198	5.985.572
			5	716.240	5.985.466

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos tomados en terreno.

Figura 26. Ubicación geográfica de las especies en categoría de conservación.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos tomados en terreno.

6.4 Análisis de riesgo climático

El riesgo climático se entiende como la probabilidad de que los efectos adversos del cambio climático generen impactos significativos sobre un componente ambiental, en este caso la vegetación, como resultado de la interacción entre amenazas climáticas, el grado de exposición del componente a dichas amenazas y su vulnerabilidad, entendida operativamente como su sensibilidad ecológica y capacidad de respuesta frente a cambios en las condiciones ambientales. Este enfoque permite trascender un diagnóstico descriptivo del clima futuro, orientando el análisis hacia la identificación de impactos relevantes, su magnitud y persistencia, conforme a lo establecido por la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA, 2024).

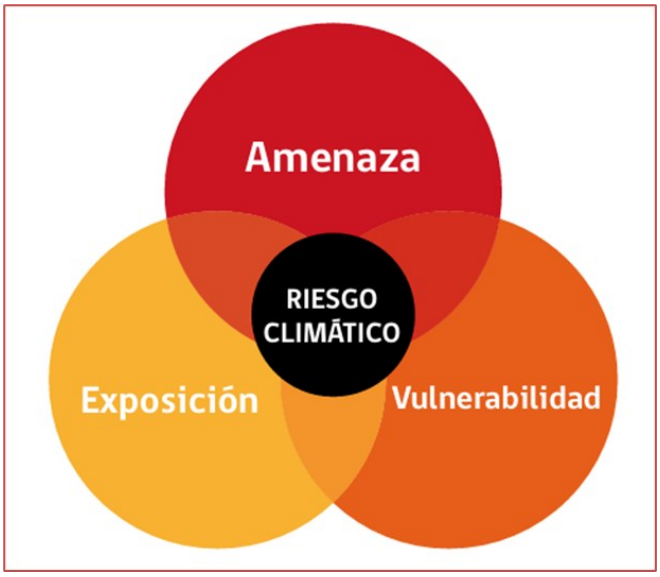
El riesgo climático no se aborda como una condición externa aislada, sino como un factor que puede modificar o intensificar los impactos del proyecto sobre la vegetación, afectando su estructura, composición, funcionalidad y capacidad de recuperación. Este análisis permite interpretar cómo las

presiones del proyecto, combinadas con escenarios de cambio climático, pueden incrementar la probabilidad de degradación, pérdida de cobertura vegetal, cambios en la distribución de especies o reducción de la resiliencia ecosistémica.

6.4.1 Componentes de Riesgo climático

- **Amenaza climática:** Cambios o tendencias del clima asociados al cambio climático (p. ej., aumento de temperatura, sequías o disminución de precipitaciones), identificados mediante escenarios oficiales como ARClim, que actúan como forzantes externos sobre la vegetación.
- **Exposición:** Grado en que la vegetación coincide espacialmente con áreas donde se proyectan amenazas climáticas relevantes dentro del área de influencia del proyecto.
- **Vulnerabilidad / Sensibilidad:** Propensión de la vegetación a verse afectada frente a una amenaza climática, en función de sus características ecológicas y capacidad de respuesta, utilizada para estimar impactos y definir medidas de adaptación.

Figura 27. Componentes del riesgo climático.



Fuente: Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA 2024).

6.4.2 Índices de riesgo para la Biodiversidad

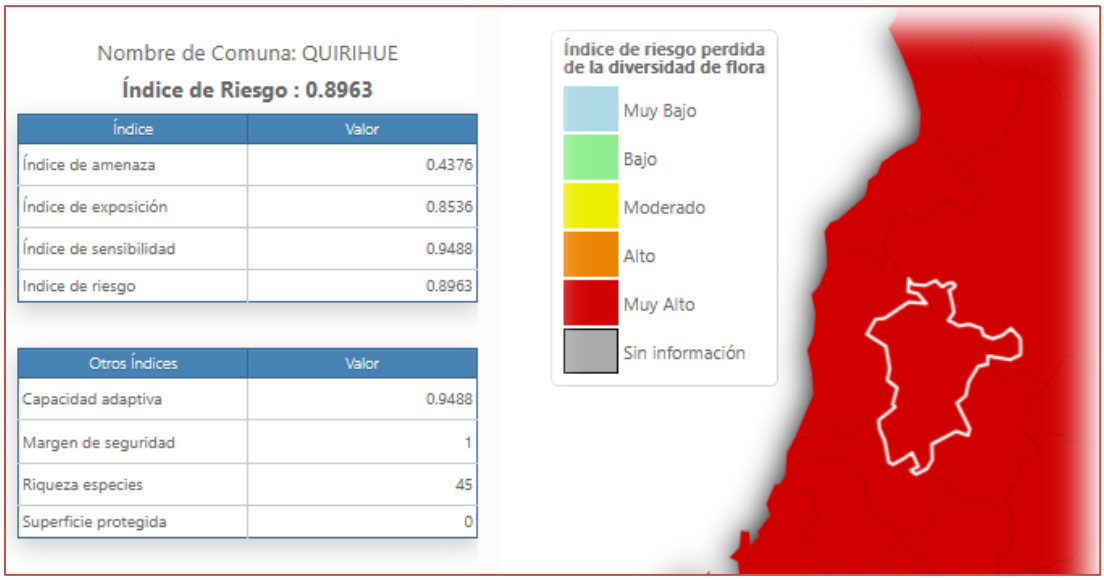
- **Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en las precipitaciones**

El proyecto se emplaza en la comuna de Quirihue, sector correspondiente a la cordillera de la costa dominada por el tipo de uso de suelo forestal con remanentes de bosque nativo. Según el Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2020), la comuna presenta

un índice de pérdida de superficie vegetal (índice de exposición) natural muy alto (0,8536), lo que probablemente se debe a que en los últimos años la comuna ha sufrido cambios importantes de uso de suelo, lo que ha generado una matriz de paisaje productivo, donde principalmente su uso es forestal.

En cuanto a la relación entre biodiversidad vegetal y variabilidad climática, el índice de disminución de la precipitación (Índice de amenaza) en la comuna se encuentra en un rango moderado (0,4376), mientras que el índice de sensibilidad de las especies alcanza un valor muy alto (0,9488). Esto indica que la flora presente es muy susceptible a cambios en el régimen de precipitaciones, lo que aumenta su vulnerabilidad directa ante escenarios climáticos variables. El índice de riesgo de pérdida de la biodiversidad de flora por cambios en las precipitaciones es muy alto en la comuna (0,8963), lo cual responde probablemente al nivel de intervención antrópica en gran parte de la superficie.

Figura 28. Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en las precipitaciones para la comuna de Quirihue.



Índice	Valor
Índice de amenaza	0.4376
Índice de exposición	0.8536
Índice de sensibilidad	0.9488
Indice de riesgo	0.8963

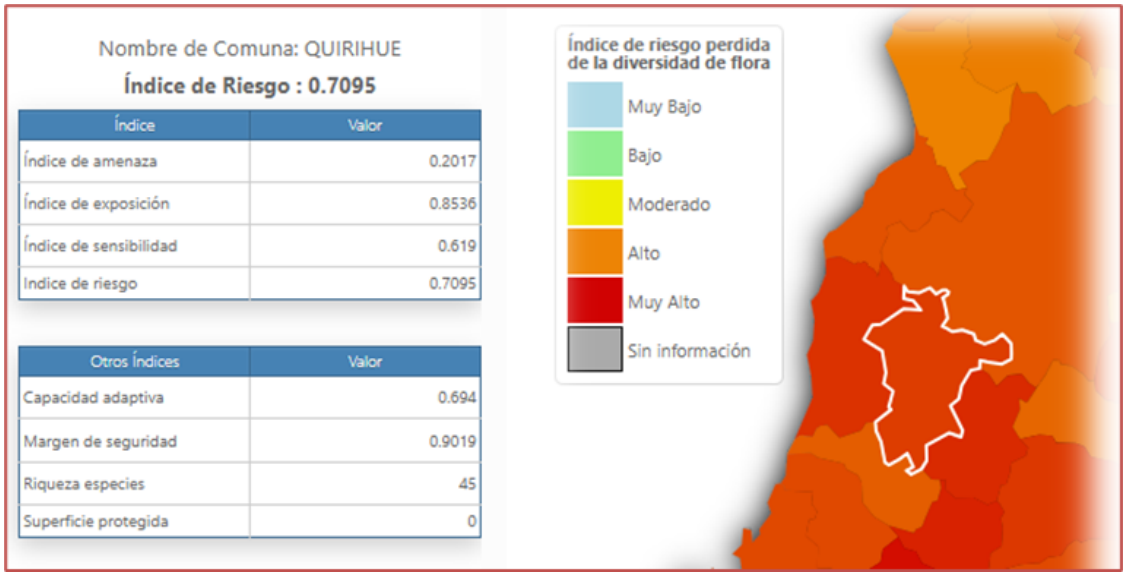
Otros Índices	Valor
Capacidad adaptiva	0.9488
Margen de seguridad	1
Riqueza especies	45
Superficie protegida	0

Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/

- **Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en la temperatura**

Respecto a la pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en la temperatura, el índice de amenaza por aumento de temperatura proyectado bajo el escenario RCP8.5 es bajo (0,2017), lo que sugiere que los incrementos térmicos esperados en la comuna no son tan significativos para la flora. No obstante, el índice de sensibilidad de las especies alcanza un valor moderado (0,6190), indicando que la flora presente posee una moderado susceptibilidad frente a variaciones térmicas. En consecuencia, el índice de riesgo de pérdida de biodiversidad de flora debido a este factor se encuentra en un rango alto (0,7095). Esto sugiere que el impacto directo del aumento de la temperatura sobre la flora nativa será limitado.

Figura 29. Índice pérdida de biodiversidad vegetal por cambios en la temperatura para la comuna de Quirihue.



Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/

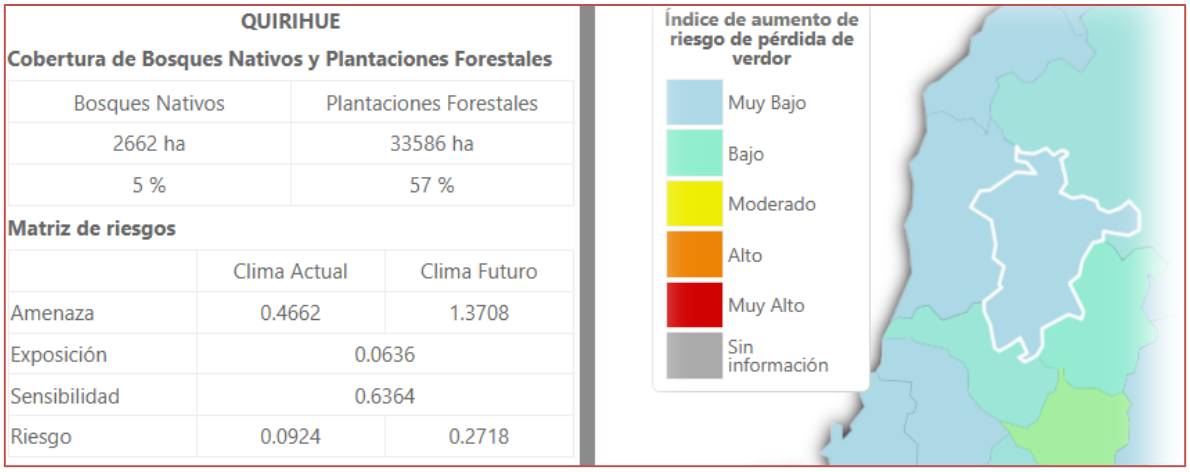
6.4.3 Efecto potencial de los cambios en el clima sobre el verdor de los bosques nativos y plantaciones forestales

El índice de variación esperada en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980–2010) y el clima futuro (2035–2065, bajo el escenario RCP 8.5) presenta un incremento desde 0,4662 a 1,3708 para la comuna de Quirihue. En conjunto, el índice de exposición, que representa la proporción de la superficie comunal ocupada por plantaciones forestales, alcanza un valor de 0,0636, mientras que el índice de sensibilidad, asociado al potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico sobre el verdor de las

plantaciones forestales en un contexto de cambio climático, presenta un valor de 0,6364. La interacción de estos factores determina un aumento del índice de riesgo de pérdida de productividad de las plantaciones forestales ("verdor"), pasando de 0,0924 bajo las condiciones climáticas actuales a 0,2718 bajo el escenario climático futuro, lo que corresponde a una categoría de riesgo muy bajo para la comuna de Quirihue.

Por el contrario, el índice de variación presenta un incremento desde 0,4662 a 1,3708 para las plantaciones forestales de la comuna de Quirihue. Por su parte, el índice de exposición, que representa la proporción de la superficie comunal ocupada por plantaciones forestales, alcanza un valor de 0,0636, mientras que el índice de sensibilidad, asociado al efecto potencial del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico sobre el verdor y la productividad de dichas plantaciones en un contexto de cambio climático, presenta un valor de 0,6364. La interacción de estos factores determina un aumento del índice de riesgo de pérdida de productividad de las plantaciones forestales, pasando de 0,0924 bajo las condiciones climáticas actuales a 0,2718 bajo el escenario climático futuro. De acuerdo con la clasificación cartográfica presentada, este aumento corresponde a una categoría Muy Alta para las plantaciones forestales de la comuna de Quirihue.

Figura 30. Índice de aumento de riesgo de pérdida de verdor en bosque nativo para la comuna de Quirihue.



QUIRIHUE

Cobertura de Bosques Nativos y Plantaciones Forestales

Bosques Nativos	Plantaciones Forestales
2662 ha	33586 ha
5 %	57 %

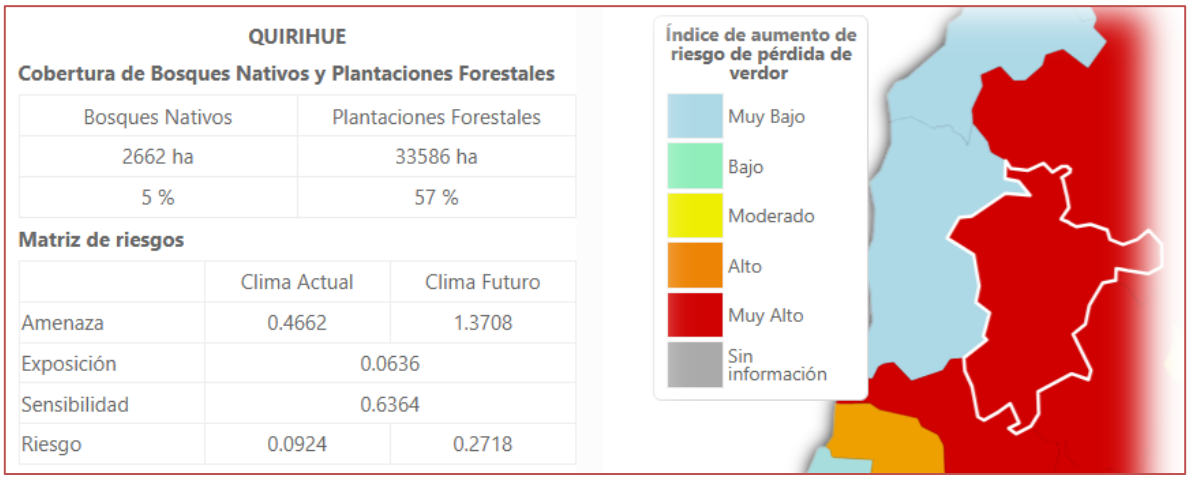
Matriz de riesgos

	Clima Actual	Clima Futuro
Amenaza	0.4662	1.3708
Exposición	0.0636	
Sensibilidad	0.6364	
Riesgo	0.0924	0.2718

Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/.

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl

Figura 31. Índice de aumento de riesgo de pérdida de verdor en plantación forestal para la comuna de Quirihue.



Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/.

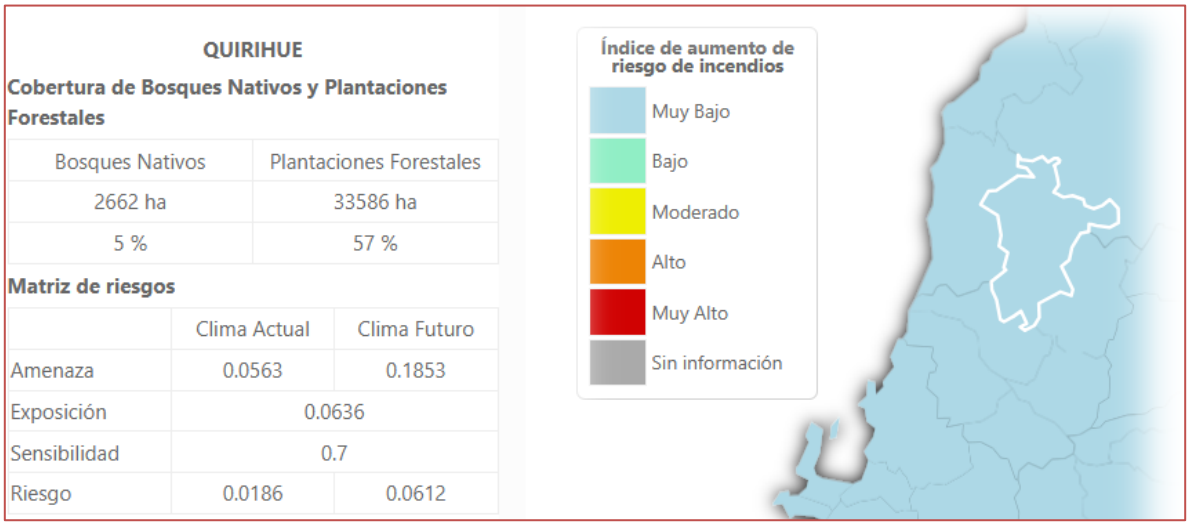
6.4.4 Riesgo de incendios en bosque nativo y plantaciones forestales

La incidencia de temperaturas superiores a 30 °C, consideradas condiciones favorables para la ocurrencia y propagación de incendios forestales, presenta un aumento desde 0,0563 bajo el clima histórico (1980–2010) hasta 0,1853 en el clima futuro (2035–2065, bajo el escenario RCP 8.5) para los bosques nativos de la comuna de Quirihue. Por su parte, el índice de exposición alcanza un valor de 0,0636, mientras que la sensibilidad de los bosques nativos frente a la ocurrencia de incendios forestales presenta un valor de 0,7000, condición que podría estar relacionada con factores territoriales como la pendiente, la continuidad de la cobertura vegetal, las condiciones de humedad del combustible y la proximidad de caminos, actividades productivas o centros poblados. Como resultado de la interacción entre estos factores, el índice de riesgo de incendios forestales aumenta desde 0,0186 en el clima actual hasta 0,0612 en el escenario climático futuro. No obstante, de acuerdo con la clasificación cartográfica presentada, el aumento del riesgo corresponde a una categoría Muy Baja para los bosques nativos de la comuna de Quirihue, los cuales abarcan aproximadamente 2.662 ha, equivalentes al 5 % de la superficie comunal.

Al evaluar la situación para las plantaciones forestales, la incidencia de temperaturas superiores a 30 °C, consideradas condiciones favorables para la ocurrencia y propagación de incendios forestales, presenta un aumento desde 0,0563 bajo el clima histórico (1980–2010) hasta 0,1853 en el clima futuro (2035–2065, bajo el escenario RCP 8.5) para las plantaciones forestales de la comuna de Quirihue. El índice de exposición alcanza un valor de 0,7737, reflejando la elevada proporción de la superficie comunal ocupada por plantaciones forestales (33.586 ha, equivalentes al 57 % de la

superficie comunal), mientras que el índice de sensibilidad presenta un valor de 0,7000, asociado a factores biofísicos y territoriales que influyen en la susceptibilidad de estas coberturas frente a incendios, tales como las condiciones topográficas, la disponibilidad de combustible vegetal y la influencia de las condiciones climáticas. Como resultado de la interacción entre estos factores, el índice de riesgo de incendios forestales aumenta desde 0,1672 bajo las condiciones climáticas actuales hasta 0,5506 en el escenario climático futuro. De acuerdo con la clasificación cartográfica de ARClim, este incremento corresponde a una categoría de riesgo Baja para las plantaciones forestales de la comuna de Quirihue.

Figura 32. Índice de aumento de riesgo de aumento de incendios en bosque nativo para la comuna de Quirihue.



QUIRIHUE

Cobertura de Bosques Nativos y Plantaciones Forestales

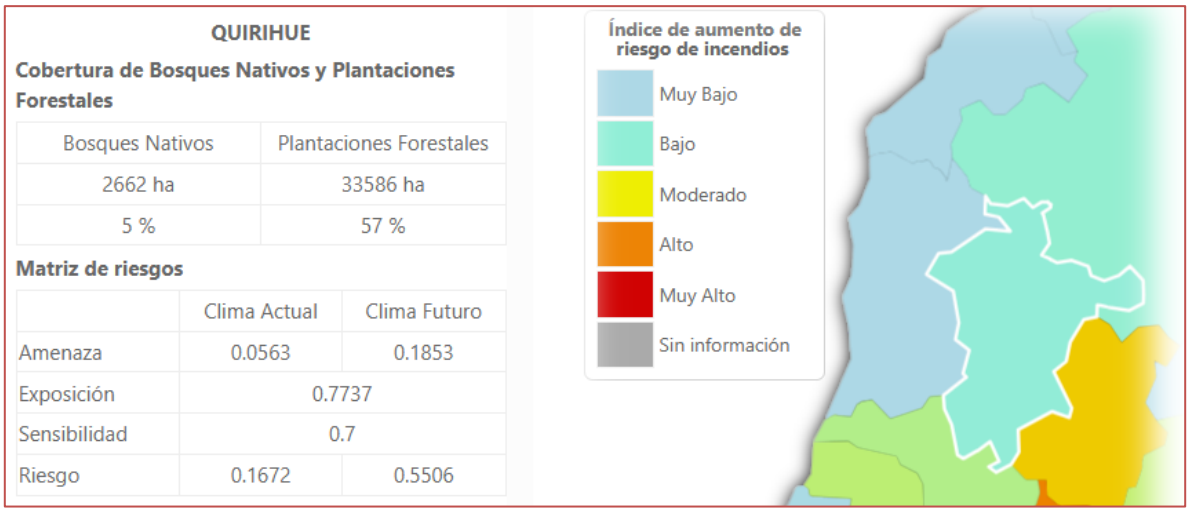
Bosques Nativos	Plantaciones Forestales
2662 ha	33586 ha
5 %	57 %

Matriz de riesgos

	Clima Actual	Clima Futuro
Amenaza	0.0563	0.1853
Exposición	0.0636	
Sensibilidad	0.7	
Riesgo	0.0186	0.0612

Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/.

Figura 33. Índice de aumento de riesgo de aumento de incendios en plantación forestal para la comuna de Quirihue.



Fuente: https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/biodiversidad/.

A partir de estos índices de amenaza climática, se puede inferir que la mayor sensibilidad de las especies presentes en la comuna está relacionada con la disminución proyectada en las precipitaciones, siendo este el principal factor que podría afectar la estabilidad del ecosistema vegetal.

Tabla 19. Matriz de riesgo climático para la comuna de Quirihue.

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo	Categoría de Riesgo
Biodiversidad	Perdida de flora por cambios de temperatura	Quirihue	0,2017	0,8536	0,6190	0,7020	Alto
	Perdida de flora por cambios de precipitación		0,4376	0,8536	0,9488	0,8963	Muy Alto
Bosque Nativo	Verdor en Bosques Nativos		0,4662	0,0636	0,6364	0,0924	Muy Bajo
	Incendios en Bosques Nativos		0,0563	0,0636	0,7	0,0186	Muy Bajo
Plantación forestal	Verdor en Plantaciones Forestales		0,4662	0,0636	0,6364	0,924	Muy Alto

	Incendios en Plantaciones Forestales		0,0563	0,7737	0,7	0,1672	Bajo

Fuente: Elaboración propia en base a Atlas de Biodiversidad plataforma Arclim.

6.4.5 Cambio climático. Análisis por especie

Considerando que los cambios de pérdida de biodiversidad de flora y vegetación por cambios en las precipitaciones y temperatura son muy altos en la comuna de Quirihue, se hace necesario evaluar la situación de las especies en el escenario de cambio futuro.

En este caso se realizó dicho análisis para las especies que cuentan con alguna categoría de conservación vigente por el MMA, las cuales corresponden a *Adiantum chilense* (Palito negro), *Blechnum hastatum* (Palmilla), *Drimys winteri* (Canelo) y *Luma chequen* (Chequen), todas en Preocupación Menor (LC). La probabilidad de presencia de estas especies en la zona del proyecto, bajo el escenario climático futuro RCP8.5 aumenta de modo sutil exceptuando a *Blechnum hastatum* (Palmilla) disminuye un -3,9%. Para las especies restantes se presencia un leve aumento de la presencia en un escenario futuro de cambio climático en donde *Adiantum chilense* (Palito negro) presenta un 5,5%, *Luma chequen* (Chequen) un 5.8% y *Drimys winteri* (Canelo) un 1%.

El resultado para la especie de pteridófita (*Adiantum chilense*) es contradictorio, pues la especie depende de condiciones climáticas de alta humedad, baja irradiación solar directa, y esta presenta un aumento en la probabilidad de presencia. Sin embargo, es importante considerar que el modelo utilizado en los mapas de especies (Maxent) no representa una predicción de densidad poblacional o cantidad de individuos de cada especie, sino la probabilidad de que en cada pixel existan condiciones ambientales propicias para existencia de ellas.

Considerando lo anterior, se puede inferir que, aun cuando estas especies requieren condiciones ambientales similares para sobrevivir, *Adiantum chilense* presenta una mayor tolerancia a los cambios en las condiciones del clima que se proyectan para la zona central del país, lo que permite inferir que, bajo condiciones relativamente estables, esta especie podría mantenerse y dispersarse, a diferencia de *Blechnum hastatum* la cual probablemente no toleraría los cambios proyectados.

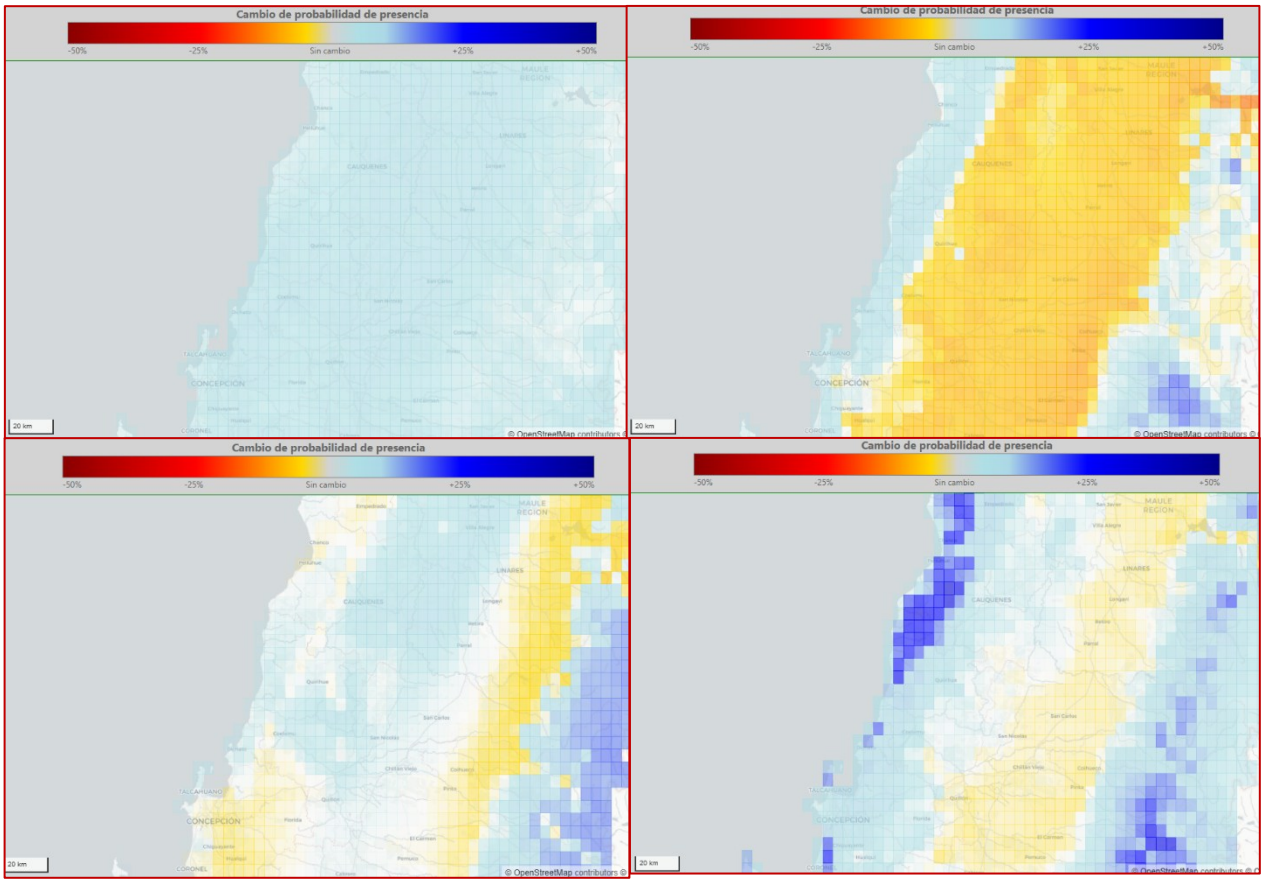
Tabla 20. Variación proyectada de la probabilidad de presencia bajo RCP 8.5 para especies en categoría de conservación.

Especie	Nombre común	Categoría de conservación	Variación proyectada de la probabilidad de presencia bajo RCP 8.5
Adiantum chilense	Palito negro	Preocupación Menor (LC)	+5,5 %
Blechnum hastatum	Palmilla	Preocupación Menor (LC)	-3,9 %

Drimys winteri	Canelo	Preocupación Menor (LC)	+1,0 %
Luma chequen	Chequén	Preocupación Menor (LC)	+5,8 %

Fuente: ARCLIM.

Figura 34. Cambios en la probabilidad de presencia en la zona centro-sur para las especies registradas que presentan categoría de conservación.



Fuente: ARCLIM. Imagen superior izquierda: *Adiantum chilense*; Imagen superior derecha: *Blechnum hastatum;* Imagen inferior izquierda: *Drimys winteri;* Imagen inferior derecha: *Luma chequen*

6.5 Análisis de singularidades ambientales

De acuerdo con lo señalado en la Guía de evaluación ambiental "*Criterios para la participación de CONAF en el SEIA*" (2020), se determinaron las siguientes singularidades ambientales para el área de estudio:

6.5.1 Singularidad ambiental para la flora

La singularidad ambiental para la flora apunta a la presencia de especies con características particulares de abundancia, categoría de conservación o distribución, y que puedan ser afectadas por las partes y obras del proyecto.

Tabla 21. Singularidades ambientales para la flora.

Singularidad ambiental	Aplicabilidad
Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categorías de conservación	Se registran 4 especies con categoría de conservación las cuales se encuentran en preocupación menor (LC) siendo *Adiantum chilense, Blechnum hastatum, Luma chequen* y *Drimys winteri.*
Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales	En el área de influencia del proyecto se registraron especies que se encuentran protegidas por regulación especial, particularmente el Reglamento explotación de Quillay y otras especies forestales (DS 366/1944, y su actualización de 1955) SAG y CONAF en el marco de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, el que regula la explotación de las especies Quillay (*Quillaja saponaria*), Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Boldo (*Peumus boldus*), Maitén (*Maytenus boaria*), Espino (*Vachellia caven*) y Litre (*Lithraea caustica*). En el área de influencia del Proyecto se encontraron ejemplares de Boldo (*Peumus boldus*), Maitén (*Maytenus boaria*), Litre (*Lithraea caustica*), Quillay (*Quillaja saponaria*) y Espino (*Vachellia caven*). Dada las circunstancias de registro al sur del Rio Maipo y considerando además que no poseen alguna categoría de conservación, estas especies no poseen restricción de corta.
Presencia de especies endémicas	Se registraron 17 especies endémicas, donde destaca *Luma chequen* (Chequen) y *Drimys winteri* (Canelo), debido a que corresponden a especies protegidas con

Singularidad ambiental	Aplicabilidad
	categoría de conservación Preocupación Menor (LC). Ninguna especie posee distribución restringida.
Presencia de especies de distribución restringida	No se registra.
Presencia de especies en categorías CITES	No se registra.
Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie	No se registra.
Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie	No se registra.
Otras singularidades	No se registran.

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2 Análisis de la singularidad ambiental de la vegetación.

La singularidad ambiental para la vegetación apunta a la presencia de formaciones vegetacionales con características particulares de abundancia, protección legal o distribución, y que puedan ser afectadas por las partes y obras del proyecto.

Tabla 22. Singularidades ambientales para la vegetación.

Singularidad ambiental	Aplicabilidad
Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional	No se registra.
Presencia de formaciones vegetales relictuales	No se registra.
Presencia de formaciones vegetales reliquias	No se registra.
Presencia de formaciones vegetales remanentes	No se registra.
Presencia de formaciones vegetales frágiles	De acuerdo con la evaluación de riesgos propuesta por Pliscoff (2015), la formación "Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca – Azara petiolaris*" se encuentra en la categoría Peligro Critico (CR). La vegetación registrada corresponde al piso teórico esperado. Sin embargo, cabe señalar que la mayor parte de las formaciones vegetales actuales en el área de influencia del proyecto no presentan la estructura ni la conformación florística esperada para el piso vegetacional, sino por el contrario, presenta una

Singularidad ambiental	Aplicabilidad
	composición dominada por especies exóticas, típica de zonas altamente antropizadas.
Presencia de bosque nativo de preservación	No se registra.
Presencia de bosque nativo al interior de unidades del SNASPE	No se registra.
Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales	Proyecto no se encuentra en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.
Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial	Proyecto no se encuentra en o colindante con áreas bajo protección oficial.
Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas	Proyecto no se encuentra en o colindante con áreas protegidas privadas.
Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley N° 18.378)	Proyecto no se encuentra en o colindante con áreas de protección (Ley N° 18.378).
Actividad en o colindante con o aguas arriba de Humedales	Proyecto se encuentra en o colindante con o aguas arriba de Humedales.

Fuente: Elaboración propia.

7. DISCUSIÓN

El presente estudio contempló dos campañas de flora, la primera fue llevada a cabo en temporada de primavera considerándose esta la época con mayor representatividad en cuanto concierne a la biodiversidad y la segunda campaña que consta en una época contrastante correspondiente a otoño. El territorio que comprende el área de influencia presenta un alto grado de intervención antrópica en casi toda su extensión. Esta transformación del paisaje se debe principalmente a las actividades de uso productivo forestal que ha dado establecimiento a grandes extensiones de cobertura arbórea. En este contexto ya que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la Cordillera de la Costa, se registraron solo remanentes de bosque nativo subdivididos en parches. Además, se realizó una campaña de muestreo forestal, a modo de caracterización cuantitativa, la cual se llevó a cabo en todas las formaciones vegetacionales con presencia de especies leñosas identificadas en la caracterización preliminar, con el objetivo de validar y/o rectificar la clasificación y delimitación de estas. Específicamente, para las formaciones leñosas, su clasificación se hizo de acuerdo con la Ley N°20.283 de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

En análisis de la composición de florística muestra que la dominancia de especies observó que la especie con mayor abundancia a lo largo del área prospectada fue de *Eucalyptus globulus*, especie arbórea de origen exótico que ampliamente utilizada en la actividad forestal comercial local. En contraste, las unidades de vegetación consideradas como bosque nativo presentan una distribución extremadamente reducida. Estas formaciones se encuentran casi exclusivamente en zonas de quebradas en donde las condiciones topográficas imposibilitan el ingreso por lo que se han logrado mantener a pesar las presiones modificaciones antrópicas circundantes. Como consecuencia de este escenario, la vegetación potencial o teórica asociada al piso vegetacional descrito por Luebert y Pliscoff (2017) puede considerarse prácticamente inexistente dentro del ámbito del Proyecto. La fuerte sustitución de comunidades originales por plantaciones forestales ha generado un paisaje altamente simplificado desde el punto de vista ecológico, lo que limita la representación de la flora nativa y de los ecosistemas característicos del territorio.

En el análisis de riesgo climático, la comuna de Quirihue presenta un índice de riesgo muy alto (0.8963) para cambios en la biodiversidad con respecto a las precipitaciones, mientras que para la temperatura el índice de riesgo para la biodiversidad entra en la categoría de Alto (0.7020). Esto en un contexto global indica un importante nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas locales frente al cambio climático. En cuanto a los efectos sinérgicos correspondientes al área de influencia entre los FGI y el cambio climático se puede predecir un posible potenciamiento de efectos adversos, esto debido a que la remoción y despeje de vegetación, así como el transito continuo de maquinaria y remoción de suelo, podría generar aumento de material particulado sedimentable o bien, aumento

en la temperatura por disminución de vegetación reguladora, lo que en conjunto con el cambio climático puede acelerar el proceso de aridización que se ha evidenciado en los últimos 30 años en la zona (ARCLIM).

En la comuna de Quirihue, los índices analizados evidencian un aumento del riesgo futuro tanto para el bosque nativo como para las plantaciones forestales. Para incendios en bosque nativo, el riesgo aumenta de 0,0186 en el clima actual a 0,0612 en el escenario futuro, manteniéndose en categoría Muy Baja. En plantaciones forestales, este riesgo se incrementa de 0,1672 a 0,5506, clasificándose su aumento en categoría Baja. Respecto de la pérdida de productividad o “verdor” del bosque nativo, el índice de riesgo aumenta de 0,0924 a 0,2718, correspondiente a una categoría Baja. Para las plantaciones forestales, los valores de riesgo de pérdida de verdor también aumentan de 0,0924 a 0,2718. No obstante, su clasificación espacial corresponde a una categoría de aumento Muy Alta, reflejando una mayor vulnerabilidad de estas coberturas productivas.

Se registraron un total de 91 especies con representación en 43 familias de las cuales dos corresponden a la mayor representatividad que es Poaceae con 11 especies y Asteraceae con 10 especies. En cuanto al hábito de crecimiento, el mayor porcentaje de registros fue en herbáceas con 53%, por consiguiente, el estrato arbóreo mostró una representatividad del 24%. El estrato arbustivo registró un 15% mientras que las especies trepadoras un 8%. Para el origen biogeográfico la mayoría de las especies son de origen introducidas con un 46% de representatividad, un 36% corresponden a nativas y un 18% son endémicas con un total de 16 especies registradas.

Respecto a las singularidades de vegetación, aunque el piso vegetacional potencial del área, "Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* - *Azara petiolaris*" se clasifica como En Peligro Crítico, la COT evidencia que su representación actual es reducida y fragmentada. La cobertura de Bosque Nativo (UV1) alcanza 8,90 ha (5,63% del Área de Influencia), distribuyéndose principalmente en quebradas y sectores de difícil acceso, mientras que el Bosque Mixto (UV2) comprende 2,30 ha (1,46%), asociados a la coexistencia de especies nativas y exóticas.

Estos remanentes conservan especies arbóreas nativas características de la vegetación potencial del territorio; sin embargo, se presentan como fragmentos aislados inmersos en una matriz fuertemente transformada, dominada por plantaciones forestales (50,78% del AI) y otros usos antrópicos. En este contexto, las 8,90 ha identificadas representan remanentes residuales del piso vegetacional CR, cuya persistencia se vincula principalmente a condiciones favorables de quebradas y cursos de agua, siendo coherente con el estado de reducción y fragmentación que caracteriza actualmente a este ecosistema.

La singularidad de la flora está dada y cuatro especies (*Adiantum chilense, Blechnum hastatum, Drimys winteri* y *Luma chequen*) en categoría Preocupación Menor (LC).

La caracterización del Área de Influencia mediante la Carta de Ocupación de Tierras (COT) permitió reconocer ocho unidades vegetacionales, cuya distribución evidencia un mosaico de coberturas con predominio de las plantaciones forestales (UV3), que representan el 50,78 % de la superficie evaluada. Esta unidad, seguida por las praderas (UV6) y el matorral (UV5), constituye uno de los principales componentes de la configuración actual del paisaje y refleja la relevancia del uso forestal dentro del área estudiada. Complementariamente, la presencia de bosque nativo (UV1), bosque mixto (UV2), exóticas asilvestradas (UV4), cultivos (UV7) y reforestación nativa (UV8) da cuenta de la coexistencia de formaciones vegetacionales y usos productivos de distinta composición y extensión. En particular, los sectores de bosque nativo y reforestación nativa constituyen elementos relevantes para examinar la representación de la vegetación autóctona dentro del Área de Influencia. Asimismo, las superficies correspondientes a cárcavas, caminos, infraestructura, cuerpos de agua y zonas sin vegetación complementan la ocupación del terreno y deben considerarse al interpretar la distribución espacial de las coberturas. Esta heterogeneidad territorial sustenta la necesidad de analizar las posibles afectaciones del Proyecto de manera diferenciada, considerando las características de cada unidad, su extensión y su relación espacial con las obras proyectadas.

Durante el levantamiento de información se constató la existencia de ejemplares de Boldo (*Peumus boldus*), Maitén (*Maytenus boaria*), Litre (*Lithraea caustica*), Quillay (*Quillaja saponaria*) y Espino (*Vachellia caven*). No obstante, estos individuos no conforman unidades boscosas continuas ni masas forestales homogéneas por sí mismas; por el contrario, se encuentran dispersos dentro de las distintas matrices forestales observadas en el área de estudio, mayoritariamente dominadas por plantaciones de especies exóticas. Su presencia, aunque fragmentaria, evidencia la persistencia remanente de elementos de vegetación nativa en un paisaje ampliamente transformado por actividades silvícolas. Es relevante señalar que el Decreto Supremo N.° 366/1944 establece la prohibición de corta y descepado de las especies mencionadas para el territorio comprendido entre el límite norte del país y el río Maipo. Considerando que el Proyecto se emplaza en la Región del Ñuble, ubicada al sur de dicha delimitación, las restricciones establecidas por el decreto no aplican de manera directa en este caso.

8. CONCLUSIONES

El Área de influencia presenta un nivel de intervención antrópica considerable, resultado de décadas de actividades silvícolas y de prácticas agrícolas desarrolladas por los habitantes locales. La mayor parte del territorio se encuentra actualmente ocupada por plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto común), lo que evidencia un proceso histórico de transformación del paisaje que implicó la remoción extensiva de la flora nativa original. Como consecuencia, la vegetación autóctona ha quedado reducida a remanentes aislados de bosque nativo, los cuales se encuentran insertos dentro de la matriz productiva y representan fragmentos de ecosistemas que alguna vez fueron continuos. Cabe destacar que las quebradas presentes dentro del área del proyecto conservan parches relativamente mejor desarrollados de bosque nativo. Esto se debe tanto a la mayor inaccesibilidad física de estos sectores como a la presencia de microclimas específicos que favorecen la persistencia de especies sensibles a la perturbación.

Los registros de especies en categoría de Preocupación Menor (LC) como *Adiantum chilense* (palito negro), *Blechnum hastatum* (Palmilla), *Luma chequen* (Chequen) además de *Drimys winteri* (Canelo), advierten la vulnerabilidad de los remanentes de bosque nativo.

La evaluación integrada de las obras del Proyecto indica que los efectos sobre flora y vegetación se concentran en la fase de construcción, asociados principalmente al despeje de vegetación y habilitación de superficies de trabajo en sectores dominados por plantaciones forestales y otras coberturas previamente intervenidas. Si bien el trazado interseca localmente remanentes de bosque nativo y sectores donde se registraron especies clasificadas en categoría Preocupación Menor (LC), la exposición corresponde a superficies acotadas, de duración temporal y efectos mayoritariamente reversibles o recuperables mediante la regeneración natural y las medidas de manejo aplicables. Considerando la superficie efectivamente intervenida, la representatividad local de las coberturas afectadas, la ausencia de especies amenazadas, la limitada magnitud de la alteración proyectada sobre remanentes de vegetación nativa y la mantención de la funcionalidad ecológica del área, se concluye que el Proyecto no genera efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables en los términos del artículo 11 letra b) de la Ley N°19.300.

Asimismo, aun cuando en el área de influencia se reconocen remanentes del piso vegetacional “Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* - *Azara petiolaris*”, clasificado en categoría CR a nivel ecosistémico, las obras se emplazan principalmente en una matriz forestal productiva altamente intervenida y fragmentada. La evaluación conjunta de la localización de las obras, la superficie potencialmente afectada, la condición actual de los remanentes presentes, la duración y reversibilidad de los efectos y la ausencia de afectación significativa sobre vegetación

nativa de valor ambiental relevante permite descartar la generación de efectos, características o circunstancias del artículo 11 letra d) de la Ley N°19.300.



Javiera Anastasia Tapia Flores

19.990.529-5

contacto@geaambiental.cl
+56 41 3832613
www.geaambiental.cl

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAF (2020). GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL "Criterios para la participación de CONAF en el SEIA". Corporación Nacional Forestal, Chile. 158 pp.

Gajardo, R. (1994). La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Chile. 166 pp.

Herrera, I., Goncalves, E., Pauchard, A. & Bustamante, R.O. (2016). Manual de plantas invasoras de Sudamérica. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Concepción, Chile. 116 pp.

Luebert, F & Pliscoff, P. (2006). Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 310 pp.

Marticorena, A., Alarcón, D., Abello, L. & Atala, C. (2010). Plantas trepadoras, epifitas y parásitas nativas de Chile. Ediciones Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.290 pp.

Marquet, P., Abades S., Armesto, J. & I. Barria (2010). Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 156 pp.

Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado para el Ministerio del Medio Ambiente. 63 p. Santiago, Chile.

Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio de Medio Ambiente y El Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia (DS N°2/2024)

Rodríguez, R., Ruiz, E. & Elissetche, J.P. (2005). Árboles en Chile. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 183 pp.

Rodríguez, R., Marticorena C., Alarcón D., Baeza C., Cavieres L., Finot V., Fuentes N., Kiessling A., Mihoc M., Pauchard A., Ruiz E., Sánchez P. y A Marticorena. (2018). Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

Servicio Agrícola y Ganadero. 2003. Guía "Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres CITES".

Servicio Agrícola y Ganadero. 2010. Guía de evaluación ambiental: Componente Flora Silvestre. G-PR-GA-002.

Servicio de Evaluación Ambiental. 2024. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestre.

Servicio de Evaluación Ambiental. 2024. Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres.

10. ANEXOS

10.1 Profesionales encargados

Nombre	Profesión	Función
Javiera Tapia	Ingeniera en recursos naturales	Levantamiento de información en terreno
		Elaboración de informe
Letizzia Vecchi Benedetti	Bióloga	Revisión y actualización de informe

10.2 Registro fotográfico

Figura 34. ***Nothofagus obliqua.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. ***Cryptocarya alba.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. *Bomarea salsilla.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. *Castanea sativa.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. ***Conanthera bifolia.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. *Alstroemeria ligtu* subsp. *simsii.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. ***Ulmus minor.***



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. *Clematicissus striata*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. ***Drimys winteri.***



Fuente: Elaboración propia.