

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y GEOGRAFÍA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA



Propuesta de Instrumentos de Planificación Ecológica
en comunidades rurales para determinar el estado de
ecosistemas vulnerables



MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

Alumno: Alejandro Ignacio Soto Navarro

Docente Guía: Rodrigo Sanhueza Contreras

Ciudad de Concepción, 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. RESUMEN	7
II. INTRODUCCIÓN	9
III. OBJETIVOS	12
1. Objetivo General	12
2. Objetivos Específicos.....	12
IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
V. MARCO CONCEPTUAL	19
1. Fragmentación del hábitat.....	19
2. Servicios Ecosistémicos	23
3. Subdivisión Predial	28
4. Planificación ecológica	29
5. Desarrollo Sustentable.....	32
VI. METODOLOGÍA	34
1. Objetivos y Alcances	36
1.1 Área de Estudio	36
1.2 Definición de Objetos y Metas.....	36
1.3 Paisaje Normativo	37
2. Inventario Territorial.....	37
1.1 Base de Datos.....	38
1.2 Protocolo de Estandarización de la Información Cartográfica.....	40
3. Carta de Usos Actuales.....	40
4. Carta de Usos Planeados.....	41
5. Inventario General	41
6. Biodiversidad.....	41
1.1 Remanencia Ecosistemas	41
1.2 Riqueza de Especies Nativas	42
1.3 Especies con categoría de conservación (ECC) crítica, en peligro o vulnerable (Decreto N°29 de 2012):	45
7. Servicios ecosistémicos	46
8. Evaluación Ecológica	46
1.1 Relevancia Ecológica	47

1.2	Intensidad Potencial de Efectos Negativos (IPEN)	48
1.3	Riesgo Ecológico	48
9.	Propuestas.....	49
1.1	Objetivos ambientales zonificados	49
1.2	Infraestructura Ecológica	50
1.3	Medidas ambientales a los usos del territorio.....	52
1.4	Integración de la Planificación Ecológica	54
VII.	Resultados.....	56
1.	Objetivos y Alcances	56
1.1	Área de Estudio	56
1.2	Paisaje Normativo	58
2.	Inventario Territorial.....	61
1.1	Carta de usos de suelo actuales.....	61
1.2	Carta de usos planeados	63
1.3	Clima.....	66
1.4	Hidrografía	66
1.5	Capacidad de uso de suelo Agrícola.....	68
1.6	Bosque y renoval nativo.....	72
1.7	Humedales	72
1.8	Parcelas de agrado	73
1.9	Biodiversidad.....	74
1.9.1	Remanencia de Ecosistemas	74
1.9.2	Riqueza de especies nativas.....	77
1.10	Servicios Ecosistémicos	84
3.	Evaluación Ecológica	88
1.1	Relevancia ecológica	88
1.2	Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN).....	94
1.3	Riesgo Ecológico.....	101
4.	Propuestas.....	107
1.1	Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ).....	107
1.2	Mapas de los Objetivos Ambientales Zonificados.....	108
1.3	Mapas Síntesis de los objetivos Ambientales Zonificados	109
1.4	Mapas Objetivos Ambientales de Primera Prioridad	116

1.5	Infraestructura Ecológica	122
1.6	Medidas Ambientales a los usos del territorio	124
5.	Integración de la Planificación Ecológica	128
VIII.	CONCLUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
IX.	BIBLIOGRAFÍA	135
X.	ANEXO	138

ÍNDICE DE CARTOGRAFÍAS

Cartografía N°1:	Área de Estudio	57
Cartografía N°1.1:	Uso de Suelo Actual	62
Cartografía N°1.2:	Usos Planeados	65
Cartografía N°1.3:	Red Hidrográfica.....	67
Cartografía N°1.4:	Cartografía Capacidad de Uso de Suelo Agrícola	71
Cartografía N°1.5:	Remanencia de Ecosistemas	76
Cartografía N°1.6:	Cartografía Riqueza de Especies Nativas	80
Cartografía N°1.7:	Presencia de Especies Amenazadas de Extinción	83
Cartografía N°1.8:	Capacidad Potencial de Proveer SS.EE	87
Cartografía N°1.9:	Relevancia ecológica	89
Cartografía N°1.10:	Relevancia Ecológica por Regulación de Agua	91
Cartografía N°1.11:	Relevancia Ecológica por Almacenamiento de Carbono.....	93
Cartografía N°1.12:	IPEN sobre Biodiversidad	96
Cartografía N°1.13:	IPEN Regulación de Agua	98
Cartografía N°1.14:	IPEN Almacenamiento de Carbono	100
Cartografía N°1.15:	Riesgo Ecológica de la Biodiversidad	102
Cartografía N°1.16:	Riesgo Ecológico por Regulación del Agua.....	104
Cartografía N°1.17:	Riesgo Ecológico de Almacenamiento de carbono	106
Cartografía N°1.18:	Productos cartográficos obtenidos a partir de los Objetivos Ambientales Zonificado	109
Cartografía N°1.18.1:	Síntesis de la OAZ para la Biodiversidad	111
Cartografía N°1.18.2:	Síntesis de lo OAZ de la Regulación de Agua	113
Cartografía N°1.18.3:	Síntesis de la OAZ para el Almacenamiento de Carbono.....	115

Cartografía N°1.18.4:	OAZ Preservación Primera Prioridad	117
Cartografía N°1.18.5:	Carta OAZ Restauración Primera Prioridad.....	119
Cartografía N°1.18.6:	OAZ Uso Sustentable Primera Prioridad	121
Cartografía N°1.18.7:	Infraestructura ecológica	123
Cartografía N°2:	Planificación Ecológica.	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1:	Catastro subdivisiones año 2003	16
Figura N°2:	Catastro subdivisiones 2022	16
Figura N°3:	Esquema Efecto borde.....	22
Figura N°4:	Cascada de los Servicios Ecosistémico.....	25
Figura N°5:	Metodología General Planificación Ecológica.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1:	Clasificación común internacional de Servicios Ecosistémicos	27
Tabla N°2:	Fuente de información territorial social	38
Tabla N°3:	Fuente de información territorial biofísica	39
Tabla N°4:	Matriz Riesgo Ecológico.....	49
Tabla N°5:	Listado de ejercicios de planificación ecológica revisados	53
Tabla N°6:	Simbología según nivel de pertinencia a cada OAZ y nivel de aporte a cada dimensión de evaluación.....	53
Tabla N°7:	Paisaje Normativo	58
Tabla N°8:	Superficies usos de suelo actuales.....	62
Tabla N°9:	Clase de Capacidad de Uso de Suelo Agrícola.....	69
Tabla N°10:	Especies en Peligro de Extinción.....	82
Tabla N°11:	Valor IPEN Designado a la Relevancia Ecológica y Usos de Suelo	94
Tabla N°12:	Matriz de doble entrada utilizado para el cálculo de los Objetivos Ambientales Zonificados.	108
Tabla N°13:	Categoría de actividades humanas según usos de suelos actuales	124
Tabla N°14:	Medidas Ambientales	125

I. RESUMEN

Este trabajo plantea una propuesta de planificación territorial con enfoque ecológico en comunidades rurales de la comuna de Pitrufquén, la cual abordara el incremento de parcelaciones para fines residenciales en terrenos rurales analizado sus impactos ambientales, como la perdida de suelo agrícola, deforestación del bosque nativo, destrucción de humedales y fragmentación de ecosistemas. Con el fin de cumplir el objetivo general de este trabajo se utilizarán metodologías cualitativas y se contará con un inventario territorial con una base de datos que contenga distintos componentes del área de estudio, con esto se realizara una evaluación ecológica con los que se obtendrá la relevancia ecológica y la intensidad potencial de los efectos negativos, con lo que se determinaran ecosistemas vulnerables del territorio. Para finalmente definir los resultados principales correspondientes a proponer objetivos ambientales zonificados, medidas ambientales, infraestructura ecológica y la integración de estos. El trabajo en general priorizara el uso sustentable de los suelos agrícolas e identifica los ecosistemas vulnerables en base a una escala que prioriza los detalles de la información obtenida y evaluada.

Palabras clave: Fragmentación de ecosistemas, Servicios Ecosistémicos, Subdivisión de Terreno, Planificación Ecológica, Desarrollo Sustentable.

Abstract

This work proposes a territorial planning proposal with an ecological approach in rural communities of the Pitrufoquén commune, which will address the increase in subdivisions for residential fines in rural land, analyzing its environmental impacts, such as the loss of agricultural land, deforestation of the native forest, destruction of wetlands and fragmentation of ecosystems. In order to fulfill the general objective of this work, qualitative methodologies will be used and there will be a territorial inventory with a database that contains different components of the study area, with this an ecological evaluation will be carried out with which the relevance will be obtained. ecological and the potential intensity of the negative effects, with which vulnerable ecosystems of the territory will be determined. To finally define the main results corresponding to proposing zoned environmental objectives, environmental measures, ecological infrastructure and the integration of these. The work in general will prioritize the sustainable use of agricultural soils and will identify vulnerable ecosystems based on a scale that will prioritize the details of the information obtained and evaluated.

Keywords: Ecosystem fragmentation, Ecosystem Services, Property subdivision, Ecological Planning, Sustainable Development.

II. INTRODUCCIÓN

En el último tiempo existe una creciente preocupación sobre la gestión del crecimiento demográfico en comunas del sur de Chile, el cual se manifiesta principalmente en el incremento de subdivisiones prediales con fines inmobiliarios y productivos en los espacios rurales. Se constituye como un proceso de configuración dinámica de territorio que incide principalmente en las condiciones donde habita el ser humano y su relación con el medio ambiente. Esta transformación territorial amenaza con la pérdida de suelo agrícola, deforestación del bosque nativo, destrucción de humedales y fragmentación de ecosistemas en las zonas rurales del país.

Es por esto que es necesario abordar esta problemática integrando todas las visiones posibles, desde la especulación inmobiliaria hasta la protección del medio ambiente. Atendiendo la falta de fiscalización, regulación e instrumentos de ordenamiento territorial sobre estas variables en los espacios rurales.

La presente investigación propone un instrumento planificación territorial ecológica, para así proteger, regular y armonizar la relación entre el ser humano y el medio ambiente. Esto quiere decir que tendrá un enfoque ecológico, en donde las futuras decisiones sobre el territorio se adapten a las condiciones naturales del entorno habitado.

A modo de contexto, las dinámicas de movilidad en entornos con condiciones paisajísticas agradables para vivir, han aumentado de manera explosiva en zonas rurales. Lo que conlleva a la llegada de nuevos habitantes a sectores rurales con suelos con alta capacidad agrícola, en los cuales existe una estructura productiva que sustenta diversas actividades económicas y reduce proyectos agrícolas que aportan a la seguridad alimentaria del país. Además de esto, se suma deforestación. Destrucción y fragmentación de los ecosistemas producto de los impactos de las diferentes actividades antrópicas que se producen. Igualmente, de debe considerar problemáticas actuales con respecto al déficit de vivienda y la especulación

inmobiliaria en las tramas urbanas, lo cual es uno de los motivos importantes de este explosivo fenómeno en zonas rurales.

Es por esto que es indispensable analizar estos impactos desde el enfoque del uso sustentable del medio rural con un instrumento de planificación ecológica que permita comprender todas estas consecuencias. Así, se puede avanzar en una comprensión de las consecuencias de este fenómeno, lo que permita contribuir a una discusión sobre la toma de decisiones que permitan abordarlo adecuadamente y avanzar hacia un desarrollo sustentable del territorio rural.

Este trabajo tendrá como base metodológica la Guía de Planificación Ecológica a Escala Local y Regional de GEF MONTAÑA (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020), el cual plantea un instrumento de planificación territorial enfocado en el diagnóstico, protección y restauración de ecosistemas que se encuentren vulnerables o los cuales sean de vital importancia para el desarrollo de especies nativas.

Se utilizarán medios técnicos como Sistemas de Información Geográfica (SIG), revisión bibliográfica, participación de expertos y dirigentes sociales, de lo cual se obtendrá un inventario territorial y un análisis completo sobre la Relevancia Ecológica e Intensidad Potencial de Efectos Negativos (IPEN) de variables naturales relacionadas a la biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (SS.EE), como la regulación de agua y el almacenamiento de carbono presentes en el área de estudio, de los cuales se obtendrá como resultado el Riesgo Ecológico (R.E) de cada componente natural.

Estos resultados serán parte de las propuestas definidas mediante Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ), corresponden a los lineamientos técnicos en torno al estado anhelado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Preservación, Restauración y Uso Sustentable) (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020), más adelante se trabajará en una Infraestructura Ecológica (I.E), La cual es una figura de planificación y gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020 (2)).

Se incorporarán medidas ambientales a los usos de territorio, en donde uno de los principios de los OAZ es que orientan respecto al tipo de actividad a realizarse en una zona determinada y también sobre el nivel de restricciones sobre estas (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020 (2)). Finalizando con un análisis descriptivo de la planificación territorial ecológica obtenida, los ecosistemas identificados y la integración de este instrumento en las normativas generales.

En la conclusión final se discutirán los resultados obtenidos de esta propuesta, integrando las diferentes problemáticas, es las cuales se identificará el rol del estado en la gestión histórica de las subdivisiones prediales, protección de ecosistemas vulnerables, restauración y también el déficit de instrumentos de ordenamiento territorial en áreas rurales.



III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Realizar un análisis territorial integrado y Proponer un instrumento de planificación territorial con enfoque ecológico para los sectores rurales de Chanco y Molco en la comuna de Pitrufquén, con el propósito de contribuir a la gestión de diversos fenómenos territoriales que afectan los ecosistemas naturales y suelos con alta capacidad agrícola.

2. Objetivos Específicos

- Generar un inventario territorial del área de estudio y paisaje normativo, sistematizando la información disponible.
- Analizar la relevancia ecológica, la intensidad potencial de los efectos negativos y el riesgo ecológico de cada componente obtenido.
- Proponer y definir objetivos ambientales zonificados, una infraestructura ecológica y medidas ambientales a los usos del territorio.



IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El uso de suelo se ha constituido como un proceso dinámico que incide en la configuración de las condiciones en que habita el ser humano, junto a ello, la sociedad ha utilizado los recursos naturales como base para la subsistencia y el desarrollo, Sin embargo, lo anterior ha generado un deterioro ambiental considerable. Estas configuraciones se han convertido en un importante forzante del cambio climático regional y global producto del descontrolado uso del espacio y de los recursos (Montenegro, 2010)

Esto cambios afectan fuertemente, la capacidad de los sistemas biológicos para soportar y satisfacer las necesidades humanas (Foley, Defries, Asner, Barford, & Bonan, 2005), Tales cambios incrementan, a su vez, la vulnerabilidad de ecosistemas y personas frente a desastres naturales, Sin embargo, la pérdida de biodiversidad es el impacto más evidente y directo generado por la transformación de las principales coberturas naturales. La pérdida, modificación y fragmentación de hábitats han provocado un fuerte declive de la biodiversidad a nivel mundial (Pimm & Raven 2000, Sala et al. 2000).

Según Sala et al. (2000), el cambio de uso del suelo es el factor que se espera tenga el impacto global más importante sobre la biodiversidad al año 2100, principalmente, debido a sus devastadores efectos sobre la disponibilidad de hábitat y extinción de especie. Se estima que, durante el último siglo, la mayor parte de los ecosistemas mundiales fueron afectados por el cambio de uso de la tierra (Vitousek, Mooney, Lubchenko, & Melillo, 1997). La mayoría de los impactos se han producido por la pérdida y/o transformación de ecosistemas boscosos y praderas naturales en terrenos habilitados para el desarrollo agrícola, ganadero, forestal y urbano/industrial (Sala et al. 2000).

En Chile no existe ordenamiento territorial rural, tampoco una protección real y eficiente a la biodiversidad (exceptuando las áreas de protección privada, reservas nacionales y parques nacionales), es por esto que se debe utilizar instrumentos de planificación territorial como un método de gestión y protección en zonas que están desprovistas de protección o de regulación, dado que estos pueden tener una

relevancia importante en la toma de decisiones de carácter local y en el imaginario colectivo de la sociedad.

Esta falta de regulación en el área rural, ha generado la fragmentación de espacios provistos de espacios naturales y que a la vez disminuye la provisión de servicios ecosistémicos, tales como, la regulación de agua, almacenamiento de carbono, etc. Además de lo mencionado se pueden generar conflictos con distintas creencias indígenas que ven a estos espacios naturales como una mirada de respeto y la necesidad de protección ante las distintas dinámicas que configuran los espacios rurales y sus ecosistemas.

En los últimos años se ha evidenciado un gran aumento en la movilidad y utilización del espacio rural con fines inmobiliarios o industriales en las periferias rurales de grandes urbes y en zonas con importantes atractivos turísticos como Villarrica, Pucón, Puerto Varas, etc. Este fenómeno, sin embargo, en comunas intermedias del sur de Chile es una dinámica que recién comienza a incrementarse en el territorio rural.

Estos fenómenos socio territoriales se manifiestan con la aparición de subdivisiones prediales en suelos agrícolas, lo cual ha sido ampliamente estudiado en las últimas décadas poniendo especial atención en la pérdida de suelo rural de calidad y potencialidad agrícola, como también en su extensión cuyos resultados han mantenido la temática dentro de los temas críticos y tareas pendientes en el ámbito normativo de la planificación territorial. No obstante, el fenómeno va más allá y se adentra en aspectos como los modos de vida del área rural, la necesidad de mantener una dinámica funcional con la ciudad, la sobrecarga de la vitalidad existente con el consiguiente aumento en la producción de CO₂, y la fragmentación de hábitat, entre otros.

Así mismo, estos fenómenos incentivan el crecimiento demográfico en comunas del sur de Chile, lo cual es el reflejo de una sociedad cada vez más flexible y móvil. Esto genera impactos en las áreas rurales, que aún no se dimensionan del todo, debido a las diversas aristas (económicas, sociales, culturales, políticas y administración

local, entre otras), Este crecimiento de la población en comuna rurales se manifieste principalmente por las parcelas de agrado.

A esto se suma el fuerte avance de las tecnologías, la naciente posibilidad de trabajar telemáticamente y la inflación en el sector inmobiliario de áreas urbanas. Este último punto es muy importante en la problemática, ya que el aumento del precio de viviendas provoca que la clase media (la cual no puede acceder a una vivienda social, ni tampoco a una propiedad en el área urbana debido su alto precio) solo tengan factibilidad de obtener una propiedad en un terreno agrícola por su bajo costo en relación al mercado inmobiliario urbano. Aumentando la demanda de parcelas de agrado por su valor accesible, en relación al mercado inmobiliario y a sus condiciones de amenidad, sobre todo en comunas rurales intermedias del sur de Chile, en las cuales el precio del suelo rural es menor, que en áreas con un alto valor turístico y que en las periferias de grandes ciudades.

La comuna de Pitrufquén no ha quedado fuera de estos fenómenos y ha visto como durante años la agricultura y el modelo forestal han fragmentado el territorio, y que en la actualidad la demanda de terrenos por parcelas de agrado y para uso productivo, aumentan el deterioro del hábitat de distintas especies nativas, así mismo en el área de estudio propuesta en este trabajo se catastraron las subdivisiones de terreno en el sector, comparándolas desde una imagen del año 2003 (Figura N°1) hasta el 2020 (Figura N°2).

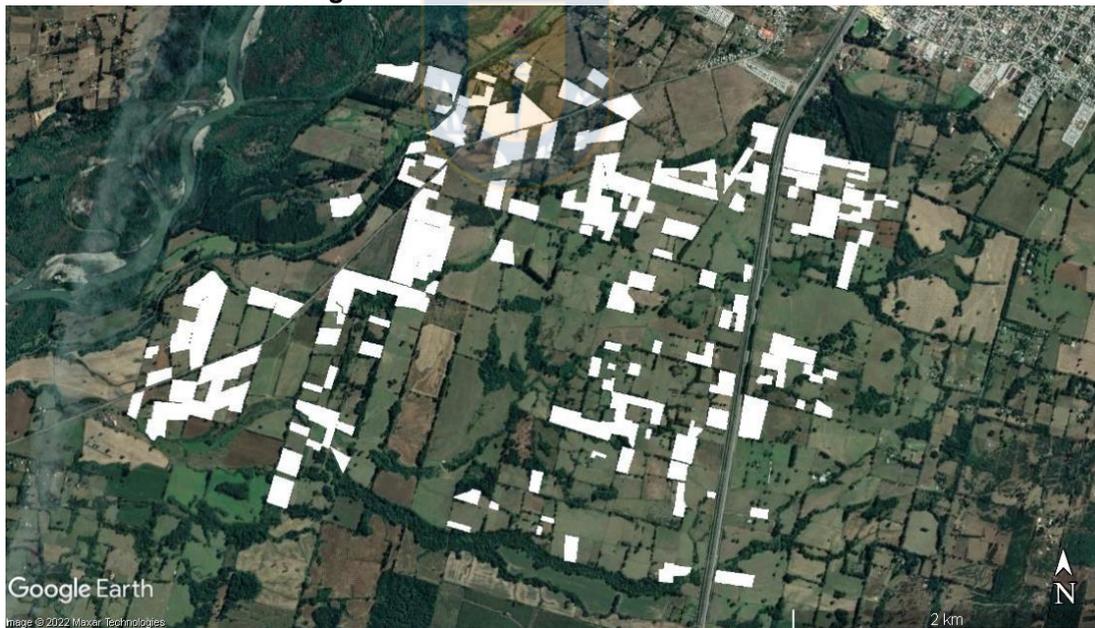
En esta comparación se puede observar cómo ha aumentado la ocupación de área de estudio por parcelas de agrado, lo cual constituye una problemática que no deja de ser indiferentes a otras zonas del país y que se transforma en una problemática a nivel nacional. Es por este motivo principalmente que urge implementar instrumentos de ordenamiento territorial o leyes para limitar el auge de las parcelas de agrado.

Figura N°1: Catastro subdivisiones año 2003



(Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por organizaciones locales y la previsualización de mapas del SII, procesados en Google Earth)

Figura N°2: Catastro subdivisiones 2022



(Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por organizaciones locales y la previsualización de mapas del SII, procesados en Google Earth)

Las imágenes reflejan un gran cambio en el espacio habitado, y que genera conflictos con las comunidades indígenas del lugar, ya que se ven afectados lugares sagrados, como por ejemplo el “Menoko”, el cual representa a los humedales tipo

huelve del sector y que por sus riquezas en especies nativa y medicinales, cumplen un rol fundamental en la cultura mapuche. Ante la falta de instrumentos de planificación territorial, se han visto varios casos en el lugar de algunos cambios de uso de suelo, que afectan directamente estos ecosistemas causando las molestias de las comunidades indígenas del sector.

Esto es sólo un ejemplo de la falta de planificación y los efectos que se han producido de carácter transversal en los distintos componentes ambientales. Por ello, la propuesta de planificación debe reflejar las oportunidades mínimas que posibiliten la consecución de una adecuada calidad de vida de la población y para las generaciones futuras, en todo el territorio, proteger, restaurar, conservar y desarrollar fundamentos para lograr estos objetivos a largo plazo.

Estos impactos demuestran que existe un descontrol en las dinámicas de usos de suelo, es por esto que se exige planificar el territorio con la finalidad de armonizar la disponibilidad de los recursos naturales, las condiciones ambientales y las características del territorio con aquellas actividades económicas y sociales que tienen efecto sobre el entorno natural, es decir, es necesaria la armonización de las demandas de uso del territorio por los diferentes actores tanto públicos como privados, en un contexto de desarrollo sustentable (Mendez, 1992).

Así mismo, aquellos enfoques tradicionales de la planificación deberían cambiar con la finalidad de dar lineamientos integrales y así terminar la sectorización de las políticas de ordenamiento territorial, que han generado en la mayoría de los casos, a la suerte de la economía capitalista, el uso y abuso de recursos no renovables sin posibilidad que las generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades (Montenegro, 2010).

En este sentido la planificación territorial debe tener un enfoque que revierta la degradación ambiental y promover el desarrollo sostenible a través de la conservación, el uso sostenible de los recursos naturales; la cooperación para la recuperación, preservación, difusión y expansión de los patrimonios culturales; la eficaz incorporación del conocimiento científico y del avance tecnológico a los

sistemas educativos de todos los niveles de enseñanza, y la lucha contra la pobreza y contra las desigualdades sociales y de género (ONU, 1992).

Un enfoque ecológico, relativo a preservar, recuperar y usar de manera sustentable la biodiversidad a nivel de ecosistemas, comunidades de especies y sus genes, así como también los beneficios derivados logrando cierta armonía con las distintas características sociales que hacen uso del territorio.

El espacio rural aparece como una agente importante a la hora de preservación de la naturaleza, debido a que todavía existen algunas características de estos espacios que comprenden un cuidado especial, sobre todo a los ecosistemas presentes en este, como, bosques nativos y humedales de diversa clase, los cuales se encuentran en estado crítico, debido a la fragmentación territorial que están sufriendo.



V. MARCO CONCEPTUAL

1. Fragmentación del hábitat

Fragmentación podría entenderse como un patrón en la configuración del paisaje (Wolff et al. 1997; Fahrig, 2003). En la misma línea, otras perspectivas la consideran directamente como un aspecto de la degradación del hábitat (Haila, 2002). Fragmentación se define como el proceso en el cual la pérdida de hábitat provoca la división de hábitats grandes y continuos, en fragmentos más pequeños y aislados unos de otros (Fig. 1) (Didham, 2010). En la misma línea, se plantea también como la transformación de una unidad originalmente continua en dos o más fragmentos aislados por una matriz de composición y estructura diferente (Fahrig, 2003).

La pérdida de biodiversidad se ha incrementado globalmente durante los últimos 20 años, debido principalmente a las presiones antropogénicas, como la deforestación, la fragmentación, los incendios, la sobreexplotación de recursos y el cambio climático, entre otras (Laurance et al., 2012). Este fenómeno ha llevado, a su vez, a la disminución de servicios ecosistémicos indispensables para el sostenimiento y el bienestar de la humanidad (Cardinale et al., 2012).

En el marco de este estudio el cambio de uso de suelo (Transformación de cultivos, deforestación, reforestación urbanización, obras públicas, etc.) es el principal impulsor de la pérdida de hábitat y fragmentación (Sala et al. 2000), en este sentido las unidades de regresión se configuran bajo la forma de fragmentos cada vez más pequeños, inconexos y permeables a las agresiones de los ambientes periféricos.

En este contexto a medida que se extiende un determinado uso de territorio amenaza directa e indirectamente a muchas especies que comprenden un determinado territorio, Estas se encuentran en un estado vulnerable debido a que disminuye su población, son más propensos a la sobreexplotación y efectos de bordes (Gascon, Williamson , & Da Fonseca , 2000), y también su capacidad de adaptación a cambio ambiental es menor (Travis, 2013). Esta pérdida puede ser

irreversible si desaparecen aquellos sectores que actúan como fuentes de individuos de las especies ligadas a los hábitats en regresión.

Con la fragmentación y destrucción de un hábitat se produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje que puede definirse adecuadamente mediante las tendencias de cuatro variables paisajísticas que cambian simultáneamente y que tienen, en conjunto, una incidencia perniciosa sobre la supervivencia de las especies afectadas (Saunders, Hobbs, & Margules, 1991).

Una pérdida regional en la cantidad de hábitat, con la consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados. Como consecuencia, disminuye la densidad regional de las especies (número de individuos por unidad de superficie en toda la región considerada).

- Una disminución del tamaño medio y un aumento del número de los fragmentos de hábitat resultantes. Esta tendencia reduce progresivamente el tamaño de las poblaciones mantenidas por cada uno de los fragmentos, aumentando la permeabilidad de los fragmentos a los efectos, frecuentemente perniciosos, de los hábitats periféricos
- Un aumento de la distancia entre fragmentos, con la consiguiente dificultad para el intercambio de individuos entre las poblaciones aisladas, así como para reponerse, por recolonización, de una eventual extinción.
- Se produce un aumento de la relación perímetro/superficie y, por consiguiente, una mayor exposición del hábitat fragmentado a múltiples interferencias procedentes de los hábitats periféricos, conocidos genéricamente como “matriz de hábitat”. Se da así un creciente efecto de borde que origina un deterioro de la calidad del hábitat en regresión, afectando a la supervivencia de las poblaciones acantonadas en los fragmentos.

La reducción en el tamaño de los fragmentos, y el resto de los patrones paisajísticos resultantes, también se asocia a una progresiva desaparición de las especies allí

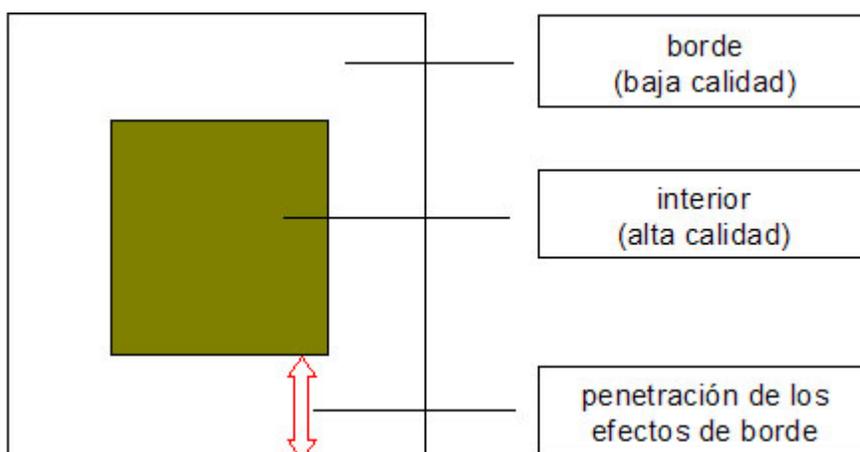
arrinconadas. Esta reducción una característica de gran importancia conservacionista: se trata de una pérdida ordenada y en secuencia. Solo unas pocas especies, las más resistentes, logran mantenerse a lo largo de todo el proceso de fragmentación mientras que las más sensibles solo aparecen en los fragmentos mayores

A modo de ejemplo, puede decirse que 100 fragmentos de 1 ha no reunirán nunca a todas las especies presentes en un fragmento de 100 ha, sino que solo albergarán réplicas de una limitada combinación de especies capaces de sobrevivir en un contexto de fragmentación extrema.

Los efectos de borde también se manifiestan en un aumento de la tasa de mortalidad de árboles en las orillas del fragmento que tiende a disminuir el potencial regenerativo de los árboles y el tamaño poblacional de las especies y a aumentar la abundancia de lianas (Lovejoy et al.1986).

La disminución del tamaño de los fragmentos se asocia a un incremento inevitable de la relación perímetro/superficie regida por reglas de geometría básica. Se crea así en todos los fragmentos una banda perimetral de hábitat con condiciones adversas para muchas de las especies allí acantonadas; es decir, se produce una zonificación en un hábitat de borde (de baja calidad) y un hábitat de interior (de alta calidad) (Figura N°3), en un hábitat de borde (de baja calidad) y un hábitat de interior (de alta calidad). La pérdida de calidad se debe a la incidencia de múltiples factores físicos y bióticos que proceden de la matriz de hábitat, por lo que es fácil de comprender que la matriz y los efectos de borde crecen simultáneamente en todos los procesos de fragmentación, con graves consecuencias para la supervivencia de las poblaciones afectadas (Fletcher, 2005).

Figura N°3: Esquema Efecto borde.



(Fuente: Obtenido de (Santos & Tellería, 2006))

La pérdida de calidad se debe a la incidencia de múltiples factores físicos y bióticos que proceden de la matriz de hábitat. Dentro de los procesos físicos, se destacan estos efectos son tanto mayores cuanto mayor sea el contraste entre la matriz de hábitat y el hábitat fragmentado. Así, por ejemplo, las matrices agrícolas alteran drásticamente las condiciones microclimáticas de los fragmentos forestales a los que rodean: aumento de la insolación, intensidad lumínica, evaporación y consiguientemente de la sequedad del suelo, de la exposición al viento y a muy diversos agentes contaminantes que llegan por el suelo o el aire (Saunders, Hobbs, & Margules, 1991).

El incremento del borde asociado a la geometría de los paisajes fragmentados favorece la invasión de los fragmentos por muchas especies generalistas propias de las matrices de hábitat, o bien de sectores del propio hábitat sometidos a algún tipo de perturbación natural. Estos procesos invasivos afectarán tanto a la supervivencia de las especies directamente afectadas (a través de interacciones tales como la depredación y la herbivoría, la competencia por diversos recursos, etc.) como a sus potenciales funciones ecosistémicas (polinización, dispersión de semillas, etc.), generando cadenas de extinciones locales (Aizen & Feisinger, 1994). Un caso típico de efecto biótico directo o primario, es el incremento de la

depredación en los bordes de los fragmentos forestales debido a un aumento de los depredadores generalistas (córvidos, roedores, algunas especies de serpientes, etc.) (Chalfount, Thompson III, & Ratnaswamy, 2002) propiciado por los recursos generados en la matriz de hábitat. De hecho, desde que Wilcove (1985) apuntara la existencia de altas tasas de extinción local en muchos pájaros migradores por la elevada presión de depredación de sus nidos en los bosques fragmentados de Norteamérica, no han dejado de acumularse evidencias en este sentido.

En este sentido preservar y restaurar la conectividad de ecosistemas vulnerables es, por lo tanto, cada vez más reconocido como un objetivo clave para la planificación territorial ecológica. Una planificación ecológica nos puede normalizar la protección de diversos ecosistemas y generar políticas de restauración que cumpla una función de mitigar los impactos de la conectividad perdidas por la fragmentación, debido a la deforestación, con el co-beneficio de preservación de la mayor cantidad de biodiversidad.

2. Servicios Ecosistémicos

Este término a tenido una preponderancia importante en la actualidad en la toma de decisiones que involucren a los ecosistemas naturales, una de las primeras definiciones de servicios ecosistémicos fue la formulada por Costanza y otros (1997), quienes afirman que los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que obtienen las poblaciones humanas de las funciones del ecosistema. Entre las definiciones que se cita con más frecuencia está la de la iniciativa Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, principal referente sobre el tema impulsado por la ONU, que los establece como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (MEA, 2005).

En la actualidad no existe un consenso mundial sobre su definición, en su revisión sobre el marco conceptual y la respectiva clasificación de los servicios ecosistémicos, Camacho & Ruiz (2012) recopilan un listado de definiciones ordenadas conforme fueron propuestas por sus respectivos autores y que son

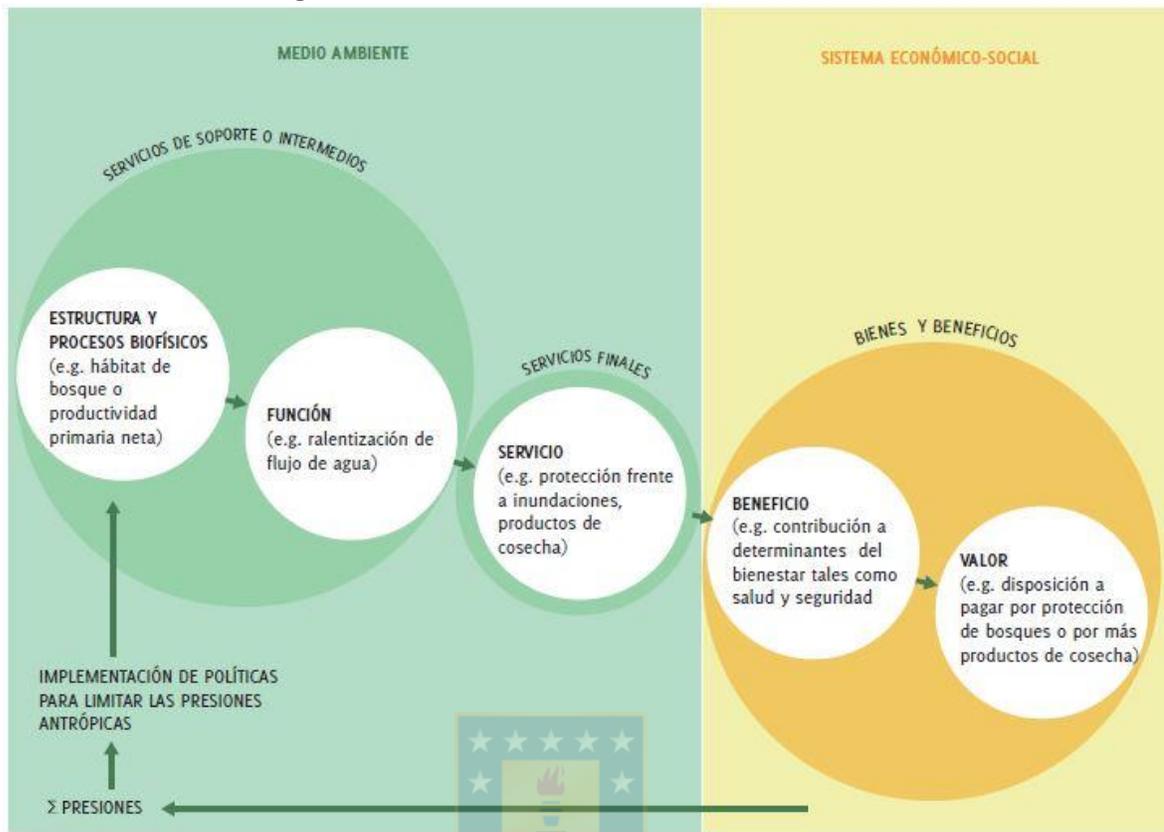
importantes de destacar en esta discusión. En este sentido, los servicios ecosistémicos son definidos por diferentes autores de la siguiente manera:

- Las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que lo constituyen, sustentan y satisfacen a la vida humana (Daily, 1997).
- Los bienes (como alimentos) y servicios (como asimilación de residuos) de los ecosistemas, que representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas (Costanza & otros, 1997).
- Funciones del ecosistema: capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente (De Groot & otros, 2002).
- Aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro (Environmental Protección Agency, 2004).
- Son componentes de la naturaleza, disfrutados, consumidos o directamente usados para producir bienestar humano (Boyd & Banzhaf, 2007).
- Son los aspectos de los ecosistemas utilizados (activa o pasivamente) para producir bienestar humano (Fisher, Turner, & Morling, 2009).

En general, todas estas definiciones coinciden con la idea general sobre la enorme contribución de los ecosistemas en el bienestar humano.

Uno de los marcos conceptuales para comprender los servicios ecosistémicos es el “modelo de cascada de servicios ecosistémicos” (ver Figura N°4). En el modelo, los servicios ecosistémicos derivan de las funciones de los ecosistemas, y estas funciones, de la estructura biofísica de los ecosistemas (Potschin y Haines-Young, 2011), es decir, para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos, se necesita proteger los ecosistemas y la biodiversidad que los sustentan (MMA, s.f.-c).

Figura N°4: Cascada de los Servicios Ecosistémico



(Fuente: Obtenido de (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020))

Como se muestra en el diagrama, este modelo de cascada identifico cinco componentes que se definen a continuación según Postchin, Haines-Young, Fish, & Turner (2016).

- a) Estructura biofísica: Corresponde a la arquitectura de un ecosistema y resulta de la interacción entre el medio físico, abiótico y los organismos o comunidades bióticas.
- b) Funciones del ecosistema: Corresponden al subconjunto de interacciones entre las estructuras biofísicas y los procesos del ecosistema que sustentan su capacidad de proveer servicios ecosistémicos
- c) Servicios ecosistémicos: Son las contribuciones al bienestar humano que derivan de la estructura y función del ecosistema en combinación con otros insumos.

- d) Beneficios: Son los productos directos e indirectos de los ecosistemas, que ya no están conectados funcionalmente a los sistemas que le dan origen y que se pueden valorar en términos ecológicos, económicos y socioculturales.
- e) Valor: Corresponde a la utilidad o la importancia de algo. Puede medirse por el tamaño de la mejora del bienestar que otorga a los seres humanos.

Este marco conceptual explica de manera grafica la definición y el funcionamiento de los servicios ecosistémicos, sin embargo, un aspecto importante de este término, corresponde a su clasificación. La tabla N°1 presenta los tres niveles de clasificación sugeridos por la Agencia Ambiental Europea denominada “Clasificación común internacional de Servicios Ecosistémicos (Postchin, Haines-Young, Fish, & Turner, 2016), o CICES en sus siglas en inglés que, como lo explicita su título, corresponde a un esfuerzo internacional para acordar una clasificación común de SS.EE. La clasificación general de todos los SSEE de CICES se puede observar en el Anexo N°2.



Tabla N°1: Clasificación común internacional de Servicios Ecosistémicos.

Sección	División	Grupo
Provisión	Nutrición	Biomasa
		Agua
	Materiales	Biomasa, fibra
		Agua
Energía	Fuentes de energía de biomasa Energía mecánica	
Regulación y Mantenimiento	Mediación de residuos, sustancias tóxicas y otras molestias	Mediación vía biota
		Mediación vía ecosistemas
	Mediación de flujos	Flujos de masa
		Flujos líquidos
		Flujos gaseosos/aire
	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas, biológicas	Mantenimiento de ciclo de vida, habitat y protección de material genético
		Control de plagas y enfermedades
		Composición y formación del suelo
		Condiciones del agua
		Regulación del clima y la composición atmosférica
Cultural	Interacciones físicas e intelectuales con los ecosistemas y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Interacciones físicas y experienciales
		Interacciones intelectuales y de representación
	Interacciones de tipo espiritual, simbólica y otras con los ecosistemas y y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Espiritual o emblemáticos
		Otros productos culturales

(Fuente: Postchin, Haines-Young, Fish, & Turner, 2016)

3. Subdivisión Predial

Las nuevas movilizaciones rurales, son un fenómeno socio territorial que aumenta la transformación del espacio rural, esto se manifiesta en el espacio físico a través de la subdivisión del suelo agrícola, a modo de contexto, según (Zerán, 2019) en Chile, la extensión de las ciudades a territorio rural tiene su origen en el año 1980, con la promulgación del DL N.º 3.516 del Ministerio de Agricultura, en el cual se establecen normas de subdivisión para predios rústicos, indicando que los propietarios podrán dividir en lotes no inferiores a 0,5 hectáreas físicas, reduciendo considerablemente la norma anterior, que fijaba la subdivisión mínima en 8 hectáreas. El decreto establece que se debe conservar su aptitud agrícola, ganadera o forestal, en los términos que establecen los artículos 55 y 56 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, de lo contrario considera severas sanciones al cambio de destino de los predios:

“Quiénes infringieren lo dispuesto en el presente decreto ley, aun bajo la forma de comunidades, condominios, arrendamientos o cualquier otro cuyo resultado sea la destinación a fines urbanos o habitacionales de los predios señalados en el artículo primero, serán sancionados con una multa a beneficio fiscal, equivalente al 200% del avalúo del predio dividido, vigente al momento de pagarse la multa. Las multas serán aplicables de acuerdo con las normas del Capítulo IV del Título I de la Ley General de Urbanismo y Construcciones”. (MINAGRI, 1980)

El objetivo de esta ley era beneficiar a los asignatarios de la reforma agraria, permitiendo que se reservaran 0,5 hectáreas de terreno de manera de conservar una vivienda y desarrollar algún tipo de agricultura de consumo personal, evitando la venta de tierras asignadas y la migración hacia las ciudades por falta de fuentes laborales. Cabe señalar que lo anterior resulta impracticable en la realidad, ya que lo reducido de la superficie impide una explotación agrícola rentable (Naranjo, 2009). Desde su promulgación, este decreto ha sido utilizado con un fin distinto al original, lo cual ha permitido la subdivisión indiscriminada de grandes superficies de tierra agrícola, ganadera y forestal, en loteos que se conocen como “parcelas de agrado”, permitiendo construcciones residenciales de hasta dos viviendas en los lotes resultantes de 0,5 hectáreas, sin exigencias de urbanización. Si bien esta

práctica ha sido duramente criticada, la fiscalización por parte del Estado ha sido nula en su tarea de exigir el cumplimiento de la norma (Zerán, 2019).

Según el manual Operativo de levantamientos censal (INE, 2015), define la parcela de agrado como un asentamiento humano, concentrado o disperso. Con una o más propiedades, con nombre propio común a todas ellas, que generalmente se deriva del nombre del predio que las originó. Independiente al nombre que sume la entidad, cada parcela puede tener un nombre en particular. La parcela de agrado, por su dimensión no constituye una explotación agrícola, aun cuando existan cultivos al interior de ella; se diferencia de la parcela (P-H) por el tipo de edificación moderna de la vivienda, correspondiente a un nivel socio-económico medio – alto y alto, generalmente se localizan en las cercanías a centros urbanos de importancia.

La planificación urbana y rural es insuficiente. La incontrolable creación de más y más parques residenciales afecta no solo el funcionamiento de las comunidades locales, sino que aún más a la ecología y el medio ambiente de estas regiones. No está previsto tampoco un ordenamiento del espacio habitado a futuro, ni se promueve la planificación estratégica. El cambio del uso del suelo y el consumo de tierras junto con las desintegradas y poco armoniosas estructuras urbanas deben ser consideradas como una problemática a largo plazo. Escasos son los esfuerzos de las áreas estudiadas por crear viviendas sociales integradas a los desarrollos residenciales de parcelas de agrado, para no perturbar el deseo de exclusividad de los nuevos migrantes, sin embargo, estos inmigrantes están dispuestos a integrarse a las comunidades locales, pero a la larga los conflictos entre locales y los emigrantes pueden emerger, por la diversidad de intereses. Los altos costos de la infraestructura urbana resultan en una urbanización dispersa en vez de condensada. (Hidalgo, Borsdorf, & Plaza, 2009)

4. Planificación ecológica

Entendemos por planificación territorial las actividades, realizadas por cualquier agente público o privado, para establecer políticas que deben ser seguidas por la población y otros agentes económicos en cuanto al uso de los recursos naturales,

la protección del medio ambiente y la asignación de las diferentes actividades (Bosque & García, 2000).

Desde un punto de vista geográfico, el que nos interesa en este trabajo, la planificación territorial supone, principalmente, el establecimiento de los usos más apropiados para cada porción del territorio. La decisión sobre cuáles son estos usos depende, entre otros factores, de razones y criterios derivados de la conservación del ambiente natural y debe tener en cuenta tanto la vocación "intrínseca" de cada punto del territorio, determinada por su aptitud para cada uso o actividad, como el impacto potencial que tendrá sobre el medio ambiente la realización de una determinada actividad en ese punto del territorio (Bosque & García, 2000)

Desde el punto de vista ambiental, uno de los más importantes significados consiste en reconocer la existencia de diversos modelos de organización de los sistemas naturales, regulados por principios y mecanismos biofísicos y que encuentran su expresión en los principales sistemas y paisajes naturales, tales como montañas, cuencas o bordes costeros. Cada una de estas porciones de territorio desencadenan continuos procesos para mantener su equilibrio metaestable, en especial a través de los flujos de energía, materia e información. Los sistemas territoriales están ordenados naturalmente y es tarea de la sociedad cuidar que sus perturbaciones no alteren irreversiblemente los mecanismos de tolerancia a los cambios que impidan su regeneración permanente y el mantenimiento de la calidad y cantidad de los recursos naturales y servicios ambientales que ofertan (Romero Aravena, Ordenes, & Vázquez Fuentes, 2004)

En Chile, el uso del territorio rural con fines urbanos, la generación de residuos, la sobreexplotación de recursos hídricos, el afán desmedido de lucro y los innumerables mecanismos de subdivisión rural, provocan fuerte tensión en los espacios rurales. La carencia de una ley rural de suelos y de ordenamiento territorial rural en nuestro país, significan una pérdida sostenida del recurso suelo y consecuentemente de los demás recursos naturales, fragmentación del área rural. (Romero Aravena, Ordenes, & Vázquez Fuentes, 2004)

Existen distintos enfoques de planificación territorial, uno de los más actuales es la planificación ecológica, esta es un instrumento de gestión ambiental, de carácter indicativo, que expresa espacialmente las políticas, estrategias y programas del Ministerio del Medio Ambiente relativos a preservar, recuperar y usar de manera sustentable la biodiversidad a nivel de ecosistemas, comunidades de especies y sus genes, así como también los beneficios derivados. La planificación ecológica puede realizarse a diferentes escalas, las que deben ser coherentes entre sí, tal que la planificación ecológica a escala local define en mayor detalle los contenidos de la planificación ecológica regional. (MMA - ONU Medio Ambiente, 2020)

Este concepto de planificación ecológica en Chile, se ha desarrollado fuertemente influenciada por el instrumento alemán planificación del paisaje y para evitar confusiones con el término paisajismo, se optó por el término planificación ecológica (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). planificación se remonta al siglo XVIII (von Haaren y Vollheyde, 2019) y se introdujo normativamente en la Ley Federal de Protección de la Naturaleza en 1976 como instrumento de planificación que concretase los fines de protección, restauración y desarrollo de la naturaleza dictados en la ley. En su elaboración se definen objetivos, requisitos y medidas para diferentes entes a cargo de la conservación de la naturaleza, de la ordenación del territorio y municipios (Für Naturschutz, 2008).

Esta planificación territorial ecológica responde a la demanda, por parte de los municipios, de herramientas e instrumentos que les permitan orientar su trabajo y focalizar los esfuerzos de la gestión ambiental en su territorio rural, para evitar y mitigar una serie de problemas ambientales recurrentes, como, por ejemplo, la pérdida o degradación de humedales; la expansión urbana sobre áreas de alto valor ecológico; o evitar la fragmentación del hábitat propiciando una conectividad del paisaje, que permita el desplazamiento de flora y fauna nativa de los territorios comunales; o para abordar mejor la evaluación de proyectos de inversión dentro de sus comunas que ingresan al SEIA. (Vásquez, 2021)

5. Desarrollo Sustentable

La CMMAD (1983), definió el desarrollo sustentable como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. En Chile se utiliza la palabra «sustentable» como un anglicismo de la palabra «sustainable», referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. Por esta razón, también muchos autores y publicaciones extranjeras hablan de «sostenible».

Dentro de los conceptos del ámbito rural nos encontramos que la FAO (1992), describe que el desarrollo agropecuario y rural sustentable es la administración y conservación de la base de recursos naturales y la orientación de los cambios tecnológicos e institucionales de tal forma que aseguren el logro y la satisfacción permanentes de las necesidades humanas para el presente y las futuras generaciones. Dicho desarrollo sustentable (en los sectores agropecuario, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua, los recursos genéticos de los reinos animal y vegetal, no degrada el medio ambiente, es tecnológicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

Los territorios rurales de Chile poseen un patrimonio natural abundante y diverso sustentado en su biodiversidad, sus espacios naturales, sus formaciones geológicas y geomorfológicas, sus áreas protegidas y los servicios ecosistémicos que ellos proveen. El panorama actual de cambio climático y acción antrópica pone en riesgo la pérdida y degradación de ecosistemas terrestres, acuáticos continentales, marinos y meteorológicos extremos en estos sectores. En el marco del paradigma que esta Política impulsa, se considera la sustentabilidad medioambiental como un factor constitutivo indisoluble del bienestar de la sociedad y del desarrollo rural, reconociendo y valorando la calidad y el potencial de los activos naturales y los ecosistemas, promoviendo su resguardo y gestión dentro de los límites de su funcionamiento (Romero Aravena, Ordenes, & Vázquez Fuentes, 2004)

En este mismo sentido Valenciano (2006), plantea un desarrollo rural con enfoque local, este es el proceso de organización del futuro de un territorio, y es el resultado del esfuerzo de planificación y concertación emprendido por el conjunto de actores locales, con el fin de valorizar recursos humanos y materiales de un territorio dado, manteniendo una negociación o diálogo con los centros de decisión económicos, sociales y políticos en donde se integran y de los que dependen.

De ello dan cuenta, la falta de proyectos de ley sobre el tema, la prescindencia de los criterios técnicos en la toma de decisiones referidas al suelo, la permanencia de una fuerte especulación sobre el suelo rural y, sobre todo el alarmante silencio gubernamental y de la ciudadanía en general, acerca de una protección real y efectiva a los suelos rurales en Chile.

El MMA - ONU Medio Ambiente (2020) en su Guía de Planificación Ecológica plantean que el concepto Uso Sustentable, puede sustituir el término Desarrollo, para a serlo más coherente con la normativa vigente, y para evitar confusiones concepto tales que lo asocien con el desarrollo de actividades productivas, tales como el desarrollo inmobiliario y desarrollo industrial, entre otros.

En este sentido, en esta investigación se entenderá el desarrollo como uso sustentable, debido a las normativas de planificación territorial existentes en Chile, y también de alguna manera se encuentra relacionado con el desarrollo sustentable que plantean los autores revisados anteriormente.

Sin duda alguna, el enfoque de un uso sustentable del medio rural, marca ciertas pautas de “desarrollo rural” en el futuro, debido a que el espacio rural como tal, se encuentra en un periodo de crisis, el cual debe ser abordado de una manera sustentable con el medio ambiente, considerando que los espacios rurales se encuentran una parte importante de los ecosistemas naturales, que deben ser manejados ante diferentes problemáticas con el enfoque de uso sustentable del territorio.

VI. METODOLOGÍA

La metodología planteada para el desarrollo del presente estudio se concentra en un método principal con la finalidad de dar lineamientos integrales a los resultados esperados. Este método consiste en la propuesta del ministerio de Medio Ambiente y la ONU medio ambiente (2020) sobre una planificación ecológica a escala local y regional, en la cual este trabajo se enfocará en una planificación ecológica de escala local de 1:25000. Sin embargo, este método a lo largo del estudio tendrá ciertas modificaciones con el fin de abordar otras problemáticas que no incorpora la idea general de la metodología principal.

La planificación ecológica a escala local es un instrumento de carácter indicativo y sectorial, que expresa espacialmente la mirada de la autoridad ambiental en el territorio. Es indicativa porque establece orientaciones no obligatorias a las actividades humanas relativas a la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Sin embargo, estas indicaciones pueden llegar a ser obligatorias si son consideradas e incorporadas en instrumentos de planificación territorial y otros de carácter normativo. Es decir, los contenidos de la planificación ecológica pueden volverse normativos a través de otros instrumentos que los recojan y que tengan ese carácter (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020 (2))

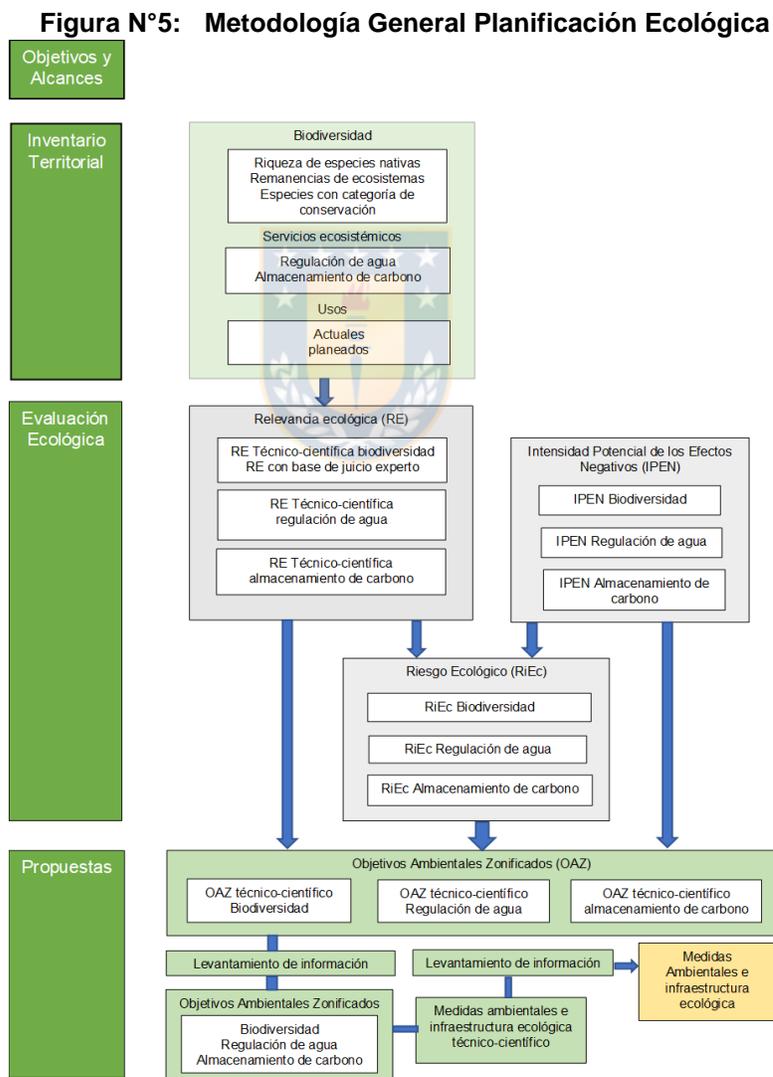
Este proceso de planificación, también pone en valor el conocimiento sobre la biodiversidad que reside en diversos actores locales: organizaciones de la sociedad civil, grupos ambientalistas, servicios públicos, propietarios, entre otros. estos actores poseen un alto nivel de conocimiento sobre las áreas de valor para la biodiversidad, sus amenazas y desafíos en la gestión.

Según (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020), la planificación ecológica local entrega información a escala 1:25.000 sobre:

- La identificación de áreas de relevancia ecológica para la biodiversidad y servicios ecosistémicos
- Los usos de suelo actuales y planeados del territorio

- La estimación de la intensidad potencial de los efectos negativos de los usos actuales del territorio
- Los objetivos ambientales zonificados de preservación, restauración y uso sustentable
- La infraestructura ecológica local
- Las medidas ambientales a los usos del territorio

Esta metodología a escala local cuenta con 4 etapas claves que se representadas en la figura N°3.



(Fuente:(MMA-ONU Medio Ambiente, 2020))

1. Objetivos y Alcances

Esta etapa consistió en definir el área de estudio de la planificación, la escala de trabajo, los objetivos de la planificación ecológica y el análisis del paisaje normativo.

1.1 Área de Estudio

El criterio que se utilizó en este estudio es básicamente de carácter técnico y político, ya que a través de datos proporcionados por Instituto Nacional de Estadística (INE, 2017), se logró obtener con ayuda de Sistemas de Información Geográfica (SIG), datos sobre los límites de los 2 sectores rurales de estudio con su respectiva población e información sobre viviendas. Estos sectores cuentan con características comunes entre sí, como, por ejemplo, vías de acceso adecuadas, alto crecimiento demográfico y están colindantes con la trama urbana de la comuna de Pitrufquén. Cabe destacar que al ser una planificación ecológica local la escala ideal de trabajo es de 1:25000.

Se realizó una recolección de datos sobre las parcelas de agrado y otras subdivisiones prediales en el área, con el objetivo de manera de georreferenciar y analizar las dinámicas de desarrollo rural y transformaciones sociodemográficas de Pitrufquén desde el año 2003 en adelante. Esto se realizará con datos obtenidos de comités de Agua Potable Rural (APR) y comunidades indígenas del sector, los resultados están en la Figura N°1 y Figura N°2 de la problemática de estudio.

1.2 Definición de Objetos y Metas

La definición de objetivos y metas es un paso fundamental para cualquier planificación, pues permite orientar fuertemente el desarrollo de todo el proceso hacia un fin claramente establecido. Los objetivos y metas deben ser coherentes con las potencialidades y tensiones del territorio relativas a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

En general, en este proceso se utilizará la problemática general de este estudio y las problemáticas que se logren obtener mediante prácticas de participación ciudadana, como entrevistas, cuestionarios, cartografía social, etc.

1.3 Paisaje Normativo

El análisis del paisaje normativo es un insumo importante para la planificación ecológica y consiste en la identificación de los instrumentos indicativos y, sobre todo, normativos que operan en el área a planificar, sus contenidos (qué dicen), los organismos competentes en su elaboración y ejecución, y su alcance (qué norman). El objetivo de esta etapa es visualizar de manera inicial y general los instrumentos que operan en un determinado territorio y cómo éstos pueden influir sobre el proceso de planificación ecológica y el potencial de sus resultados para integrarse en el paisaje normativo actual. De acuerdo con Prech et al. (2016), los instrumentos normativos son aquellos “cuyas disposiciones son vinculantes para toda persona que quiera realizar una obra, proyecto o actividad en el área regulada” y los instrumentos indicativos aquellos que “fijan lineamientos a seguir por la planificación” (Prech et al., 2016).

Se realizó una revisión de los instrumentos aplicables al área de la planificación. Para ese levantamiento de información se consideran instrumentos sectoriales, instrumentos de ordenamiento territorial e instrumentos de planificación territorial. Una vez identificados los instrumentos, se organizó la información describiendo los competentes en su elaboración y ejecución, y los alcances y objetivos de los instrumentos relacionados con la planificación ecológica. Toda esta información es resumida en una tabla con el fin de ordenar y agrupar toda la información recolectada.

2. Inventario Territorial

El Inventario Territorial es la recopilación y sistematización de la información cartográfica existente para la construcción de la base de datos necesaria en el desarrollo de las etapas posteriores de la planificación ecológica. En este sentido, el Inventario Territorial debe estar fuertemente orientado por los objetivos definidos en la Etapa 1 y, por lo tanto, es funcional para los análisis posteriores de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos definidos como prioritarios. Así, es recomendable recopilar sólo la información que tenga una relación directa con los

objetivos de la planificación ecológica. De acuerdo con esto, el Inventario Territorial puede ser definido como la compilación selectiva de información útil para los fines específicos de un ejercicio de planificación ecológica particular (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002).

1.1 Base de Datos

La información del Inventario Territorial se organizó de manera sistemática para construir la base de datos de la planificación ecológica. Esta base de datos se organiza temáticamente. Por una parte, la base de información territorial social (Tabla N°2), en la que se sistematiza toda la información sobre cómo los seres humanos gestionan y utilizan el territorio (división política administrativa, equipamiento, infraestructura, instrumentos de planificación territorial, entre otros). Por otra parte, la base de información biofísica (Tabla N°3) del territorio incluye la información sobre hidrología, topografía, ecosistemas y especies, entre otros.

Existen diferentes fuentes de información que pueden ser consultadas en sitios web y portales de descarga de datos espaciales y alfanuméricos. Estas fuentes de información están distribuidas entre instituciones públicas, artículos científicos y centros de investigación. Los formatos más comunes de los archivos espaciales son shapefile (SHP) o kmz, a continuación, se adjunta la información en formato SHP del inventario territorial recolectado.

Tabla N°2: Fuente de información territorial social

Información territorial social	Fuentes
División política administrativa a escala comunal, provincial, regional y nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), Ministerio de Bienes Nacionales • Cobertura y uso de tierra • Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra (en adelante Catastro de Bosque Nativo), Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Zonificación de Planes Reguladores Comunal e intercomunal	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

Infraestructura de energía y electricidad	<ul style="list-style-type: none"> Portal Comisión Nacional de Energía (CNE), Ministerio de Energía
Infraestructuras de transporte y vialidad	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE)
Actividad de industria forestal	<ul style="list-style-type: none"> Biblioteca Digital INFOR, Instituto Forestal
Agua Potable Rural	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de Agua Potable Rural en Chile, Datos.gov, Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP)

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla N°3: Fuente de información territorial biofísica

Información territorial biofísica	Fuentes posibles
Imágenes satelitales	<ul style="list-style-type: none"> Earth Explorer, U.S Geological Survey (USGS)
Topografía	<ul style="list-style-type: none"> Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM), Farr et al. (2007), NASA
Cursos y cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)
Red Hidrográfica, cuencas y glaciares	<ul style="list-style-type: none"> Mapoteca digital Dirección General de Aguas (DGA)
Coberturas naturales, ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> Catastro de Bosque Nativo, Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Áreas quemadas y focos de incendios	<ul style="list-style-type: none"> Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Pisos Vegetacionales	<ul style="list-style-type: none"> Luebert y Pliscoff (2018), Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) Ministerio de Bienes Nacionales
Vegas y humedales	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), SINIA, Ministerio del Medio Ambiente (MMA) Inventario Nacional de Humedales, Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
Especies nativas	<ul style="list-style-type: none"> Inventario Nacional de Especies de Chile (MMA) Base de datos del MMA en el GBIF

(Fuente: Elaboración Propia)

1.2 Protocolo de Estandarización de la Información Cartográfica

Para crear el Inventario Territorial, toda la información seleccionada fue estandarizada respecto al sistema de coordenadas UTM WGS 19s, la escala 1:25000, la unidad mínima cartografiable y la resolución espacial. Este procedimiento se realizó independiente de su formato, que puede ser de tipo vectorial (puntos, líneas, polígonos) o ráster. Toda la información será procesada por Sistemas de Información Geográfica (SIG) y así obtener los resultados con los que se trabajará en los siguientes pasos.

3. Carta de Usos Actuales

Esta carta muestra los usos y coberturas de suelo existentes en el área planificada. Para su elaboración se realizó una fotointerpretación y clasificación de usos de suelo, seleccionando tipologías adecuadas para la escala correspondiente.

La fotointerpretación se realizó sobre un mosaico georreferenciado de imágenes satelitales. Para esto se utilizaron las imágenes Sentinel 2 debido a que actualmente son el set de imágenes satelitales gratuitas con mejor resolución espacial, posteriormente a esto se clasificó según las distintas tipologías.

En el caso de los cuerpos de agua con formato línea (ej: canales y quebradas), se aplicó un buffer de 25 m, ya que corresponde al rango máximo de zonas de protección, de exclusión, de intervención y de manejo limitado según el Reglamento de suelos, aguas y humedales del Ministerio de Agricultura (Decreto 82, 2011).

A continuación, se orienta sobre las tipologías de uso de suelo a escala local que se utilizaron en la cartografía:

- Áreas de pastoreo intensivo
- Cultivos anuales
- Plantaciones forestales
- Bosque renoval nativo
- Parcela de agrado/otros asentamientos
- Línea de alta tensión
- Industrial
- Red vial

- Línea férrea
- Humedales y vegas
- Río y estero
- Canal y acueducto

4. Carta de Usos Planeados

La carta de usos planeados representa los usos del suelo proyectados sobre el área a planificar. Esta información puede complementar a los usos y coberturas actuales, entregando indicios sobre cuáles son los potenciales cambios en los usos y coberturas de suelo actuales, lo que puede permitir tomar medidas acordes a dichos posibles cambios.

Para generar esta carta se debe realizar una revisión a los instrumentos de planificación territorial identificados en el paisaje normativo. En esos casos, y solo con fines de representar la información en una cartografía, se estandarizaron las diferentes tipologías presentes con el fin de generar solo una cartografía.

5. Inventario General

Se realizó a través de la información proporcionada por la base de datos obtenida en este trabajo, el cual nos entrega información esencial para la toma de decisiones y caracterización del área de estudio planificada. Se obtuvo información con revisión bibliográfica y datos procesados por SIG, las variables por las cuales se trabaja son:

- Clima
- Geomorfología
- Hidrología
- Capacidad de uso de suelo Agrícola

6. Biodiversidad

1.1 Remanencia Ecosistemas

La Remanencia de ecosistemas es la proporción de la superficie de ecosistemas remanentes respecto a su extensión histórica potencial. A mayor concentración de áreas remanentes, mayor es el nivel de Relevancia Ecológica según este indicador.

La Remanencia de ecosistemas se obtiene a partir del cociente entre la extensión de las áreas con vegetación nativa y la extensión geográfica potencial de los Pisos Vegetacionales (Luebert y Pliscoff, 2018).

$$R = VN/PV$$

Donde, R es la Remanencia de ecosistemas, VN corresponde a la superficie de áreas con vegetación nativa en el área a planificar y PV se refiere a la extensión de los Pisos Vegetacionales en el área a planificar.

La extensión de las áreas con vegetación nativa se estimó mediante base de datos existentes, se utilizará el catastro de bosque nativo de la región de la Araucanía, proporcionado por CONAF (2013), esta información no está disponible a la escala adecuada para este trabajo, por lo que se actualizó realizando levantamiento de información en terreno (GPS y fotografía), para obtener con más detalle las cualidades del territorio, lo cual se incorporará en la carta de uso actuales.

1.2 Riqueza de Especies Nativas

La Riqueza de especies nativas es el número de especies nativas de animales y plantas que real o potencialmente habitan un área. En simple, corresponde al conteo de especies nativas que se encuentran localizadas dentro una superficie previamente definida (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020)

Para estimar la riqueza potencial de especies nativas se utilizaron diferentes métodos estos fueron: Levantar información en terreno sobre la riqueza de especies y se realizó una modelación espacialmente explícita, en esta última se utilizaron distintas variables predictoras para calcular la Riqueza de Especies Nativas, las cuales fueron procesadas a través de SIG y se detallan a continuación:

- Índice de Vegetación Normalizada (NDVI):

Corresponde a un índice de vigor vegetal, que resulta útil para estimar biomasa vegetal (Gao, 1996). Es obtenido de la siguiente ecuación:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Donde NDVI, es el Índice de Vegetación Normalizada, NIR es la banda del infrarrojo cercano y RED es la banda roja (USGS, 2017).

- Índice de Vegetación Mejorado (EVI):

Corresponde a una versión mejorada el índice NDVI, que no se satura en condiciones de alta biomasa (Gao, 1996; USGS, 2017) y es obtenido de la siguiente ecuación:

$$EVI = 2,5 * ((NIR - RED) / (NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L))$$

Donde EVI es el Índice de Vegetación mejorado, NIR es la banda del infrarrojo cercano, RED es la banda roja, C1 y C2 son coeficientes de resistencia atmosférica, BLUE es la banda azul, y L al factor de corrección por el fondo tras el estrato arbóreo, equivalente a 1 (USGS, 2017).

- Temperatura en Superficie (LST):

Corresponde a una interpolación de las bandas termales versus un NDVI, y equivale a la temperatura en superficie (Avdan y Jovanovska, 2016). Es obtenido del siguiente grupo de ecuaciones:

$$LST = (BT / (1 + (0,00115 * BT / 1,4388) * Ln(\epsilon)))$$

Donde LST es la Temperatura en Superficie, BT tiene la función de convertir las bandas de radiancia a reflectancia (Avdan y Jovanovska, 2016) y ϵ equivale a la emisividad.

$$BT = (K2 / (Ln (K1 / L) + 1)) - 273,15$$

Donde BT tiene la función de convertir las bandas de radiancia reflectancia, K1 y K2 equivalen a constantes de conversión disponibles en la metadata de cada imagen, Ln el logaritmo natural y L equivale al índice TOA. Resulta

necesario realizar una diferencia de -273,15 para convertir de grados Kelvin a grados Celsius

$$\varepsilon = 0,004 * P_v + 0,986$$

Donde ε equivale a la emisividad y es una corrección que se aplica sobre P_v (Avdan y Jovanovska, 2016).

$$P_v = \text{Square} ((\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\text{min}}) / (\text{NDVI}_{\text{max}} - \text{NDVI}_{\text{min}}))$$

Donde P_v es la proporción de vegetación píxel a píxel, y se obtiene a partir de la relación al cuadrado del producto NDVI, sus mínimos y máximos y NDVI, es el Índice de Vegetación Normalizada.

- Índice de Humedad Normalizada (NDMI):

Este índice permite estimar el contenido de agua de la vegetación y es obtenido de la siguiente ecuación (Mejía, 2020).

$$\text{NDMI} = ((\text{NIR1} - \text{SWIR1}) / (\text{NIR1} + \text{SWIR1}))$$

Donde NDMI es el Índice de Humedad Normalizada, NIR1 equivale a la banda del infrarrojo cercano, y SWIR1 a la banda del infrarrojo de onda corta.

- Índice de Suelo Ajustado a Vegetación (SAVI):

Corresponde a un índice de vegetación que representa la reflectancia del suelo.

$$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + L)) * (1 + L)$$

Donde SAVI es el Índice de Suelo Ajustado a la Vegetación, NIR es la banda del infrarrojo cercano, RED es la banda roja, L corresponde al factor de ajuste del suelo, que equivale a 0,5; este valor usualmente se asume como una constante (Qi et al.1994).

- Índice de Suelo y Vegetación Modificado (mSAVI):

Corresponde a una versión mejorada del índice SAVI, que incorpora una corrección específica para diferenciar suelo de vegetación (Wu et al., 2019).

$$mSAVI = (2 * NIR + 1 - \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - Red)}) / 2$$

Donde mSAVI es el Índice de Suelo y Vegetación Modificado, NIR es la banda del infrarrojo cercano y RED es la banda roja.

Al finalizar el total de las ecuaciones se realiza una sumatoria de cada índice, en el cual se obtiene como resultado la riqueza de especies nativas vegetativa, la cual es complementada por la información obtenida del levantamiento de información en terreno.

1.3 Especies con categoría de conservación (ECC) crítica, en peligro o vulnerable (Decreto N°29 de 2012):

Este indicador corresponde al conteo de especies nativas con categoría de conservación crítica, en peligro o vulnerable que se encuentran localizadas dentro de los polígonos del Catastro de Bosque Nativo (u otra unidad espacial definida) considerados en el indicador de riqueza.

Se utilizó la clasificación de especies nativas amenazadas de extinción en Peligro, en Peligro Crítico o Vulnerable presentes en el proceso de clasificación de especies del MMA más actualizado a la fecha. Además, se sugiere complementar dicha información con la clasificación de la UICN más reciente. En los casos en que existan diferencias entre la clasificación de una especie en la clasificación del MMA y UICN, se sugiere utilizar la clasificación que tenga el enfoque más proteccionista. Los resultados se clasifican en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

7. Servicios ecosistémicos

Se revisa de manera independiente todos los servicios ecosistémicos considerados en la clasificación de CICES (2018). Se estima a partir de un análisis técnico-científico utilizando la metodología propuesta por Burkhard et al., (2014), y adaptada para Chile por el Ministerio del Medio Ambiente en el documento “Identificación de ecosistemas continentales y los servicios ecosistémicos que estos proveen” (MMA, 2018).

La metodología propuesta por Burkhard et al. (2014) y adaptada para Chile por el MMA (2018) consiste en evaluar la capacidad de los usos y coberturas de suelos para proveer servicios ecosistémicos. La matriz asigna diferentes niveles de capacidad potencial para proveer servicios ecosistémicos mediante una escala que oscila entre 0 y 5, donde 5 indica un potencial muy alto y 0 que no hay potencial

Para implementar la matriz, en primer lugar, se deben homologar (en caso que sean diferentes) las coberturas de la matriz, con Las tipologías de la carta de usos actuales. Posteriormente, se identifican los servicios ecosistémicos más relevantes para evaluar su relevancia ecológica en el territorio.

8. Evaluación Ecológica

En esta etapa se evalúa el área de planificación respecto a la Relevancia Ecológica y a la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN) de los usos de suelo actuales. Con los resultados finales se calcula el Riesgo Ecológico. La Evaluación Ecológica sienta las bases para la elaboración de las Propuestas de la planificación ecológica.

La Evaluación Ecológica es un ejercicio de carácter cualitativo, es decir, es un ejercicio que se sustenta en juicios de valor que se alcanzan mediante la plausibilidad de argumentos (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). Su objetivo principal es identificar los diferentes niveles de relevancia ecológica del área a planificar según su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen, los niveles de impactos negativos que producen o podrían producir las actividades

humanas del área a planificar sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y la posibilidad de que se genere alguna alteración en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

1.1 Relevancia Ecológica

La Relevancia Ecológica corresponde a los diferentes niveles de importancia del área a planificar, evaluada de manera diferenciada según su biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proveen.

1.1.1 Relevancia Ecológica por Biodiversidad

Para obtener la capa de la Relevancia Ecológica de la biodiversidad, se realizó una suma aritmética de las capas obtenidas en el inventario territorial sobre Remanencia de ecosistemas, riqueza de especies nativas y presencia de especies con categoría de conservación, y de la Relevancia Ecológica con base en juicio experto. Luego, el resultado obtenido se clasifica en cinco categorías, muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Para integrar los resultados de estos indicadores se utiliza una regla de decisión tal que, se selecciona para cada píxel el valor máximo entre estos tres indicadores. Este procedimiento permite mantener en el resultado final las zonas identificadas como valiosas usando cada uno de los indicadores, lo cual permite operacionalizar el principio precautorio y hacer explícito que los indicadores no se compensan entre sí. Por ejemplo, una zona con una alta riqueza de especies nativas no será menos relevante porque las especies no están amenazadas de extinción, sino que mantiene su relevancia debido a su alto valor de riqueza en especies

1.1.2 Relevancia Ecológica por Servicios Ecosistémicos

El análisis de la Relevancia Ecológica por servicios ecosistémicos, se realizó con los SS.EE catalogados como relevantes en el proceso de inventario territorio, en el cual se detalla cada uno de los SS.EE clasificados como importantes para el objetivo general de este trabajo.

1.2 Intensidad Potencial de Efectos Negativos (IPEN)

La Intensidad Potencial de los Efectos Negativos se refiere al nivel de impacto negativo que producen o potencialmente pueden producir los usos, actividades o intervenciones antrópicas sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (o dimensiones de evaluación). Para calcular la IPEN se deben utilizar los usos y coberturas de suelo actuales, a los cuales se le asigna un valor de IPEN sobre la biodiversidad y sobre cada uno de los servicios ecosistémicos seleccionados para la planificación ecológica. El objetivo de la evaluación es obtener una superficie continua para toda el área a planificar que muestre cómo se distribuye espacialmente la IPEN a la que se encuentra sometida una zona producto de las diferentes actividades humanas.

Para obtener dicha superficie se deben:

- Identificar los usos y coberturas de suelo del área a planificar
- Asignar un valor de IPEN mediante consulta a expertos a cada categoría de los usos y coberturas de suelo
- Realizar una interpolación espacial de dichos valores de manera que se pueda estimar la IPEN

Se asignan los valores de IPEN a cada categoría mediante consulta a expertos y expertas diferenciando efectos para cada dimensión de evaluación. Dichos valores de IPEN deben oscilar entre 1 (muy bajo) a 5 (muy alto).

1.3 Riesgo Ecológico

El Riesgo Ecológico es la posibilidad de que se genere alguna alteración sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. El Riesgo Ecológico se estima para cada una de las dimensiones de evaluación integrando la Relevancia Ecológica e IPEN. La integración de la Relevancia Ecológica e IPEN se realiza mediante una matriz de doble entrada. En las filas se ubican los cinco niveles de Relevancia Ecológica y en las columnas los cinco niveles de IPEN. De esta forma, a mayor Relevancia Ecológica e IPEN, mayor es el Riesgo Ecológico y viceversa. La matriz es cualitativa y enfatiza el carácter verbal argumentativo de la metodología y es referencial para todos los ejercicios de planificación ecológica en el país tanto a

escala local como regional (GORE RMS, Universidad de Chile y GTZ, 2002). Esta matriz fue representada en una carta de riesgo ecológico para cada componente de estudio en el cual se le otorgaran niveles del 1 (Muy bajo) y 5 (Muy alto).

Tabla N°4: Matriz Riesgo Ecológico.

		IPEN				
		1	2	3	4	5
Relevancia Ecológica	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

(Fuente: Elaboración propia)

9. Propuestas

En esta etapa se desarrollan las Propuestas de la planificación ecológica a partir de los resultados de las etapas anteriores. Tomando dicha información como base, se diseñan y definen los Objetivos Ambientales Zonificados, la Infraestructura Ecológica, las Medidas Ambientales a los usos del territorio y el análisis de la integración de la planificación ecológica. Las Propuestas son orientaciones, en su mayoría espaciales, sobre qué hacer en el área a planificar en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

1.1 Objetivos ambientales zonificados

Los Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ) corresponden a los lineamientos técnicos en torno al estado anhelado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (GORE RMS y Universidad de Chile, 2002).

En concreto, los OAZ corresponden a la asignación espacial de los objetivos de Preservación, Restauración y Uso Sustentable de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, cada uno de manera independiente.

- Preservación (P): Buscan resguardar la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos restringiendo la intervención humana a un nivel mínimo para prevenir y controlar su deterioro.
- Restauración (R): Buscan reparar o restablecer la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño o deterioro causado.
- Uso Sustentable (US): Buscan minimizar los impactos ambientales de las actividades productivas sobre el medio ambiente y en lo posible contribuir incrementar la biodiversidad y/o los servicios ecosistémicos.

1.2 Infraestructura Ecológica

La Infraestructura Ecológica (en adelante I.E.) es una figura de planificación y gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y corresponde a la red interconectada de espacios naturales y seminaturales con una alta Relevancia Ecológica, y que son claves como soporte estructural y funcional para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La Infraestructura Ecológica está compuesta por núcleos, que corresponden a unidades espaciales que concentran un mayor valor ecológico para la biodiversidad y para los servicios ecosistémicos; corredores, que corresponden a elementos lineales del paisaje que comunican los núcleos y permiten el flujo de materiales y energía; y nodos, que corresponden a parches de menor tamaño con valores medios de relevancia, que se localizan sobre los corredores, entre los núcleos y que son importantes para la conectividad global del sistema. Las áreas bajo alguna protección oficial y ecosistemas especiales como vegas o glaciares son también parte de la I.E.

La I.E. se identifica principalmente a partir de los resultados de los OAZ con base en cuatro pasos metodológicos:

- **Identificar Núcleos**

Para definir los núcleos de la I.E, en primer lugar, se deben identificar las zonas con OAZ de Primera Prioridad de Preservación para todas las dimensiones de evaluación (biodiversidad y servicios ecosistémicos). Estas zonas son a la vez las áreas de mayor Relevancia Ecológica. Posteriormente, se realiza una selección otorgándole la misma ponderación a las zonas Primera Prioridad de Preservación para la biodiversidad, por un lado, y al conjunto de zonas Primera Prioridad de Preservación para los servicios ecosistémicos, por otro lado. Luego, se realiza una suma entre los mapas involucrados, seleccionando todos aquellos parches que tengan el nivel más alto de ponderación como núcleos potenciales. Posteriormente se puede aplicar un filtro para seleccionar los polígonos de mayor tamaño como núcleos definitivos (Marull y Mallarach, 2002).

- **Identificar Corredores**

La I.E. se determina utilizando un análisis de conectividad de paisaje propuesto por Nikolakaki (2004) y Gurrutxaga et al. (2011). La conectividad del paisaje en este caso es el grado en que el paisaje facilita o dificulta el movimiento entre parches o núcleos de seres vivos y otros flujos ecológicos. Los corredores, se definen mediante una modelación que emplea la técnica de ruta de menor costo, es decir, una modelación que busca las rutas que menos dificultan el movimiento entre los núcleos. Para ello, se utiliza la extensión de Arc-Map Linkage Mapper 2.0.0. diseñada especialmente para el análisis de conectividad de paisaje, que permite mapear las conexiones potenciales entre núcleos usando la ruta de menor costo. Esta herramienta requiere de un archivo de núcleos formato vectorial y una superficie de costo en formato ráster.

La superficie de costo representa el nivel de resistencia al movimiento que presenta el territorio. La superficie de costo se construye a partir de la carta de usos y coberturas de suelo actuales, donde a cada uso o cobertura se les asigna un valor de resistencia potencial al flujo de materiales y energía (tales como especies de fauna o agua). Dichos valores de costo oscilan entre 1 (muy bajo) a 1000 (muy alto)

- **Identificar nodos**

Los nodos corresponden a parches de menor tamaño localizados entre los núcleos y que interceptan a los corredores. Estos nodos actúan como escalones ecológicos que permiten la conectividad del paisaje. Para identificarlos se seleccionan los parches de OAZ Preservación y OAZ Restauración de Primera Prioridad para la biodiversidad que se localizan sobre los corredores identificados.

- **Definir zonas de amortiguación**

Las zonas amortiguación son las áreas donde se deben realizar actividades compatibles con la preservación y del menor impacto posible para mantener la integridad de los núcleos, nodos y corredores. Según sea el caso estas podrían ser identificadas sólo en los núcleos y corredores. Las zonas de amortiguación adyacentes a los núcleos se pueden seleccionar identificando las zonas de OAZ Preservación de Primera Prioridad para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sus tres prioridades (1era, 2da y 3era prioridad) que comparten perímetro con los núcleos. su análisis de las propiedades de las zonas ribereñas y sus franjas oficiales de resguardo, se puede definir el ancho de las zonas de amortiguación en 200 m.

1.3 Medidas ambientales a los usos del territorio

Los OAZ orientan sobre el tipo de actividades preferidas en una zona, pero también sobre las acciones o buenas prácticas que las actividades deberían implementar para actuar responsablemente con el medioambiente y evitar su deterioro. En la planificación ecológica estas últimas reciben el nombre de Medidas Ambientales, y son orientaciones que pueden ser incorporadas por las diferentes administraciones sectoriales en sus respectivas políticas programas, planes y/o proyectos (GORE RMS y GTZ, 2002), y privados que deseen realizar sus actividades de manera responsable con el medio ambiente.

Para definir las Medidas Ambientales a los usos del territorio se realiza una revisión bibliográfica de medidas, zonificaciones, manuales, iniciativas, requerimientos

generales y ejercicios de planificación ecológica. También se puede recurrir a otras fuentes nacionales e internacionales y al conocimiento y experiencia de los actores claves. En este trabajo se utilizó bibliografía descrita en el listado de ejercicios de planificación ecológica revisados (Tabla N°5)

Tabla N°5: Listado de ejercicios de planificación ecológica revisados

Ejercicios revisados	Año
Planificación Ecológica del Proyecto OTAS (Salas, 2002)	2002
Planificación Ecológica de la Infraestructura Ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: aplicación en Región de la Araucanía (EDAFICA, 2018)	2018
Elaboración del Pan Maestro para un Distrito de Conservación de Suelos, Aguas y Bosques en la Comuna de San José de Maipo (MMA-ONU Medio Ambiente, 2018)	2018
Planificación Ecológica a Escala Local, Zona Central, Chile (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020)	2020
Planificación Ecológica a Escala Local y Regional, Guía Metodológica (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020 (2))	2020

(Fuente: Elaboración Propia)

Además, se define la pertinencia de las Medidas Ambientales respecto a los OAZ y a la dimensión de evaluación. De esta manera, a cada Medida Ambiental se le asigna un nivel de pertinencia respecto a los OAZ Preservación (P), Restauración (R) y Uso Sustentable (US) y un nivel de aporte a las dimensiones de evaluación: biodiversidad y servicio ecosistémicos (Tabla N°6).

Tabla N°6: Simbología según nivel de pertinencia a cada OAZ y nivel de aporte a cada dimensión de evaluación.

Nivel	Simbología pertenencia a OAZ	Simbología aporte dimensiones de evaluación
Alto	***	
Medio	**	
Bajo	*	

(Fuente: Elaboración Propia)

Finalmente, se construye una tabla de datos alfanumérica que permite identificar Medidas Ambientales según la actividad o uso de interés (ej. Actividades silvoagropecuarias o asentamientos humanos), el OAZ (ej. Restauración), y la dimensión de evaluación (ej. biodiversidad).

1.4 Integración de la Planificación Ecológica

La planificación ecológica es una herramienta desarrollada para su uso por diferentes actores del territorio. En esa línea, el análisis de la integración de la planificación ecológica se hace fundamental para avanzar sobre una lógica de efectiva utilización de este instrumento, es decir, analizar la potencialidad del uso de la planificación ecológica en diferentes instrumentos.

Para el análisis de la implementación efectiva de la planificación ecológica en los instrumentos es necesario contar con los resultados del paisaje normativo, la Evaluación Ecológica y Propuestas de la planificación ecológica. Así, es recomendable realizar una síntesis de todos los resultados que incluya la Relevancia Ecológica, la Intensidad Potencial de los Efectos Negativos, el Riesgo Ecológico, junto con las sugerencias asociadas a los Objetivos Ambientales Zonificados, la Infraestructura Ecológica y Medidas Ambientales a los usos del territorio. En esta integración y síntesis de la información es importante considerar los resultados del paisaje normativo (instrumentos de ordenamiento y planificación territorial, normativos e indicativos, instrumentos sectoriales

En términos metodológicos, esta síntesis debe realizarse mediante una ficha que incorpore:

- Cartografía del área analizada, que considere al menos información sobre la Relevancia Ecológica en la dimensión de evaluación de interés y los resultados de la Infraestructura Ecológica.
- Descripción que detalle los niveles de Relevancia Ecológica y las características del lugar.
- Amenazas principales, que señale las principales tensiones del territorio, señalando por ejemplo los niveles de IPEN y Riesgo Ecológico en la dimensión de evaluación de interés.

- Contexto normativo, que describa las normas, o instrumentos de ordenamiento y planificación que regulan y orientan las actividades sobre el territorio



VII. Resultados

1. Objetivos y Alcances

Los objetivos de esta propuesta de planificación territorial ecológica, busca integrar los diferentes efectos que produce el crecimiento demográfico en el espacio rural, el cual se representa en parcelas de agrado, integrándolo como un fenómeno de alto potencial negativo en los ecosistemas, para así desarrollar una mejor gestión del territorio rural. Para aquello, se definió con base en siete instrumentos de política pública vinculados a la conservación de la biodiversidad y los beneficios que provee, la adaptación y mitigación al cambio climático y la importancia de los recursos hídricos (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020).

De esta manera se busca identificar la conectividad ecológica del territorio, la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, de los cuales se consideraron claves la regulación del agua y el almacenamiento de carbono. La conservación de la biodiversidad es una de las principales preocupaciones, debido a su valor intrínseco y también a que de ella depende la provisión de servicios ecosistémicos claves. Así mismo, existe una preocupación por proteger y mejorar la conectividad ecológica, y con ello alinearse con los paradigmas modernos de conservación de redes ecológicas, más que de áreas aisladas.

1.1 Área de Estudio

El área de estudio se encuentra en los sectores rurales de Chanco y Molco, los cuales pertenecen a la comuna de Pitrufquén, Provincia de Cautín, Región de la Araucanía. Entre estos dos lugares poseen en total una superficie de 1.549,9 Ha, geográficamente se ubica entre coordenada X 701567,204 UTM 18 S y coordenada Y 5679743,858 UTM 18 S. En general está ubicada en la periferia rural colindante con la trama urbana de la comuna, por lo que esta zona en un futuro se podrá observar grandes cambios de uso de suelo por el crecimiento acelerado de su población y el negocio inmobiliario.

Pitrufquén se encuentra a 34,3 kilómetros al sur de la capital regional, Temuco. las comunas colindantes corresponden a Freire, Gorbea, Villarrica y Toltén, su principal

vía de acceso es la ruta 5 Sur, siendo el eje conector al resto de la región, permitiendo la realización de actividades productivas de los sectores agropecuario, forestal y frutícola (PLADECO, 2014). También contempla una segunda vía importante para este estudio, la cual conecta los sectores rurales del sector este de la comuna y con la comuna de Toltén.

Cartografía N°1: Área de Estudio



(Fuente: Elaboración propia)

1.2 Paisaje Normativo

Tabla N°7: Paisaje Normativo

Tipos	Organismo competente	Instrumentos	Alcances / objetivos	Vigencia
Instrumentos de Ordenamiento Territorial	Gobierno Regional	Plan Regional de Ordenamiento Territorial	El PROT realiza propuestas espaciales sobre áreas de protección o de localización de actividades productivas en la región. Actualmente se encuentra obsoleto desde 2018 en la Región de la Araucanía.	Obsoleto desde 2018
		Estrategia Regional de Desarrollo	La ERD designada para el área de Cautín sur correspondiente a Freire, Pitrufuén y Gorbea. Hacia el año 2022, el territorio será un centro productivo agroalimentario, forestal y turístico cuyos productos se orientan a satisfacer el mercado local, regional, nacional e internacional.	Vigente hasta 2022
Instrumentos de Planificación Territorial	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)	Plan Regional de Desarrollo Urbano	En el PRDU se identifican los criterios que permiten caracterizar las zonas homogéneas, desde el punto de vista urbano y territorial, que posee la región en estudio y establecer, las variables críticas de sustentabilidad de manera de asegurar que dichas variables sean explícitamente consideradas en los procesos de planificación de mayor detalle, ya mencionados.	En modificación (Activo conflicto)
		Plan Regulador Intercomunal Araucanía Centro	En el PRIAC Las disposiciones que constituyen alteraciones a las disposiciones de los Planes Reguladores Comunes existentes, se entenderán automáticamente incorporadas a éstos como modificaciones.	En modificación
		Plan Regulador Comunal	El PRC Responde a la necesidad de ajustar el proceso de desarrollo urbano de los centros urbanos de la comuna, al instrumento de regulación normativa de éste.	Vigente desde 1983, modificado en 2013 y con actualización

				inconclusa desde 2017
Normas sectoriales	Municipalidad de Pitrufrquén	Ordenanza de Extracción de Áridos de la Comuna de Pitrufrquén	Tiene como objetivo fijar los procedimientos generales para la extracción de áridos ya sea de Bienes Nacionales de Uso Público y/o Pozo Lastre en propiedad particular.	Vigente
		Ordenanza Medio Ambiental	Tiene por objetivo general establecer el marco legal que regule, proteja y conserve el medio ambiente, de modo tal, que permita contribuir al ejercicio del derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación y al mejoramiento de la calidad de vida de todos los vecinos.	Vigente
		Ordenanza Derechos Municipales	Tiene por objeto regular el monto, forma de giro y cobro de los derechos municipales que deben pagar las personas naturales o jurídicas, sean de derecho público o privado, por permisos, concesiones o servicios que obtengan de la Municipalidad de Pitrufrquén.	Vigente

(Fuente: Elaboración Propia)

A continuación, se identifican los aportes, consideraciones y artículos de cada instrumento en concordancia con la planificación ecológica:

- **Plan Regulador Comunal (PRC)**

El PRC de la comuna de Pitrufrquén actualmente vigente Según el Diario Oficial de la Republica es el aprobado por decreto supremo N°198, del 25 de noviembre de 1983, el cual fue modificado el año 2013, este PRC no presenta injerencia en el área de estudio.

Sin embargo, en el año 2019 se dio por terminado el Estudio Actualización y EAE del Plan Regulador Comunal de Pitrufrquén, el cual fua aprobado por el MINVU, Pero rechazado por el concejo municipal. Este PRC si contemplaba intervención en el área de estudio, el cual se manifiesta en una zona

productiva molesta, y en la carta de usos planeados (Cartografía N°3) está interpretado como área mayoritariamente industrial.

- Ordenanza de extracción de áridos

- “Artículo 4°.-Está prohibida la extracción de arena, ripio y de cualesquiera otra clase de áridos desde los cauces y álveos de los ríos y esteros de la comuna, con excepción de aquella que se realice en lugares que cuenten con un proyecto de extracción de áridos aprobado por la Dirección de Obras Hidráulicas respectiva o por la institución que lo supla en sus funciones, donde se indique expresamente las cuotas y cantidades máximas permitidas para extracción y sujetas a las normas generales y particulares que se indican en la presente Ordenanza, en la Ley 11.402 – Ley 19300 de 1994 art. 1, 4, 5, 6 64 y 65, y autorización municipal.”
- “Artículo 5°. - Está prohibida la extracción de arena, ripio y de cualesquiera otras clases de áridos, desde los cauces y álveos de cursos naturales de agua de la comuna que constituyan zonas de protección ambiental, ya sea que tengan como utilidad o destino, real o potencial, actividades turísticas, recreacionales o mero interés paisajístico. Con el objeto de regularizar la asignación de tales características, la Municipalidad realizará un catastro inicial de dichos lugares, que deberá ser actualizado cada vez que sea necesario”

- Ordenanza Medio Ambiental

- “Artículo 50. La Municipalidad velará, en base a la legislación vigente, que el uso de suelo se haga en forma racional para evitar su pérdida y degradación.”
- “Artículo 116. La Municipalidad deberá desarrollar campañas de promoción del cuidado y protección de especies incluidas dentro de alguna categoría de preservación y que se encuentre en el territorio de la comuna”
- “Artículo 117. El territorio de la comuna de Pitrufquén, contempla una extensión de bosque nativo y que el municipio tiende a proteger a través de las relaciones que pudiesen generarse, con los distintos entes con el objeto de proceder a su cuidado y protección dentro de sus facultades orgánicas.”
- “Artículo 119. La Municipalidad deberá promover el cuidado de las aves urbanas y rurales, como Gorriones, Tencas, Zorzales, Queltehues, Loicas, etc. También promoverá el cuidado de insectos como abejas, chinitas, escarabajos, o en general cualquier insecto, que ayude en los procesos de polinización y eliminación de plagas.”
- “Artículo 120. Prohíbese en el territorio comunal la caza o captura de ejemplares e la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerable, raro y escasamente conocido, así como la de las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presentan poblaciones reducida

2. Inventario Territorial

1.1 Carta de usos de suelo actuales.

Al observar la Cartografía N°1.1 y la tabla N°8, se puede distinguir que la mayor superficie de la planificación territorial ecológica está cubierta por el uso productivo del territorio, en donde el pastoreo intensivo cuenta con la mayor superficie del área de estudio con el 39% del total, seguido de los cultivos anuales con un 16,8%, mientras que las plantaciones forestales y las zonas productivas cuenta con un 8,7% y 1,2% respectivamente (Este último corresponde a bodegas, fabricas, aserraderos y avícolas, las cuales se encuentran dispersas en el territorio). En total los usos productivos del espacio de estudio, cuenta con más de la mitad de la superficie con un 65,7% del total.

Con respecto a uso inmobiliario representado en las parcelas de agrado y otros asentamientos cuentan con un 14,2% del total. Este uso es el que cuenta con mayor aumento en los últimos años, y el cual cuenta con mayor proyección de aumentar en el futuro actualmente.

Los distintos ecosistemas presentes en el territorio utilizan un 14,6% del área de estudio, estos se desglosan en bosques y renoval nativo con un 10,8%, humedales y vegas 2,9% y ríos y esteros con un 0,9% del total del territorio. (Cabe considerar que los humedales tipo huelle se encuentran dentro del uso de suelo de bosque y renoval nativo, debido a su dificultad de identificación).

Tabla N°8: Superficies usos de suelo actuales

Uso de Suelo	Hectáreas (Ha)	Superficie (mt2)	%
Pastoreo intensivo	612	6115567	39,0
Cultivos anuales	264	2644366	16,8
Bosque y renoval nativo	169	1694832	10,8
humedales y vegas	45	453716	2,9
Plantación forestal	136	1360366	8,7
Parcela de agrado/otros asentamientos	224	2236337	14,2
Zona productiva	20	195778	1,2
Ríos y esteros	15	147523	0,9
Canal y acueductos	15	150626	1,0
Camino pavimentado de dos o mas vías	30	297295	1,9
Camino sin pavimentar	25	251342	1,6
Autopista	15	148121	0,9
Total	1570	15695869	

(Fuente: Elaboración Propia)

Cartografía N°1.1: Uso de Suelo Actual



(Fuente: Elaboración Propia)

1.2 Carta de usos planeados

La carta de usos planeados se construyó con la información espacial de los anteproyectos del Plan Regulador Comunal de Pitrufquén (PRC), Plan Regulador Intercomunal Araucanía Centro (PRIAC) y Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial (PRDU). Estos dos últimos instrumentos, si bien fueron ingresados al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA), hasta el momento, según la Tabla N°7 sus respectivos procesos se encuentran inconclusos.

El PRDU se encuentra en formulación por activo conflicto en el territorio y se enmarca en una iniciativa de estudio. Mientras que el PRIAC solo se pudo encontrar su ingreso al SEIA (Aprobado), y como proyecto de la Universidad Católica de Temuco, por lo cual su estado actual e injerencia en el territorio es nula. Finalmente, el PRC vigente no interfiere en el área de estudio, pero existe el anteproyecto con resolución de termino en la EAE, aprobada por el Minvu, y rechazada por el consejo municipal, por lo cual queda inconcluso. En este sentido el área de estudio no presenta un instrumento de ordenamiento Territorial vigente. También gracias a información entregada por la Municipalidad de Pitrufquén se agregó una zona delimitada como humedal urbano, enmarcado dentro de un proyecto en proceso de formulación.

La Cartografía N°1.2 pone en evidencia la ausencia de planificación territorial para la zonas rurales y silvestres, igualmente se descarta una protección real al bosque nativo y humedales, ya que la zona destacada como valor natural, en los instrumentos de planificación territorial incluye la posibilidad de construir en dichos lugares con respectivas restricciones.

El PRIAC en su informe, indica como territorio indígena en algunas zonas cuyos propietarios tengan título de merced, y se realiza una demarcación especial para estos terrenos, con el fin de tener en cuenta esa situación en la toma de decisión comuna o regional

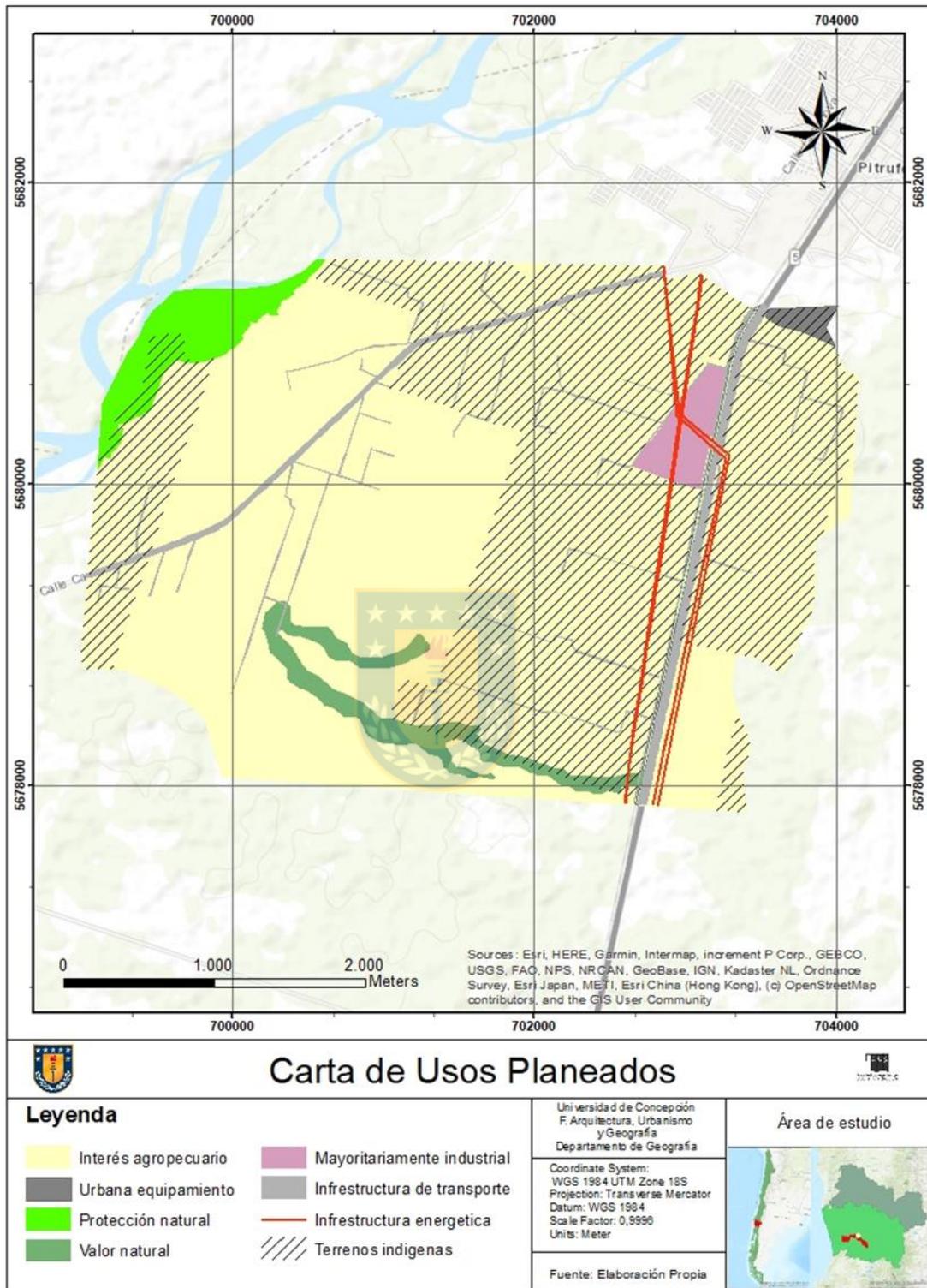
La zona productiva molesta según la memoria explicativa del estudio (SERVIU, 2019) se contempla, como zona que reconoce emplazamientos existentes de

actividades productivas, acotando su calificación a Inofensivas, para garantizar la convivencia con la fuerte presencia residencial de esos sectores, Sin embargo una de la fuertes críticas y observaciones en los oficios de rechazo de este estudio fue la presencia de un “Menoko”, el cual es un lugar sagrado por las creencias del pueblo mapuche. Las respectivas comunidades colindante con la zonificación fueron enfáticos en demostrar su descontento por este proyecto, y se sumó a las varias observaciones que presentaron para su rechazo.

actividades productivas, acotando su calificación a Inofensivas, para garantizar la convivencia con la fuerte presencia residencial de esos sectores, Sin embargo, una de los fuertes críticas y observaciones en los oficios de rechazo de este estudio fue la presencia de un “Menoko”, el cual es un lugar sagrado por las creencias del pueblo mapuche. Las respectivas comunidades colindante con la zonificación fueron enfáticos en demostrar su descontento por este proyecto, y se sumó a las varias observaciones que presentaron para su rechazo.



Cartografía N°1.2: Usos Planeados



(Fuente: Elaboración propia)

1.3Clima

La comuna de Pitrufoquén, forma parte de la cuenca del río Toltén, cuenca que presenta dos tipos de áreas climáticas asociadas al sector cordillerano y a la depresión intermedia. Pitrufoquén al encontrarse en la depresión intermedia, presenta un clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea. La principal característica de este clima es que presenta precipitaciones a lo largo de todo el año, no obstante, en la época estival éstas disminuyen, registrándose los valores más bajos de pluviosidad. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C. Las temperaturas no sufren una gran variación por latitud, sufriendo poca variabilidad térmica (DGA, 2004)

1.4Hidrografía

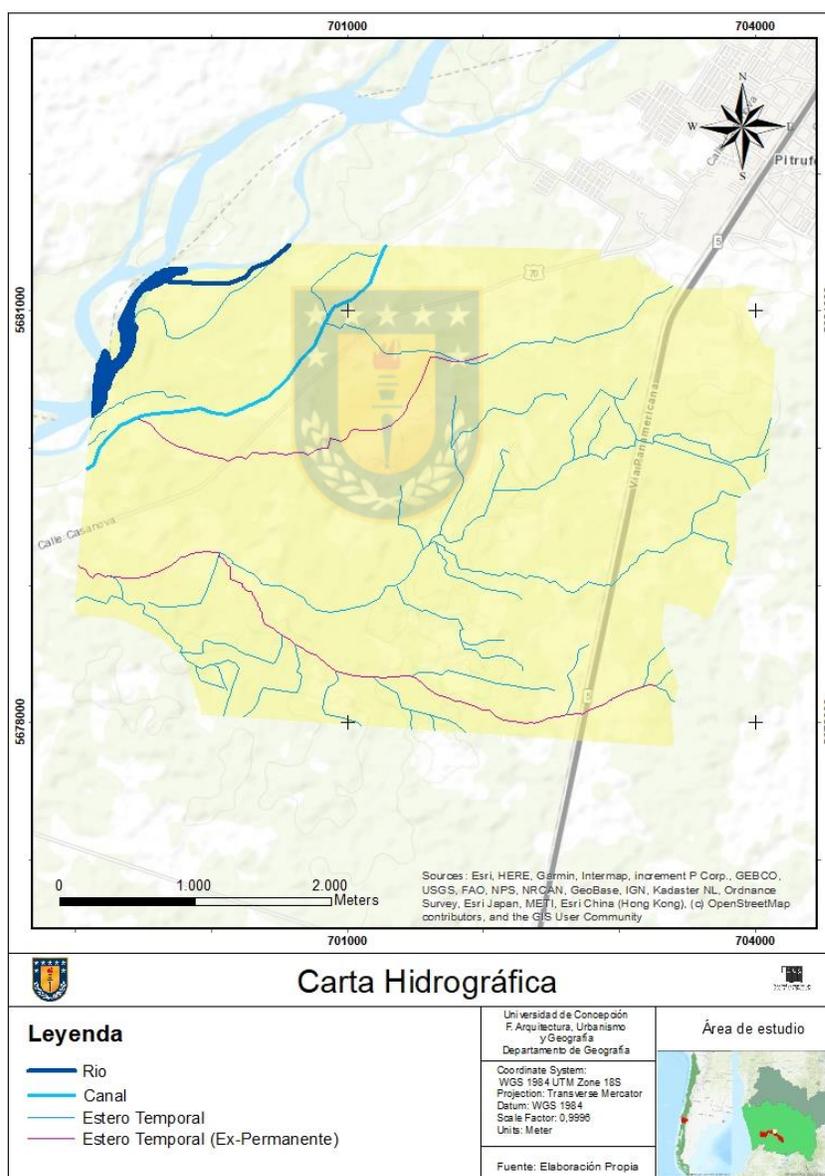
El área de estudio se encuentra según (Niemeyer & Yáñez, 1984), en la región en la cual su comportamiento se define como ríos tranquilos y regulados por los ríos precordilleranos, esta zona se emplaza en la cuenca del río Imperial y el río Toltén.

Específicamente el área de estudio se encuentra en la cuenca del río Toltén, dentro de sus características están: La extensión de su hoya hidrográfica es de 7.886 kilómetros cuadrados, nace en el extremo poniente del lago Villarrica, presenta una longitud de 123 kilómetros y desemboca al norte de la punta Nilhue, con un caudal medio de 52 metros por segundo, permitiendo el riego de una superficie de 25.000 hectáreas. Su régimen de alimentación es mixto pero sus mayores caudales se encuentran en invierno (BCN, 2022)

En la Cartografía N°1.3 se describe detalladamente la red hidrográfica del área de estudio, donde nos encontramos con la presencia del río principal que corresponde al río Toltén, un canal de regadío que nace desde el río principal, también nos encontramos con estero temporales los cuales se activan solamente en invierno o por precipitaciones constantes, estos principalmente nacen desde los humedales presentes es la zona y terminan desembocando en el canal de regadíos.

Para la red hidrográfica existen distintas amenazas que pueden influir en el comportamiento de un curso de agua, entre estas están la canalización ineficiente por parceleros, desvío de curso, estanques de regadíos y sequía. Una muestra de estas amenazas son los esteros temporales (ex permanentes), estos cursos de agua según información entregada por personas del sector, antiguamente su escorrentía era permanente y se podía encontrar agua en el estero durante todo el año, sin embargo, ahora solo se limita a activarse en época invernal.

Cartografía N°1.3: Red Hidrográfica



(Fuente: Elaboración Propia)

1.5 Capacidad de uso de suelo Agrícola

Un aspecto muy importante del medio rural es su capacidad de uso de suelos agrícola, esto nos indica cuales son los suelos agrícola aptos para el cultivo y sus limitaciones. El área de estudio contempla 6 clases de capacidad de uso de suelo agrícola lo cuales sus características de pueden observar en la Tabla N°9, sin embargo, esta información no está totalmente completa, porque al integrar los distintos humedales agregados anteriormente los suelos clase VII aumentan su superficie, debido a sus limitaciones agrícolas, Las clases VI, VII, VIII corresponden a suelos no arables.

Si se consideran solo los suelos con mejores aptitudes agrícolas (Clases I, II y III), estos apenas suman el 3,3% de la superficie del país, con un total de 2.526.723 hectáreas. Teniendo en cuenta que esta superficie está continuamente amenazada por la sobreexplotación agrícola y la expansión urbana, es imprescindible considerar la adopción de medidas que permitan la sustentabilidad a largo plazo de los suelos de buena calidad, sobre todo si Chile pretende seguir desarrollando el sector agrícola como un componente esencial de su economía (Pfeffer, Pérez, González, & Regina, 2018)

Al observar la Cartografía N°1.4, se encuentran las clases de capacidad de uso de suelo agrícola, esto nos indica que la clase III predomina en el territorio, por lo que los terrenos tienen ciertas limitaciones de laboreo. Este junto a las clases II y IV, tendrá un valor importante en este estudio, porque estos datos se integrarán a la planificación ecológica al final de este trabajo, con el objetivo de tener una claridad de la calidad de los suelos agrícolas del área de estudio y desarrollar una mejor gestión.

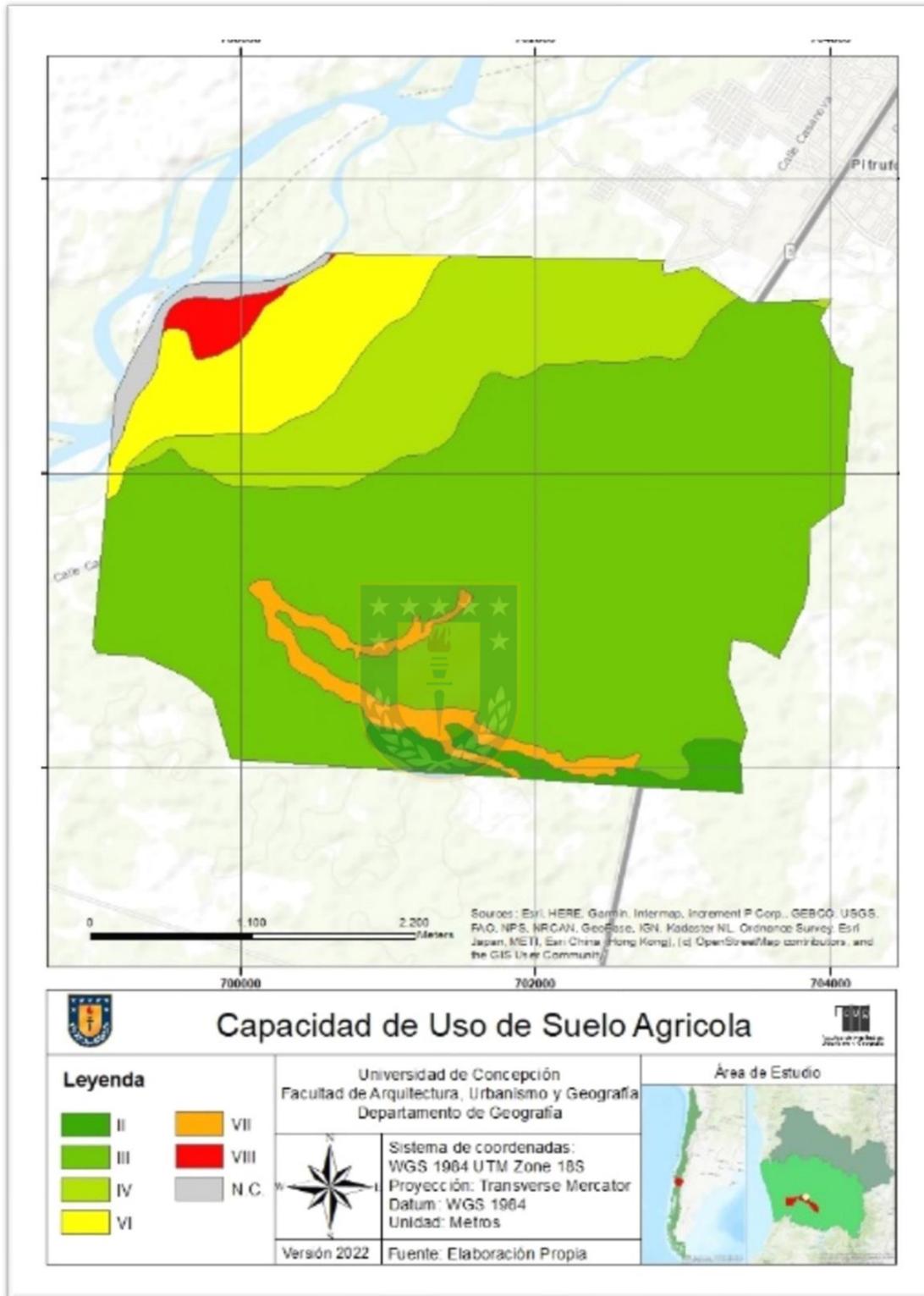
Tabla N°9: Clase de Capacidad de Uso de Suelo Agrícola

Clase de Capacidad de Uso	Descripción	Atributos Críticos
Clase I	Tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Para ser usados agrícolamente, se necesitan prácticas de manejo simples con el fin de mantener la productividad	<p>No existe atributo crítico por tratarse de suelos con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelos planos o casi planos. • Profundos. • Sin pedregosidad superficial y subsuperficial. • Texturas medias. • Bien drenados. • Erosión no aparente.
Clase II	Presentan ligeras limitaciones que Pueden afectar el desarrollo de los cultivos, por lo que podría requerir algunas prácticas de conservación. Las restricciones más frecuentes son: pendientes hasta 5%, profundidad no inferior a 70 cm o drenaje moderado.	<ul style="list-style-type: none"> • Suelos suavemente inclinados o ligeramente ondulados. • Moderadamente profundos. • Texturas medias, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la clase anterior. • Drenaje moderado. • Ligeramente pedregosos en el perfil. • Ligera erosión.
Clase III	Presentan limitaciones al laboreo en el caso de suelos con pendientes cercanas a 8% o en por presentar hasta un 15% de pedregosidad en superficie. También puede presentar limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Moderadamente inclinados o suavemente ondulados. • Ligeramente pedregosos y gravosos • Ligeramente profundos. • Texturas finas a gruesas. • Drenaje imperfecto. • Moderada pedregosidad en el perfil. • Moderada erosión. • Inundación frecuente. • Ligeramente sódicos. • Ligeramente salinos.

<p>Clase IV</p>	<p>Terrenos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes, por lo que requiere prácticas de conservación en el laboreo del suelo.</p> <p>Estos suelos corresponden a la última categoría de suelos arables sin grandes riesgos de erosión con un manejo adecuado.</p> <p>Aun cuando pueden presentar otras limitaciones, poseen pendientes de hasta un 15% o bien una profundidad no superior a 40 cm.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuertemente inclinado o moderadamente ondulado. • Abundante pedregosidad superficial. • Delgados. • Texturas finas a muy gruesas. • Drenaje imperfecto • Moderada pedregosidad en el perfil. • Erosión moderada. • Inundaciones frecuentes. • Moderadamente sódico. • Moderadamente salino.
<p>Clase V</p>	<p>Suelos inundados con presencia de especies vegetales de características de hidromórficas. Por lo general corresponden a suelos depresionales, sin cota suficiente para evacuar exceso de agua. Presentan generalmente una estrata impermeable como por ejemplo un horizonte plácico o una estrata arcillosa. Regularmente presenta una estrata superior con un alto contenido de materia orgánica (sobre 20%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pobremente drenados a muy pobremente drenados, con inundación permanente.
<p>Clase VI</p>	<p>Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro de restrictivo es la pendiente.</p> <p>Su uso normal es ganadería y forestal, salvo cuando han sido clasificado en esta categoría por condiciones de salinidad (> a 4 dS/m), situación en la cual su uso está dado por la adaptabilidad de ciertas especies a suelos salinos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Moderadamente escarpados o de lomajes. • Abundante pedregosidad superficial. • Profundos a delgados. • Texturas finas a muy gruesas. • Excesivamente drenado. • Abundante pedregosidad en el perfil • Erosión severa. • Fuertemente sódicos. • Muy salino.
<p>Clase VII</p>	<p>Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y para explotación forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpados o de cerros. • Muy delgados. • Muy abundante pedregosidad superficial • Texturas finas a muy gruesas. • Excesivamente drenado. • Muy severa erosión. • Inundaciones muy frecuentes. • Muy fuertemente sódico. • Extremadamente salinos.
<p>Clase VIII</p>	<p>Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dos a o más atributos críticos de la clase VII a la vez.

(Fuente: Clase de Suelo con Capacidad Agrícola (SAG, 2004)

Cartografía N°1.4: Cartografía Capacidad de Uso de Suelo Agrícola



(Fuente: Elaboración propia)

1.6 Bosque y renoval nativo

Según Los pisos vegetacionales de (Luebert & Pliscoff, 2004), el área de estudio se encuentra situado en una zona de Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, la cual se describe como:

“Formación boscosa de amplia extensión, dominada por *Nothofagus obliqua*, en situaciones de mayor regularidad y montos de precipitación que la comunidad anterior, lo que favorece la diversidad del elenco florístico que la conforma. Destaca la presencia de elementos laurifolios como *Laurelia sempervirens*, *Aextoxicon punctatum*, *Podocarpus 50 saligna*, *Eucryphia cordifolia*, con presencia importante epífitas como *Lapageria rosea*, *Boquila trifoliolata*, *Cissus striata*, *Sarmienta repens* y *Luzuriaga radicans* que marcan su carácter más húmedo” (Luebert & Pliscoff, 2004)

La vegetación azonal está compuesta por bosques pantanosos de *Myrceugenia exsucca*, *Blepharocalyx cruckshanksii* y *Drimys winteri* y por matorrales higrófilos de la comunidad. *Fuchsia magellanica*-*Aristotelia chilensis*. La dinámica de estos bosques, sugieren que la regeneración natural de *Nothofagus obliqua* requiere de algún tipo de perturbación masiva que genere claros iluminados, mientras que los elementos laurifolios acompañantes sólo pueden regenerar bajo dosel.

Estos bosque se distribuyen en sectores planos y pie-de-montes de la depresión intermedia de la Región de la Araucanía y de Los Lagos, en la formación vegetacional del Bosque caducifolio del sur, bajo la influencia del piso bioclimático mesotemplado húmedo oceánico e hiperoceánico, pero también en algunos sectores de ombroclima hiperhúmedo, en este estudio en particular, existe la presencia de estos bosques húmedos, que igualmente son catalogados como humedales por el MMA, esto quiere decir que estos tipos de bosque son de vital importancia para el ecosistema del lugar (Luebert & Pliscoff, 2004).

1.7 Humedales

Los humedales son ecosistemas acuáticos que sostienen la biodiversidad, nos proveen importantes elementos para la vida, los podemos encontrar a lo largo de toda la costa, como estuarios, lagunas costeras o marismas, a lo largo de la Cordillera de los Andes, como salares, lagunas salobres, bofedales, vegas, ríos, lagos y lagunas, hacia el sur de Chile es posible reconocer a los humedales de turberas , son grandes sumideros de gases de efecto invernadero, o los humedales boscosos, conocidos como Hualves o Pitranos, todos ellos, en mayor o menor

cantidad, suministran hábitat a peces, crustáceos, anfibios, reptiles, aves migratorias, entre otros. En Chile somos excepcionalmente diversos en estos ambientes (MMA, 2022).

En el área de estudio se encuentran distintos tipos de humedales, uno de ellos es del tipo Hualves, estos se definen como bosques húmedos, con vegetación nativa, anegados de agua, con drenaje deficiente. Formados por mirtáceas nativas, como el temo (*Blepharocalyx cruckshanksii*), la pitra (*Myrceugenia exsucca*), el chequén (luma chequén), y el tepú (*Tepualia stipularis*), todas ellas especies leñosas. Estos humedales se sitúan principalmente en fosas tectónicas con suelos que presentan mal drenaje (Varela 1981, Ramírez et al. 1983, Castro 1987, San Martín et al. 1988, Solervicens & Elgueta 1994).

También se pueden ver humedales del tipo Ñadis que son sistemas con suelos delgados, saturados o anegados sólo en invierno, poseen una capa de fierrillo impermeable entre el suelo orgánico y el sustrato de ripio (MMA, 2022). Se localizan en la depresión intermedia del centro sur de Chile. Poseen una diversidad pobre. Generalmente se localizan en suelos agrícolas y ganaderos. Estos resultan un paisaje típico en los campos de la comuna.

1.8 Parcelas de agrado

En el país en el último tiempo existe un gran aumento en la ocupación del espacio rural por las parcelas de agrado, lo que aumenta la urbanización del territorio, en Pitrufquén, debido a su alto valor paisajístico y su cercanía a grandes centros turísticos, como Villarrica y Pucón y a su cercanía a la capital regional (Temuco), coloca a Pitrufquén como un potencial centro de ventas de parcelas de agrado, Dentro del área de estudio, en el sector Molco se ha desarrollado bastante la ocupación del espacio rural con las denominadas parcelas de agrado, lo que ha provocado la fragmentación de ecosistemas, microbasurales, reducción de suelos agrícolas e incluso mayor congestión en el área urbana de Pitrufquén.

En chanco en tanto, es un proceso que está comenzando, pero que igualmente se ha observado un aumento gradual en parcelas de agrado, incluso de los llamados

loteos irregulares, los cuales no están permitidos en áreas rurales. Al observar la comparación del año 2013, con el año 2020 (Figuras N°1 y N°2), se indica que existe una gran proliferación en la dinámica de usos de suelo del espacio rural utilizando una importante porción del territorio de un 14,2% de la superficie total.

1.9 Biodiversidad

1.9.1 Remanencia de Ecosistemas

La remanencia de ecosistemas es la proporción de la superficie de ecosistemas remanentes respecto a su extensión histórica potencial. La superficie de área con vegetación nativa (VN) se obtuvo a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales sentinel 2, levantamiento de información en terreno y el catastro de bosque nativo (CONAF, 2013), este último no tiene el nivel de detalles para este trabajo por lo cual se actualizó esta información mediante la metodología en la cual se obtuvo la Carta de uso actual (Cartografía N°2).

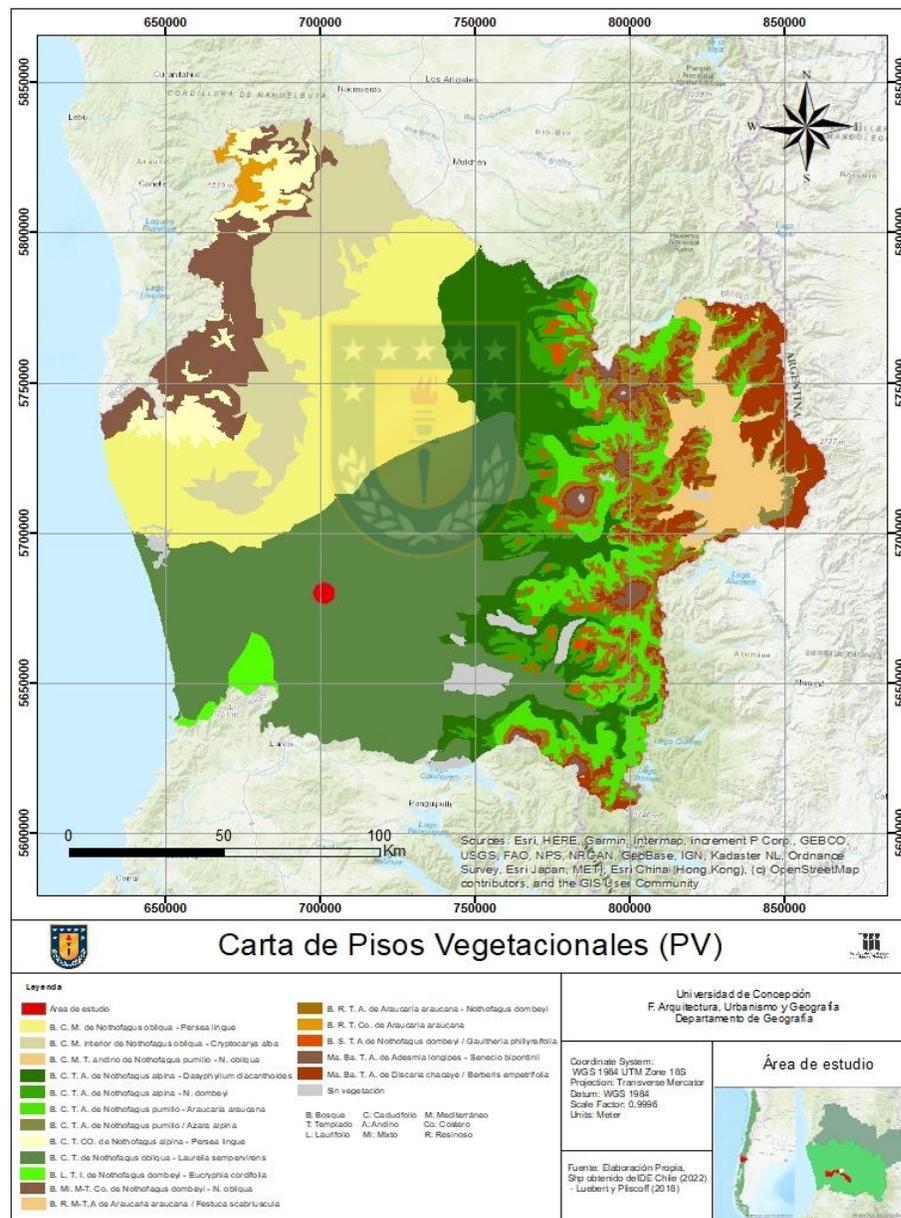
Como se observa en la Tabla N°8, la Superficie del uso de suelo de Bosque y renovación nativo tiene 1.694.832 mt², lo cual corresponde a la vegetación nativa (VN), mientras que la Extensión de los Pisos vegetacionales (PV) se obtuvo mediante la información proporcionada por Luebert y Pliscoff (2018), la cual se puede observar en la Cartografía N°1.5.1. Esto nos indica que el área de estudio mantiene en su totalidad el piso vegetal de “Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*”, por lo cual la superficie de este piso corresponde al total del área de estudio.

Antes de calcular la relación entre la cobertura vegetal existente y los Pisos Vegetacionales, se aplica un filtro de persistencia donde se conservan sólo aquellos polígonos en los que sus especies son parte de la composición florística del piso vegetal que contiene espacialmente al polígono analizado. Los resultados se clasifican en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

El resultado de la remanencia de ecosistemas se puede observar en la Cartografía N°1.5 esto indica las áreas de cobertura de bosque nativo en el área de estudio, la cual tiene como característica contener vegetación del piso “Bosque caducifolio

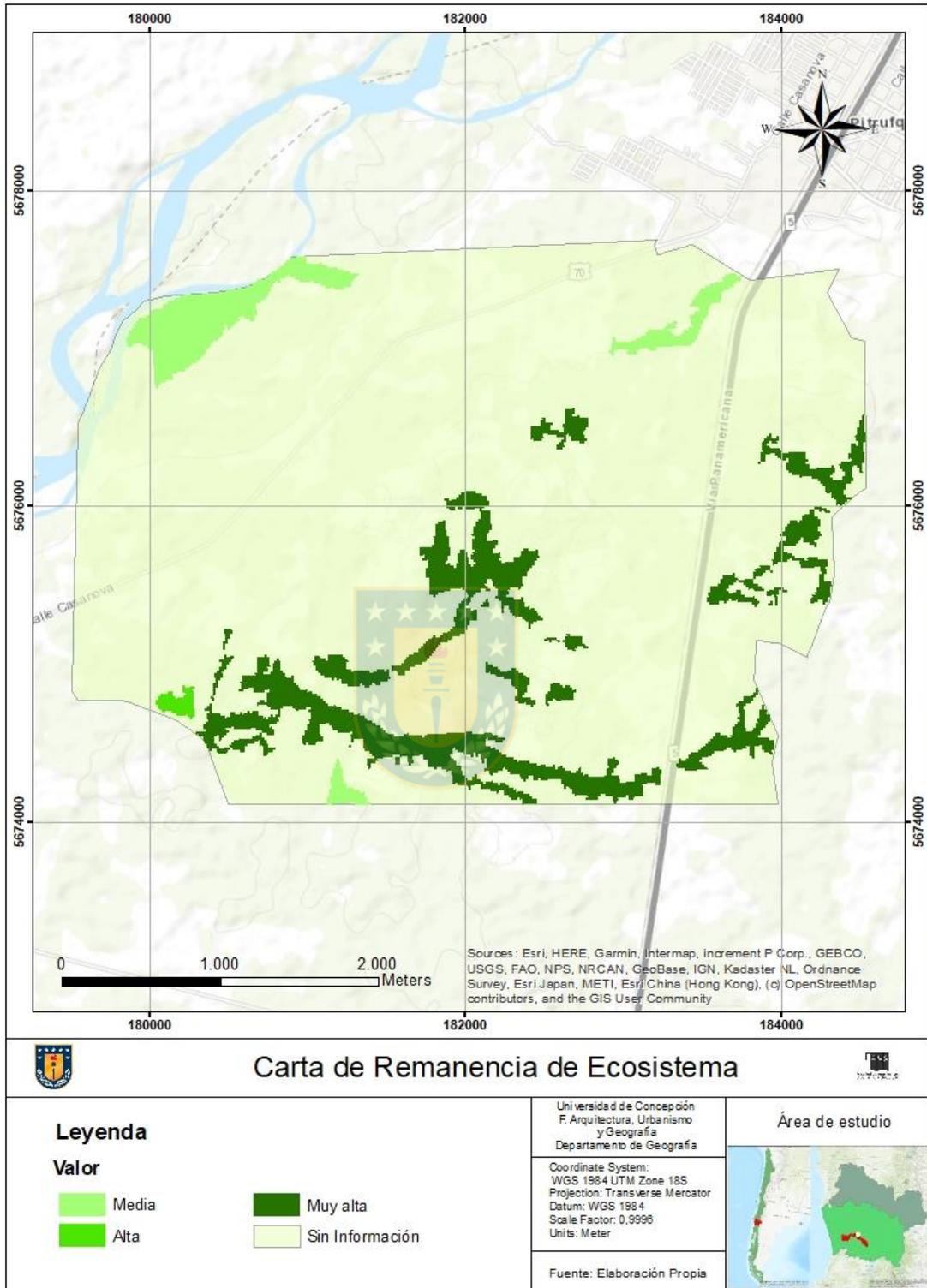
templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia semperviresns*”, los suelos con un valor muy alta, contiene en su totalidad las características de este piso vegetacional, Mientras que los niveles más bajos son suelos vegetacionales que están siendo remplazados por especies exóticas en menor y gran medida, por lo que la cobertura de piso vegetacional del área de estudio en estos ecosistemas está siendo remplazada.

Cartografía N°1.5.1: Pisos Vegetacionales



(Fuente: Elaboración propia.)

Cartografía N°1.5: Remanencia de Ecosistemas



(Fuente: Elaboración Propia)

1.9.2 Riqueza de especies nativas

De acuerdo a la clasificación de vegetación natural de Chile de Gajardo (1994), sitúa al área de análisis dentro de las formaciones vegetales del Bosque Caducifolio del Sur, este se extiende al sur de la IX región ocupando laderas bajas de la cordillera de la costa y de los Andes, lomajes morrénicos y la depresión central sobre un relieve plano, como es el caso del área de estudio.

La situación favorable de precipitaciones permite un gran desarrollo de la vida vegetal, sin embargo, en el último tiempo existe un déficit de acumulación de precipitaciones, por lo cual algunas especies han reducido su presencia en el ecosistema del lugar. A esto se suma el remplazo durante los años por cultivos y praderas, por lo que se encuentran en estados muy marginales y modificados por la acción antrópica.

Según lo indicado anteriormente en la remanencia de ecosistemas con la clasificación de pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff (2004), la información proporcionada por Gajardo (1994) y con el levantamiento de información en terreno nos encontramos con la comunidad de bosque dominada por Roble (*Nothofagus obliqua*) y Laurel (*Laurelia sempervirens*).

En el Anexo N°1, se encuentra la información del número de especies vegetativa nativas que habitan el área, las cuales en. Gran parte de la vegetación encontrada se encuentra altamente degradada por la actividad humana.

Tal como ocurre en gran parte de la Región de la Araucanía, el desarrollo de asentamientos humanos ha dado el paso a campos cultivables, pastizales que permiten la producción de ganado y también últimamente a parcelas de agrado. Los fragmentos de bosque nativos que van quedando (los cuales no han sido intervenidos en su totalidad, por la humedad de los suelos donde están presentes) son utilizados para fines de abastecimientos de leña y son remplazados por especies exóticas como el *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) y *Pinus radiata* (Pino), mezclándose con las especies nativas del bosque y disminuyendo su disponibilidad.

Fauna

En el sector del río Toltén nos podemos encontrar con aves acuáticas, que en invierno se desplazan hacia algunos espejos de agua de humedales fuera de la llanura de inundación, estas usan la vegetación de los humedales necesitan también de sectores de aguas abiertas para aterrizar, nadar y alimentarse. Los claros que se forman en la vegetación palustre incrementan el efecto borde y facilitan el acceso a la misma, permitiendo además la entrada de luz solar, necesaria para el desarrollo de la vegetación sumergida y de los invertebrados que constituyen el alimento de estas especies (Weller & Fredrickson. 1974).

En la Región de La Araucanía, unas 103 especies de aves tienen algún tipo de relación con los humedales. En estos, las aves acuáticas cumplen importantes roles como el de consumidores, aportando materia orgánica, controlando plagas de insectos, dispersando semillas y plantas acuática

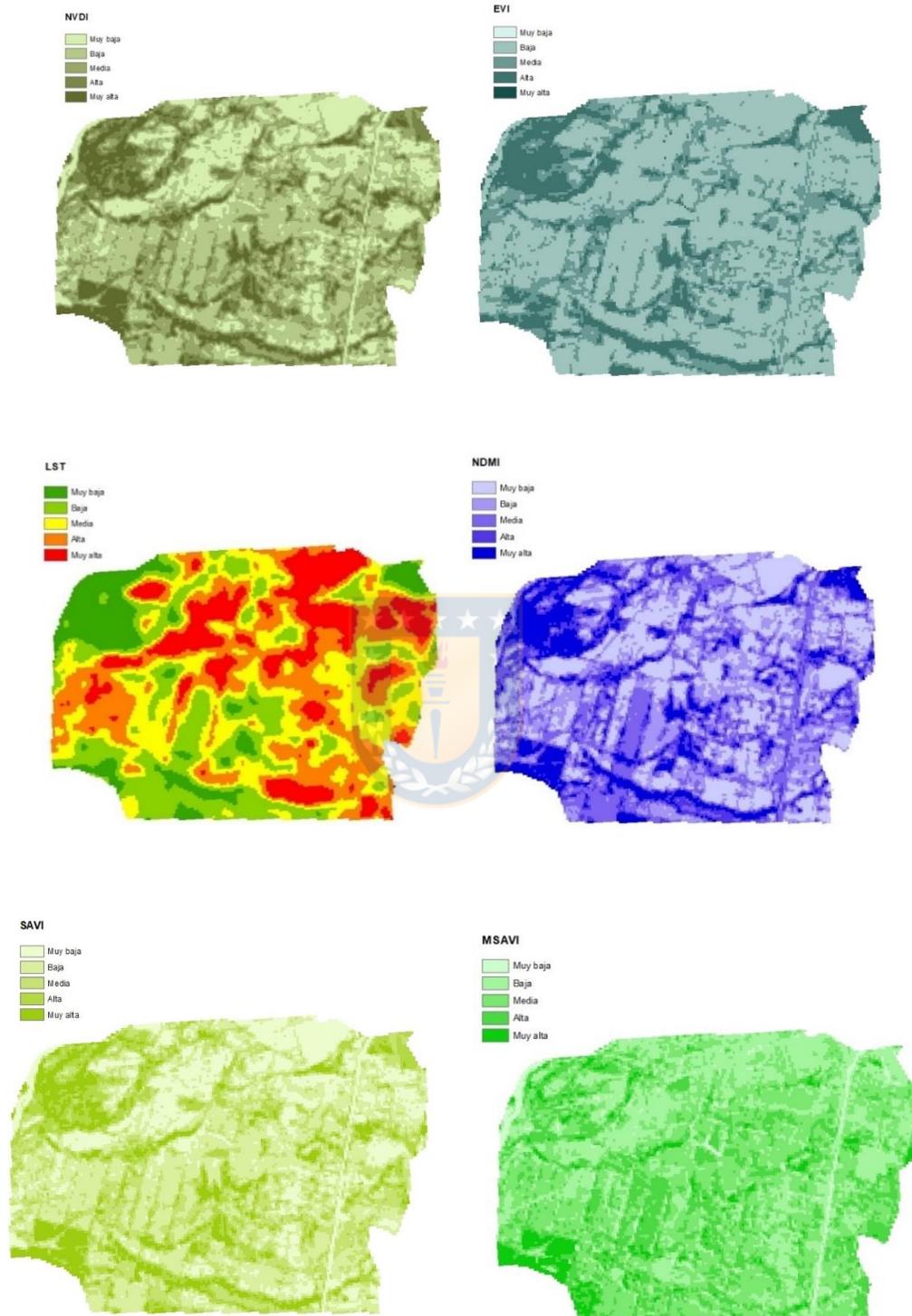
En el Anexo N°2, se detalla el listado de aves observadas en el área de estudio, durante el proceso de levantamiento de información en terreno, así como aquellas informadas por actores relevantes en el tema y agrupaciones sociales.

Cálculo de Riqueza de especies nativas

Como resultado del modelo predictivo, en el cual se utilizaron ecuaciones de una serie de variables predictoras y variables climáticas para calcular la riqueza de especies nativas (detalladas en la metodología). Se obtuvo una carta por cada una de las variables NVDI, EVI, LST, NDMI, SAVI y MSAVI, las cuales se pueden observar en la Cartografía N°1.6.1.

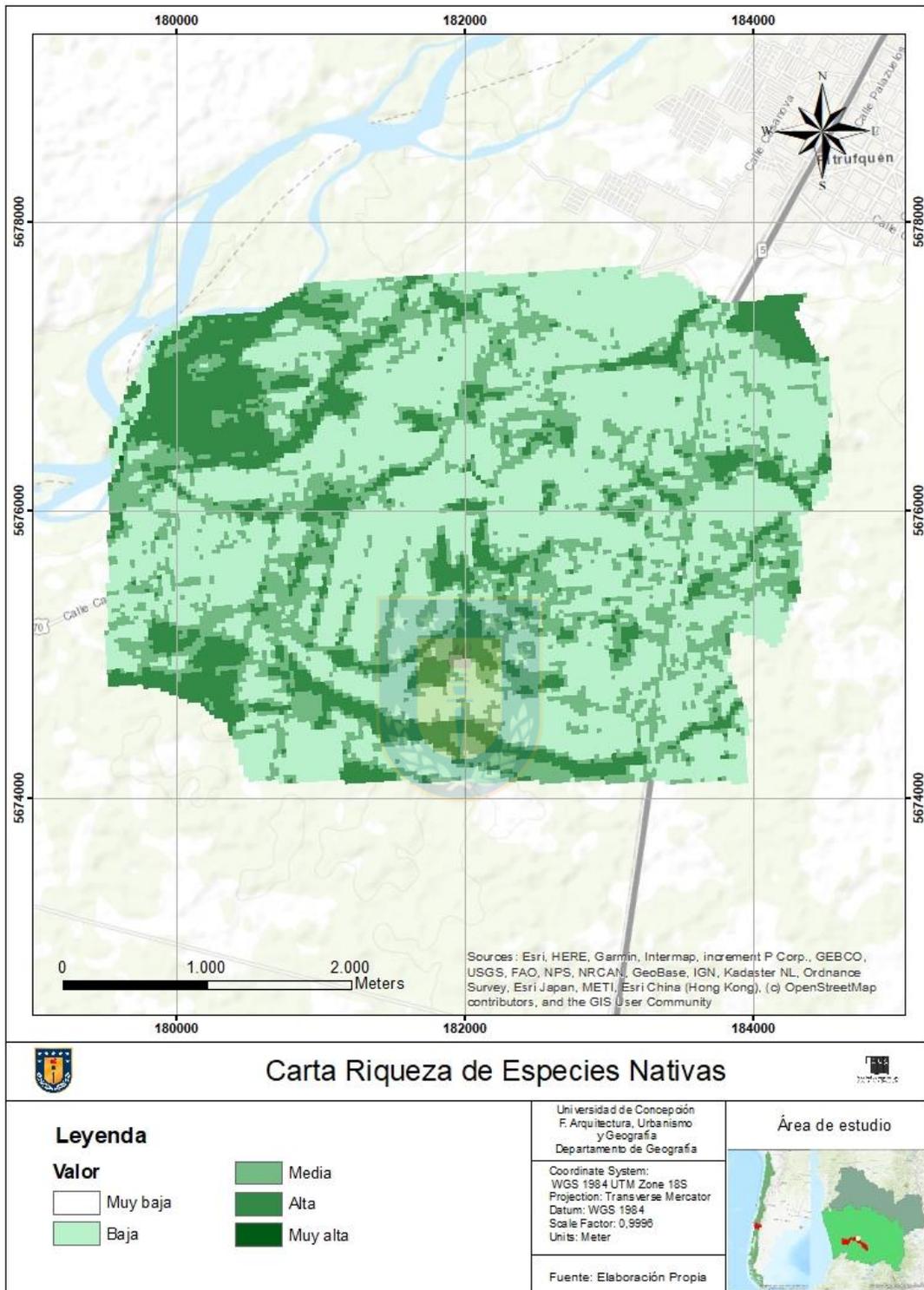
Estas variables se integran entre sí y se obtiene una carta de riqueza de especies nativas, la cual es complementada con la información recolectada anteriormente detallada anteriormente. Como se observa en la Cartografía N° 1.6, existe una alta y muy alta riqueza de especies en las coberturas de suelo relacionadas al bosque nativo, por consiguiente, los valores medios de riqueza se relacionan con los alrededores del bosque nativo y los humedales del área de estudio.

Cartografía N°1.6.1: Serie de Variables Predictoras y de Temperatura



(Fuente: Elaboración propia)

Cartografía N°1.6: Cartografía Riqueza de Especies Nativas



(Fuente: Elaboración propia)

1.9.3 Especies en peligro de conservación

Para este componente se obtuvieron 2 especies nativas de árboles y 4 especies de animales que se encuentran en estado vulnerable (VU) o en peligro (EN) (Tabla N°10), De los cuales es posible encontrar distribuido en la zona centro sur del país, descartando especies que se encuentran tanto en la cordillera como en la costa.

Tanto la *Persea lingue* y *Drimys winteri* son especies que fueron encontradas en terreno y sus descripciones se pueden encontrar en el Anexo N°1, estas especies en la región no están consideradas vulnerables o en peligro dentro de la región de la Araucanía, sin embargo dentro del territorio nacional entre la Región de Arica y Parinacota, y la región de O'Higgins, si se encuentran en situación vulnerable para la especie *Persea lingue* y en peligro para la *Drimys winteri* (Canelo), por lo tanto son especies de especial consideración en la restauración de especies nativas. Estos se pueden encontrar en gran cantidad en el bosque nativo asociado al área de estudio por lo que en la Cartografía N°1.7, se le da un valor muy alto a esta cobertura de suelo, igualmente se pueden encontrar en los humedales, pero en menor cantidad debido a las características de estos, porque se le asignó un valor alto a esta cobertura de suelo.

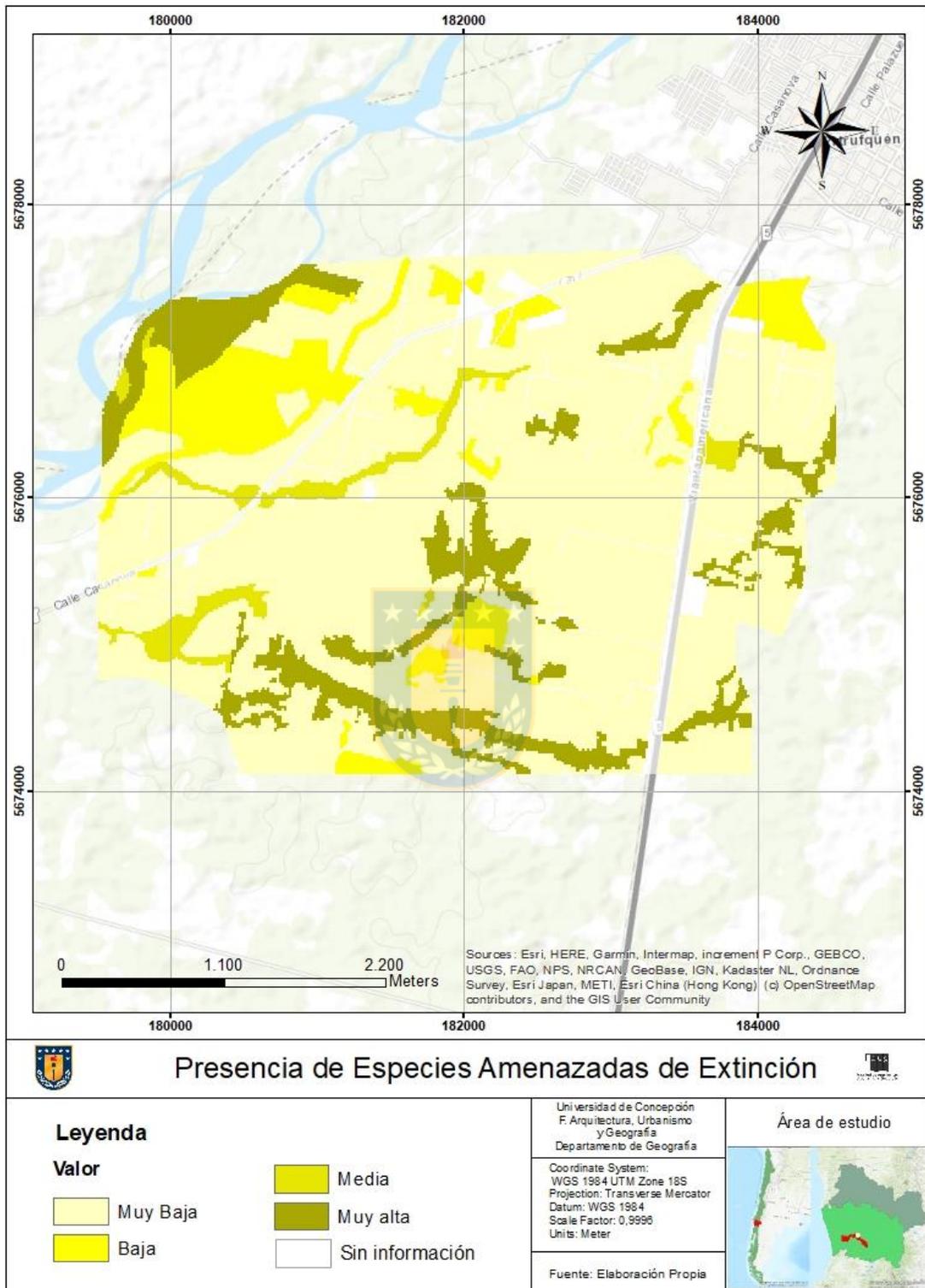
Las especies de animales de la región con categoría vigente de peligro o vulnerabilidad como el *Bombus dahlbomi*, *Liolaemus araucaniensis*, *Liolaemus leftraru*, se caracterizan por distribuirse por todo el territorio, lo cual indica que se pueden encontrar tanto como en zonas silvestres, en zona agrícola-ganadera, y en zona forestal es por esto que a estas áreas de les debe asignar un valor de muy bajo al territorio característico de estas especies. Finalmente, la especie *Lontra provocax* solo se distribuye en los ríos y esteros de la región por lo cual esta cobertura de suelo impone un valor muy alto en su cálculo.

Tabla N°10: Especies en Peligro de Extinción

Nombre Científico	Nombre Común	Nativo o Endémico	Categoría Vigente: CR = En peligro crítico EN = En Peligro VU = Vulnerable (Fuente de categoría)
Flora			
<i>Persea lingue</i>	Lingue	Nativo	VU (XV-VI), LC (VII-XII) (RCE)
<i>Drimys winteri</i>	Canelo, Boique, Voigue, Fuñe, Choól	Nativo	EN (XV-VI) – LC (VII-XII) (RCE)
Fauna			
<i>Bombus dahlbomii</i>	Abejorro, Abejorro colorados, Moscardón, Duillin, Diwmeñ, Abejorro gigante de la Patagonia, Don Basilio	Nativo	EN (RCE)
<i>Liolaemus araucaniensis</i>	Lagartija de la Araucanía	Nativo	VU (RCE)
<i>Liolaemus Leftraru</i>	Lagartija de Leftraru, Leftraru's Lizard (inglés)	Endémico	EN (RCE)
<i>Lontra provocax</i>	Huillín	Nativo	EN (RCE)

(Fuente: Elaboración propia con datos del inventario nacional de Especies de Chile Del MMA (2022))

Cartografía N°1.7: Presencia de Especies Amenazadas de Extinción



(Fuente: Elaboración Propia)

1.10 Servicios Ecosistémicos

Para determinar los SS.EE que posee el territorio se desarrolló una matriz de evaluación cualitativa, lo cual valoro la provisión potencial de estos por los usos de suelo actuales del área de estudio. La matriz (Anexo N°3) resultante contiene 9 coberturas de uso de suelo actuales y 75 clases de SS.EE determinados por CICES (2018)

En la matriz se obtuvieron diferentes niveles de capacidad potencial de proveer SS.EE mediante una escala que oscila entre 0 y 5, en el cual el primero otorga un potencial muy bajo y el segundo indica un potencial muy alto. Se asignaron niveles a todos los SS.EE, para luego obtener la mediana del potencial de cada una de las coberturas, esto nos dio como resultado la provisión potencial y su importancia dentro del territorio de los SS.EE.

En la Cartografía N°1.8, se puede observar el resultado de la matriz, esto nos muestra las zonas que tienen un nivel de provisión servicios desde el ecosistema. Esto muestra que la cobertura de bosque renoval nativo, humedales y vegas, y ríos y esteros, tienen un potencial muy alto de provisión de SS.EE, los cuales destacan:

- Interacciones directas, in situ, y al aire con sistemas físicos naturales que dependen del medio ambiente (Características del sistema natural para interactuar físicamente, experimentalmente e intelectualmente).
- Interacciones indirectas con sistemas físicos naturales que no depende del entorno ambiental (Características naturales abióticas o bióticas de la naturaleza que habilitan interacciones espirituales, simbólicos y otros), un ejemplo de aquello es el “Menoko”, el cual es un sitio sagrado por el pueblo mapuche, porque alberga una gran cantidad de hierbas medicinales, de uso común en la medicina tradicional mapuche.
- Transformación de insumos bioquímicos o físicos a los ecosistemas (mediación por otros químicos o medios físicos (vía secuestro, almacenamientos o acumulación)).

- Regulación de condiciones bioquímicas, físicas o biológicas (Regulación de flujos de línea de base y eventos extremos, mantención del ciclo de vida, hábitat y protección de la reserva genética, regulación de calidad de los suelos, condiciones hídricas, y composición y condición atmosférica), como por ejemplo la polinización, dispersión de semillas, mantención de hábitat, regulación de temperatura y humedad, regulación del agua dulce, entre otros.
- Regulación de condiciones físicas, químicas o biológicas (mantención y regulación por procesos naturales inorgánicos, químicos y físicos)

A partir de esta información general sobre los SS.EE, Se eligieron dos servicios ecosistémicos a evaluar, los cuales son de vital importancia para el resguardo de la biodiversidad y son coherentes con los objetivos de la planificación de la propuesta, estos son el almacenamiento de carbono y la regulación del agua.

1.10.1 Almacenamiento de carbono

Este SS.EE corresponde a las áreas de almacenamiento de carbono en la biomasa vegetal y en el suelo, La primera corresponde a la vegetación encargada de incorporar el carbono atmosférico al ciclo biológico por medio de la fotosíntesis, Mientras que la segunda juega un papel muy importante en el ciclo y almacén del carbono en estos ecosistemas. La deforestación y la degradación del recurso forestal han sido muy aceleradas en las últimas décadas. Las causas que más impacto tienen en la deforestación son el cambio en el uso del suelo, tales como la conversión a ganadería y a cultivos agrícolas. Estos factores varían en importancia según el tipo de ecosistema (Ordoñez, 1998)

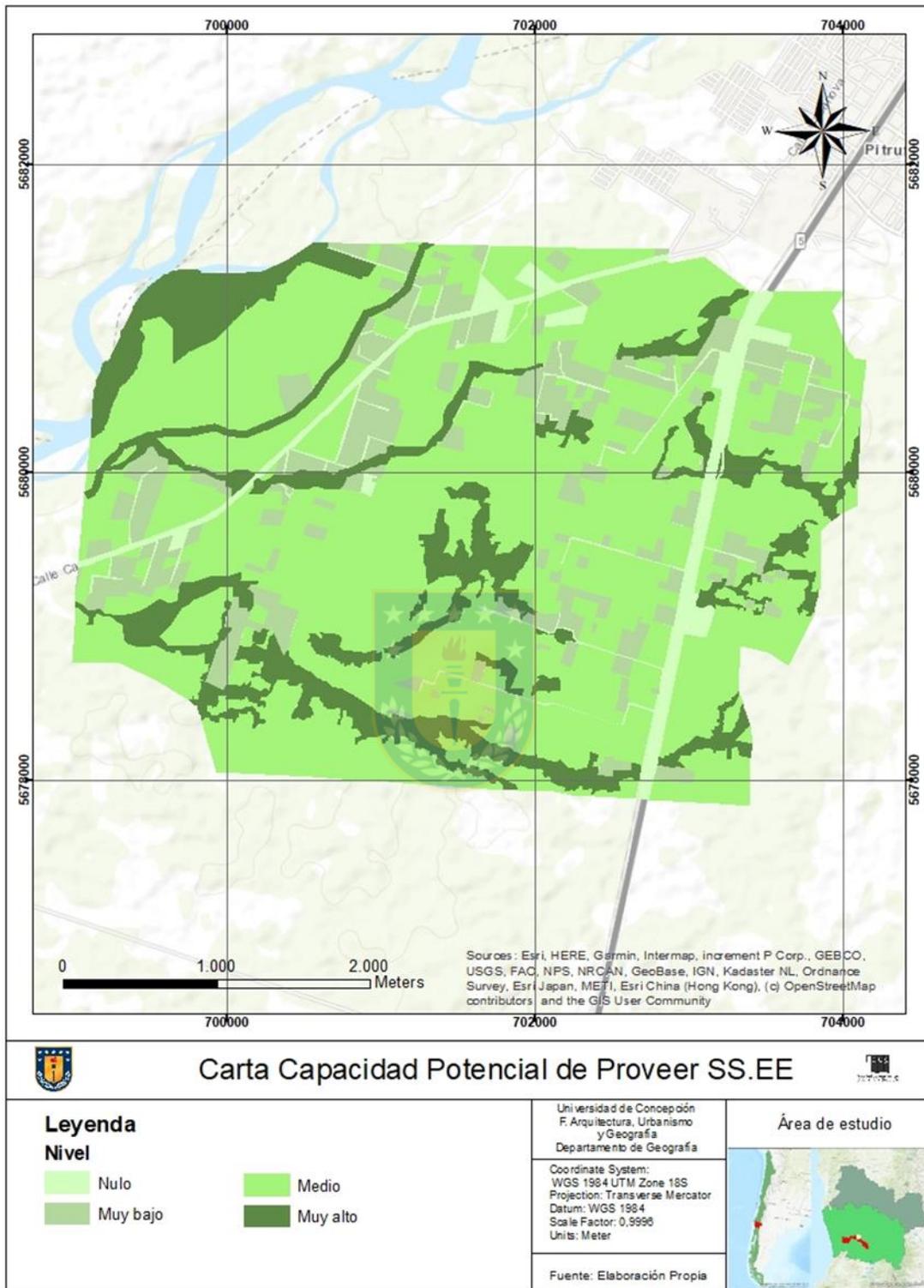
El secuestro de carbono se efectúa en los ecosistemas forestales mediante el intercambio de carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración, llevando al almacenamiento en la Biomasa y en el suelo (De Petre, Karlin, Ali, & Reynero, 2011). Aunque la estimación de carbono almacenado en el suelo no es fácil de cuantificar, ésta es necesaria para entender mejor la distribución y la importancia relativa de los almacenes aéreos y subterráneos de carbono en los ecosistemas terrestres (Acosta, Etcheverers, Monreal, Quednow, & Hidalgo, 2001)

1.10.2 Regulación de Agua

Este SS.EE de regulación hídrica se refiere a la proporción de las precipitaciones que pueden ser interceptadas e infiltradas en napas subterráneas, contribuyendo al constante flujo de agua como escorrentía superficial. El proceso de regulación hídrica comienza con la interceptación de la precipitación incidente por el dosel de la vegetación, donde una gran proporción se pierde por evaporación. El agua residual de esta etapa, fluye a través del escurrimiento, acoplándose a la precipitación directa la cual no es interceptada y llega directamente al suelo, donde una proporción fluye como escurrimiento superficial, otra se infiltra y se almacena en el suelo, quedando disponible para las plantas y el resto se acumula en napas subterráneas. Por ende, la regulación y almacenamiento de agua dependerá de estos procesos circunscritos al balance hídrico, donde el tipo de vegetación (*v.g.*, tasas de evapotranspiración) y las características físicas del suelo (*v.g.*, infiltración) condicionan la capacidad de regulación (Gizzetti, Lanzanova, Liqueste, Reynaud, & Cardoso, 2016).



Cartografía N°1.8: Capacidad Potencial de Proveer SS.EE



(Fuente: Elaboración propia)

3. Evaluación Ecológica

1.1 Relevancia ecológica

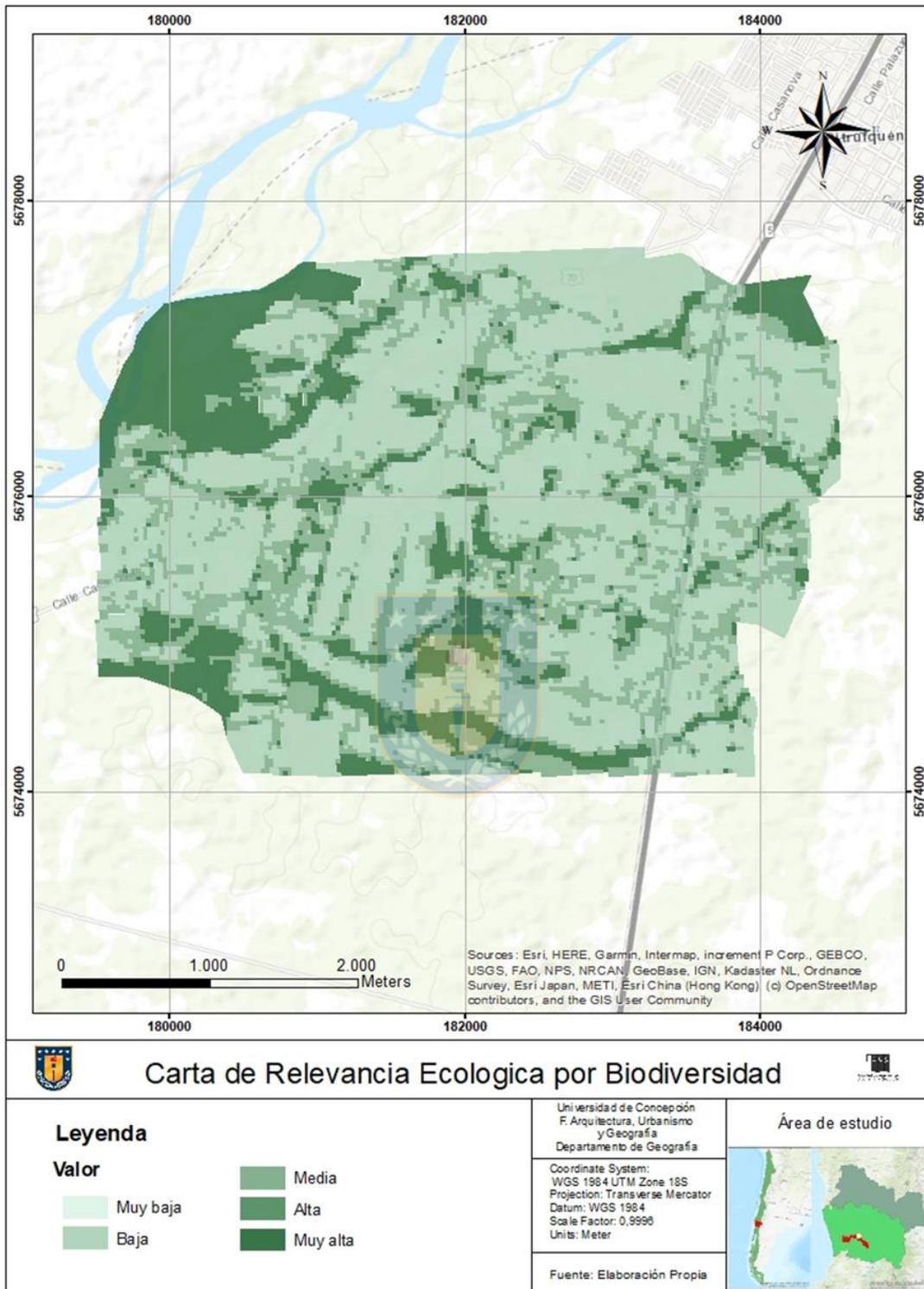
1.1.1 Relevancia ecológica por biodiversidad

Como resultado de esta evaluación, la cual se obtuvo integrando los componentes de la riqueza de especies nativas, permanencia de ecosistemas y especies con categoría de conservación, se observa una superficie del 19% de áreas con nivel muy alto de relevancia ecológica.

Por medio de la Cartografía N°1.9 se puede observar que en los usos de suelo están asociados a Bosque renoval nativo, Humedales, Forestal, Ríos y esteros, estos se identifican como zonas relevantes de gran diversidad de especies de flora y fauna. Destacan en relevancia ecológica el bosque nativo y humedales tipo huelle, debido a su gran diversidad de especies de árboles y matorrales nativos, que cuentan con la presencia de especies amenazadas según la Tabla N°10, como *Drimys winteri* (Canelo) y *Persea lingue* (Lingue), además son lugares de ser lugares de nidificación de aves, esto explica el gran valor que se obtuvo en el cálculo de la relevancia ecológica.

Respecto a los niveles de relevancia restante por biodiversidad: media y baja, en conjunto ocupan una gran superficie del 81% del área de estudio. El resultado de la clasificación se asocia a los usos de suelos productivos, cultivos anuales, pastoreo intensivo, red vial y parcelas de agrado. Los suelos clasificados no son relevantes de manera positiva en la biodiversidad, y constituyen un factor importante de pérdida de los componentes naturales del sector.

Cartografía N°1.9: Relevancia ecológica



(Fuente: Elaboración propia)

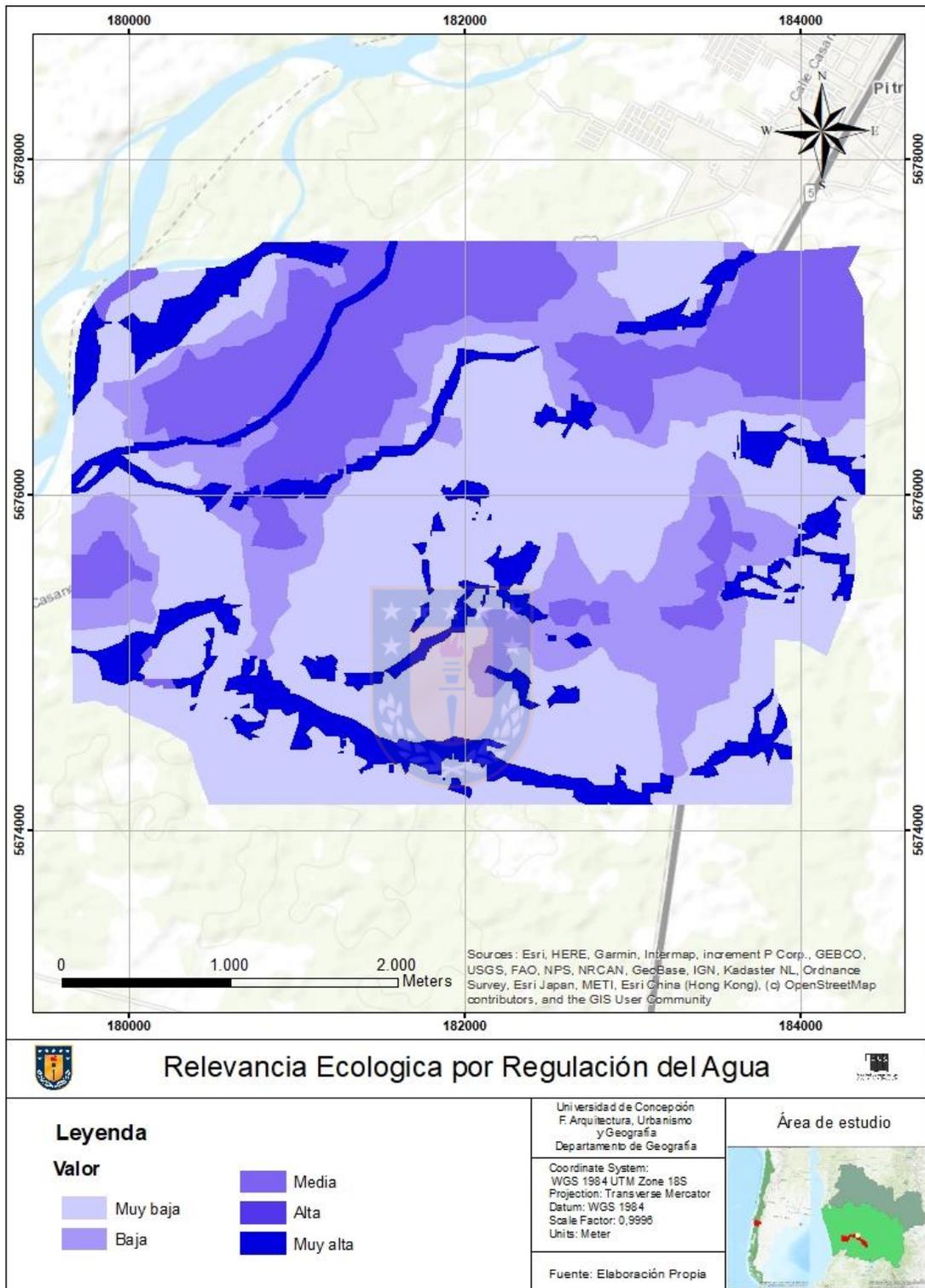
1.1.2 Relevancia Ecológica por Regulación de Agua

La regulación de agua da cuenta de la capacidad potencial de un territorio para favorecer el mantenimiento de las características del ciclo hidrológico. Para calcularlo se sugiere integrar el contenido de agua en la vegetación y el suelo con la capacidad potencial de las coberturas de suelo para proveer este servicio ecosistémico (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020).

Como resultado de esta evaluación, la cual se obtuvo integrando el contenido de agua y la capacidad potencial de las coberturas de suelo, remanencia de ecosistemas y especies con categoría de conservación, se observa en la Cartografía N°1.10 una superficie del 14% de territorio con nivel muy alto de relevancia ecológica para este SS.EE. Esto corresponde principalmente a los humedales, los ríos y esteros presentes en el territorio, los cuales son cruciales para mantener el ciclo hidrológico, a esto se suma la presencia de abundante vegetación en los bosques nativos.

Respecto a los niveles medio de relevancia ecológica de este SS.EE, que cuentan con un 13% de la superficie total, se observan principalmente en áreas más cercana al río Toltén lo que da cuenta que cuentan con suelos con mayor contenido de agua. Mientras los niveles de relevancia bajo y muy bajo concentran 22% y un 36%, que equivale a más de la mitad de la superficie, y corresponde principalmente a áreas con poca vegetación relacionado principalmente a coberturas de suelo de cultivos anuales y pastoreo intensivo.

Cartografía N°1.10: Relevancia Ecológica por Regulación de Agua



(Fuente: Elaboración propia)

1.1.3 Relevancia ecológica por almacenamiento de carbono

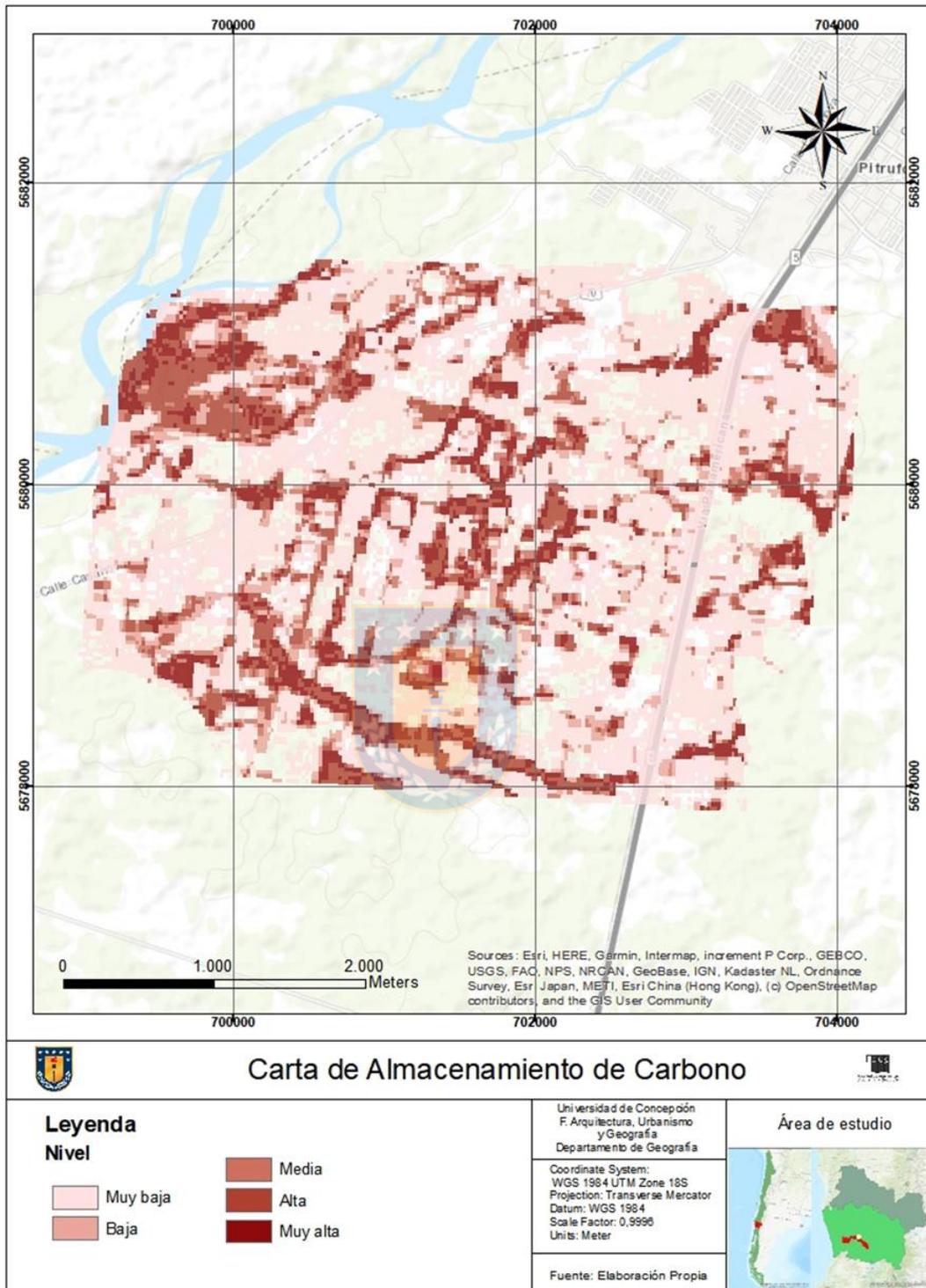
El resultado de esta evaluación por almacenamiento de carbono, la cual se obtuvo integrando los componentes de Biomasa vegetal y carbono en el suelo obtuvo una superficie del 14% de áreas con nivel muy alto de relevancia ecológica para el secuestro de carbono, esto determina las áreas a tener en cuenta y que cumplen características importantes en el resguardo y restauración de la vegetación en la potencial propuesta de planificación ecológica.

Por medio de la Cartografía N°1.11 se puede observar que en los usos de suelo de alto y muy alto valor están asociados a Bosque renoval nativo, Humedal y Forestal, estos se identifican como zonas relevantes de gran presencia de biomasa vegetal y carbono en el suelo, que fueron identificadas con información obtenida de Zarin et al. (2016 y Hegl et al (2017)

Respecto a los niveles de relevancia restante para el almacenamiento de carbono media, baja y muy baja, en conjunto ocupan una gran superficie del 76% del área de estudio. Este resultado de la clasificación se asocia a los usos de suelos productivos, cultivos anuales, pastoreo intensivo y parcelas de agrado. De los cuales, tanto la cobertura de cultivo y pastoreo intensivo obtienen un nivel medio de carbono y se basan solo en carbono almacenado en el suelo.

Así mismo los niveles más bajos corresponde a usos de suelo intervenidos por el ser humano, lo que remueve y fracciona las coberturas de suelo con un alto nivel de contenido de biomasa, esos son la red vial, parcelas de agrado y áreas productivas, los cuales no le dan un valor importante a la relevancia de almacenamiento del carbono porque su aporte es nulo.

Cartografía N°1.11: Relevancia Ecológica por Almacenamiento de Carbono



(Fuente: Elaboración propia)

1.2 Intensidad Potencial de los Efectos Negativos (IPEN)

La matriz de evaluación de intensidad potencial de efectos por usos de suelo actúa bajo el concepto de impactos sobre el territorio, es decir, efecto de una actividad o uso de suelo propuesto sobre una determinada unidad o zona identificada por relevancia ecológica (Ruiz, 2010). Asimismo, a partir de las características de los efectos ambientales de usos, actividades u otro tipo de intervenciones antrópicas, se realiza la evaluación de intensidad potencial de efectos en 5 niveles cualitativos.

El valor IPEN fue designado cualitativamente, y en este sentido los usos de suelo que actúan sobre el territorio y que tienen un valor alto de intensidad son las plantaciones forestales, áreas productivas, red vial y parcelas de agrado. A este último se le asignó un valor alto debido a uno de los objetivos principales de esta propuesta, lo cual nos dará un análisis de la IPEN que puede producir en el espacio rural las parcelas de agrado.

Tabla N°11: Valor IPEN Designado a la Relevancia Ecológica y Usos de Suelo

Usos de suelo actual	Biodiversidad	Regulación de agua	Almacenamiento de carbono
Bosque renoval Nativo	1	1	1
Área de pastoreo intensivo	4	3	3
Humedales y vegas	1	1	1
Plantación Forestal	5	5	1
Parcelas de agrado/ otros asentamientos	5	5	5
Cultivos anuales	3	2	2
Ríos y esteros	1	1	1
Área Productiva	5	5	5
Red vial	5	5	5

(Fuente: Elaboración propia)

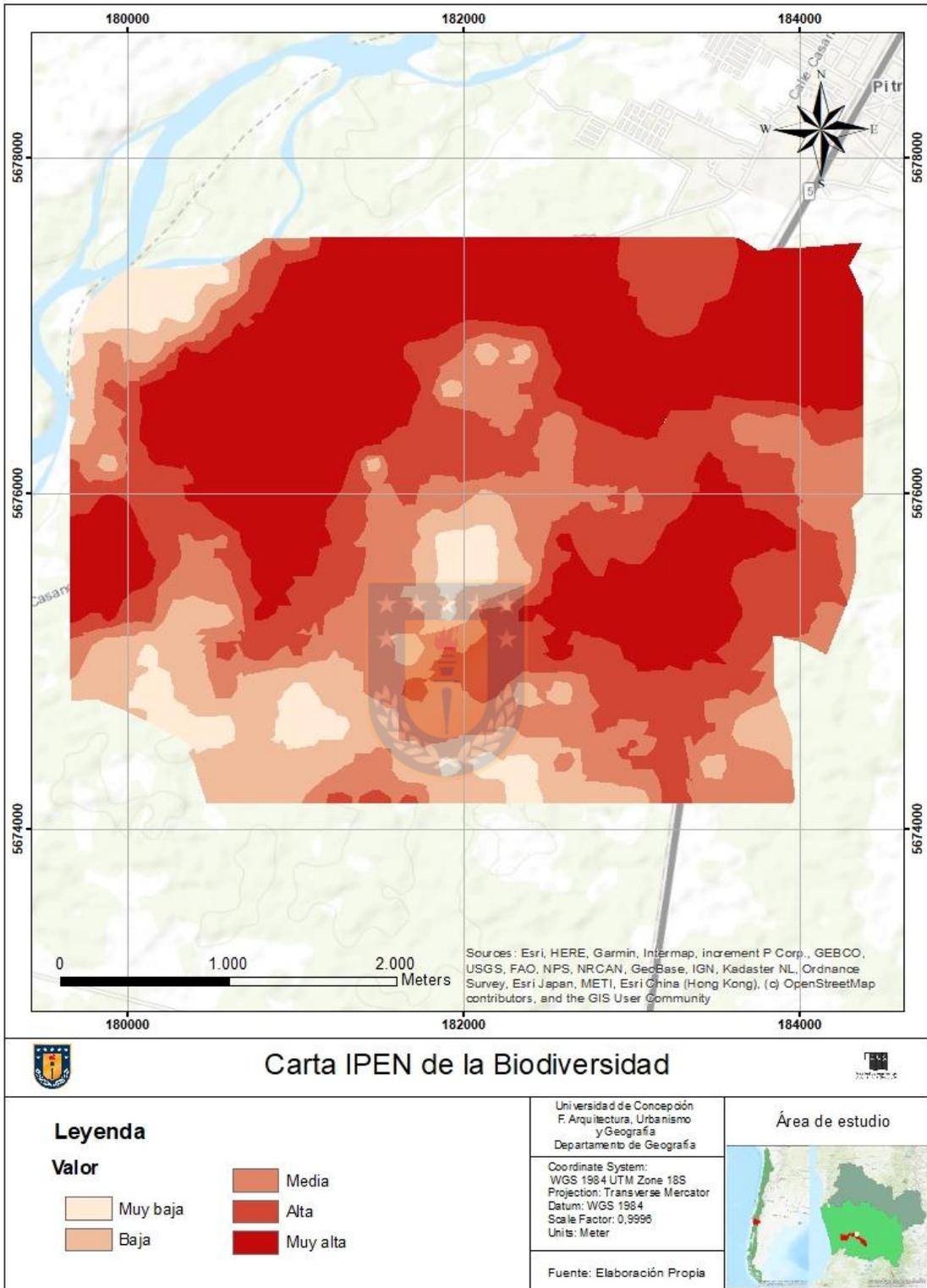
1.2.1 IPEN Sobre la Biodiversidad.

De estos usos de suelo se mencionan las plantaciones forestales, parcelas de agrado, áreas productivas y la red vial, como agentes que cambian los usos de suelo que reemplazan o remueven las especies de flora, obstaculizan el libre desplazamiento y destruyen lugares de anidación de especies de fauna nativa

En la Cartografía N°1.12, se puede observar que existe una alta y muy alta IPEN en áreas colindantes a carreteras, parcelas de agrado y plantaciones forestales, lo que da cuenta que esas coberturas de suelo, provocan el deterioro de la biodiversidad y la degradación de la misma, un factor importante de este efecto es la fragmentación del territorio que se produce principalmente por estas coberturas de suelo. También existe una intensidad media en área colindante a usos agrícola-ganaderos los cuales al igual los usos anteriores provocan un efecto borde a las áreas con mayor relevancia ecológica como el bosque renoval nativo y humedales.

Sin embargo, existen zonas don el valor de IPEN es bajo y muy bajo, estos lugares se caracterizan por estar alejados de las parcelas de agrado y de las plantaciones forestales, por lo cual constituye una potencialidad de efectos negativos baja y muy baja, sin embargo, esta área es menor, por lo que los próximos años es crucial evitar que siga aumentando su territorio la variable IPEN.

Cartografía N°1.12: IPEN sobre Biodiversidad



(Fuente: Elaboración propia)

1.2.2 IPEN Sobre Regulación del Agua

Como resultado general se estima que las parcelas de agrado y uso productivo, son actividades productivas que aportan al consumo hídrico de los cuerpos y cursos de agua, así como la intervención de los flujos hidrológicos, además a esto se suma a los usos de cultivo anual y plantaciones forestales por el intenso uso hídrico.

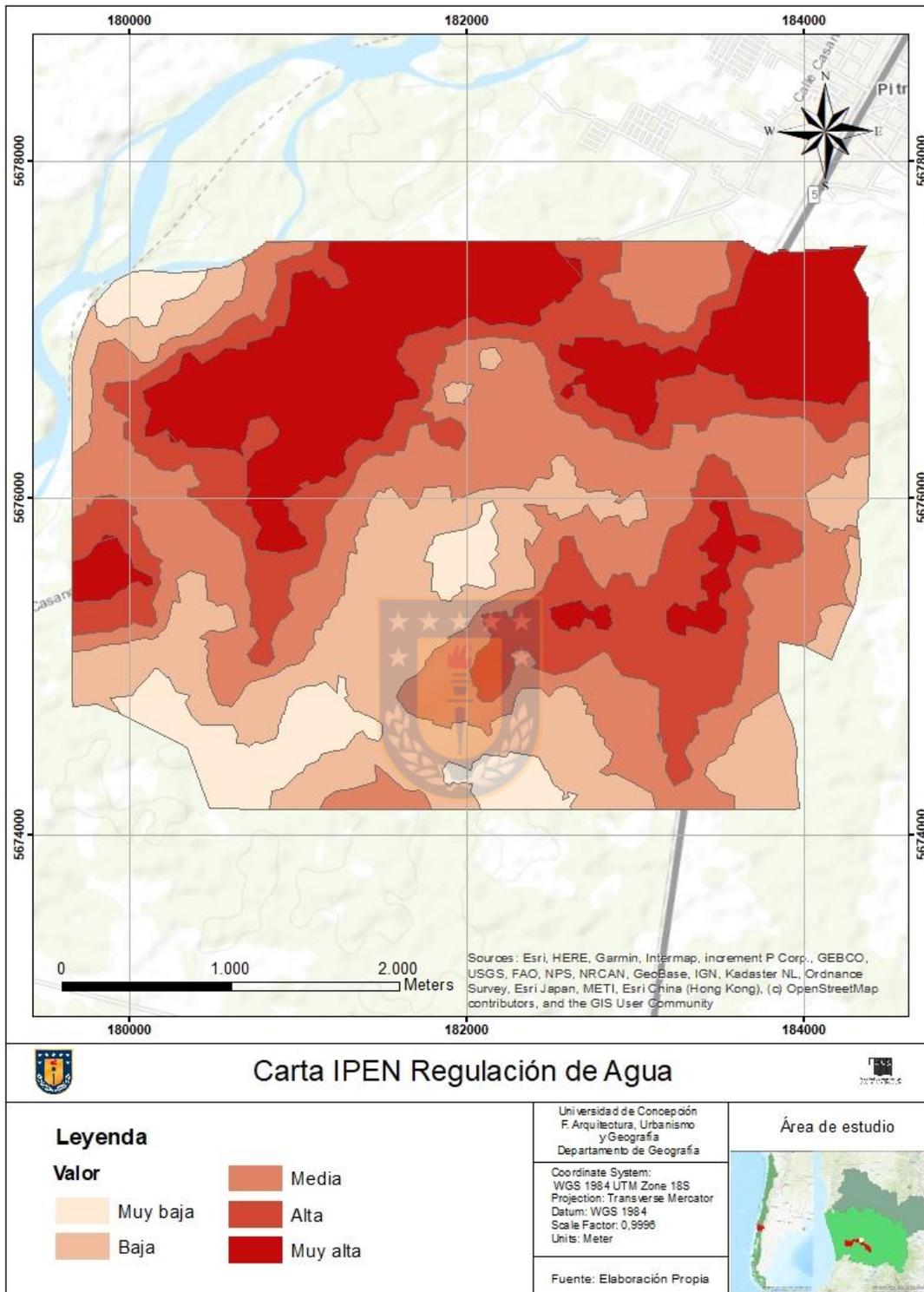
Las parcelas de agrado y todo lo relacionado al uso y expansión urbana afecta a la regulación del agua por efectos de la impermeabilización del suelo que derivan de la edificación, pavimentación, uso de piscinas y de pozos, impiden la recarga de acuíferos.

Como se muestra en la Carta N°1.13, la modelación de IPEN muestra altos impactos en las área de uso productivo, plantación forestal y parcelas de agrado, esto debido a múltiples factores, como el caso del mono cultivo de especies con alta demanda de recurso hídrico y también el caso de las parcelas de agrado que recurren a una mayor demanda de este recurso que se manifiesta a través de pozos y APR (Agua Potable Rural), lo cual constituye un alto consumo humano del recurso hídrico extraído de las napas subterráneas.

A esto se suma el agua extraída para las coberturas de suelo cultivo anual y pastoreo intensivo que tienen un valor de intensidad menor que los anteriormente nombrados, pero que igual utilizan el agua. Si bien en algunos lugares el uso de agua para los cultivos es importante, para este sector disminuye su uso, ya que son cultivos de familias campesinas que no cuentan con sistemas de regadío establecido, por lo cual el uso de este recurso se basa en lo que se acumula en temporada invernal.

Los niveles más bajos de IPEN de regulación de agua, se encuentran cercanos a grandes fuentes de agua como el río Toltén y los humedales tipo huelle, los cuales también esta representados cercano a los valores más altos de intensidad debido a su cercanía con las coberturas de suelo de mayor intensidad de IPEN.

Cartografía N°1.13: IPEN Regulación de Agua



(Fuente: Elaboración propia)

1.2.3 IPEN Sobre el Almacenamiento de Carbono

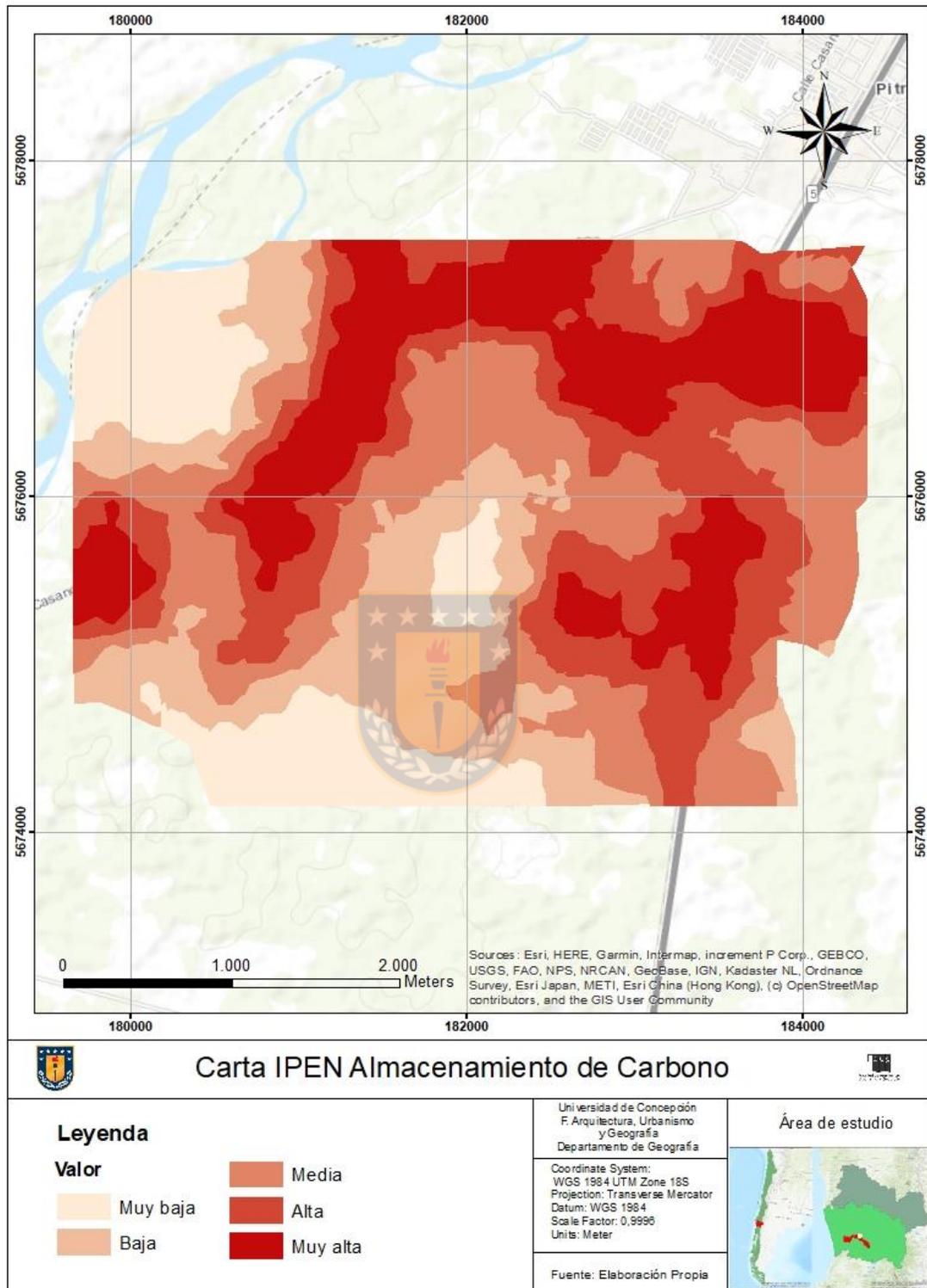
La IPEN se vincula a los usos de suelo de parcelas de agrado, red vial y área productiva, ya que estas coberturas generan compactación del suelo como efectos de remoción y extracción del suelo, como también y muy importante dentro del área de estudio, la eliminación o degradación de las coberturas vegetales.

Sobre la modelación observada en la Cartografía N°1.14, en las áreas de alto valor IPEN se visualiza con un patrón similar a la biodiversidad y regulación del agua, otorgándole un valor alto y muy alto de IPEN a las coberturas de suelo de uso productivo y parcelas de agrado, y también en las redes viales pavimentados en las que se encuentra la ruta 5 y el camino a Toltén.

El IPEN disminuye de medio a muy bajo en zonas alejadas de las coberturas de suelo de alto valor, e igualmente por su alta relevancia ecológico ante la presencia de una alta cobertura vegetal en el uso de suelo.



Cartografía N°1.14: IPEN Almacenamiento de Carbono



(Fuente: Elaboración propia)

1.3 Riesgo Ecológico

1.3.1 Riesgo Ecológico de la Biodiversidad

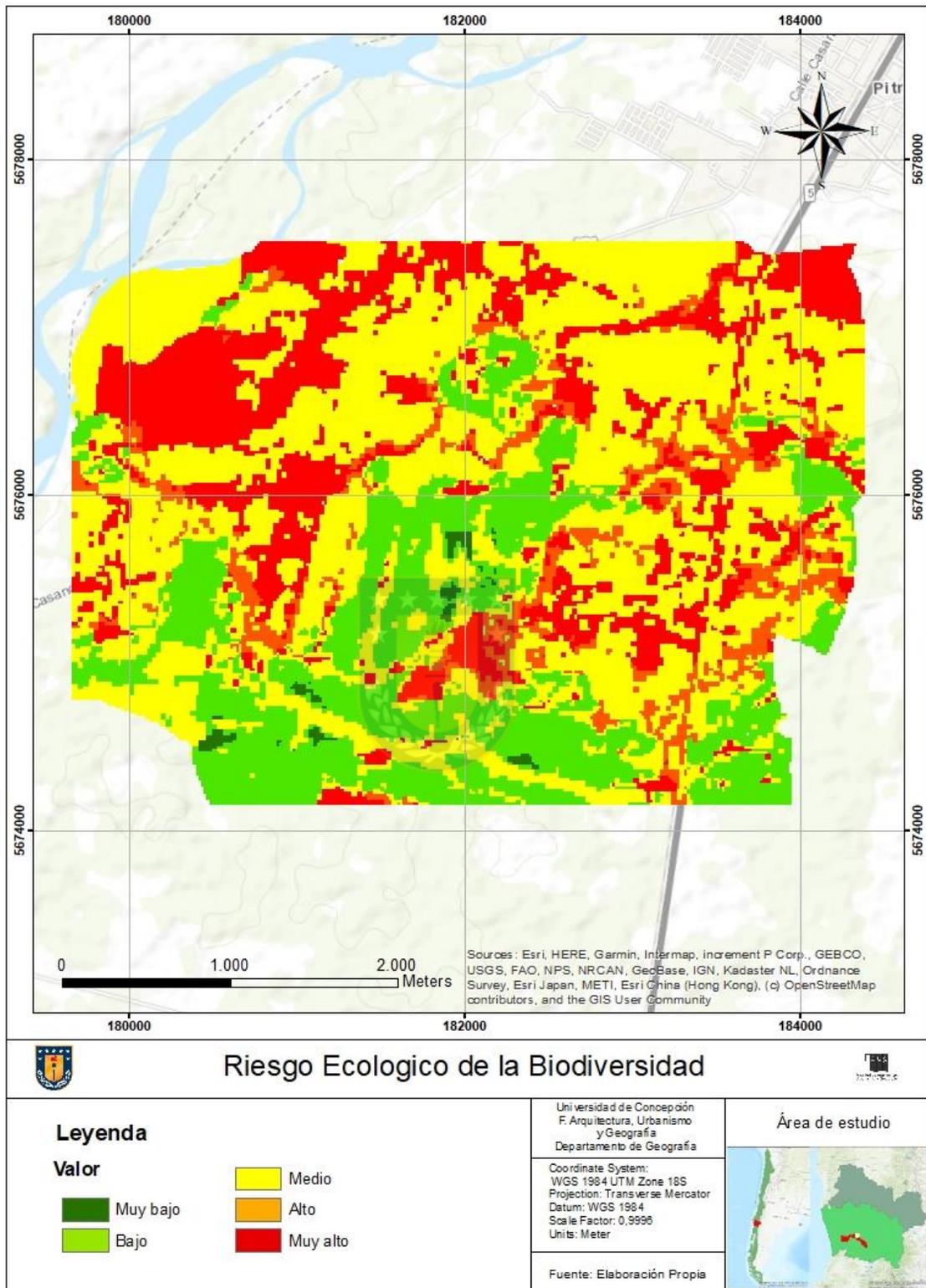
El Riesgo Ecológico de la biodiversidad muestra muy alto riesgo en los ecosistemas asociados a sistemas de humedales y bosque nativo del sector oriente del área de estudio.

Estas zonas tienen en común la combinación de nivel alto de Relevancia Ecológica e IPEN. En este sentido, la biodiversidad se caracteriza por poseer una gran importancia y, sin embargo, se encuentra potencialmente alterada por las actividades productivas y uso de suelo que se vincula a las parcelas de agrado, áreas productivas y plantaciones forestales.

En la Cartografía N°1.15 es posible distinguir estas zonas de alto valor de riesgo ecológico, en donde se ven afectados estos importantes ecosistemas dado a su cercanía con coberturas de suelo con alto valor IPEN.

En la parte sur del área de estudio se puede observar que los ecosistemas identificados tienen un valor de riesgo ecológico medio, y esto se debe a la lejanía que tienen con las coberturas de suelo con valor IPEN alto y muy alto.

Cartografía N°1.15: Riesgo Ecológica de la Biodiversidad



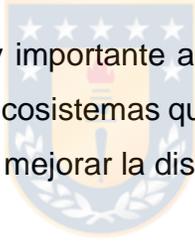
(Fuente: Elaboración Propia)

1.3.2 Riesgo Ecológico de la Regulación de Agua

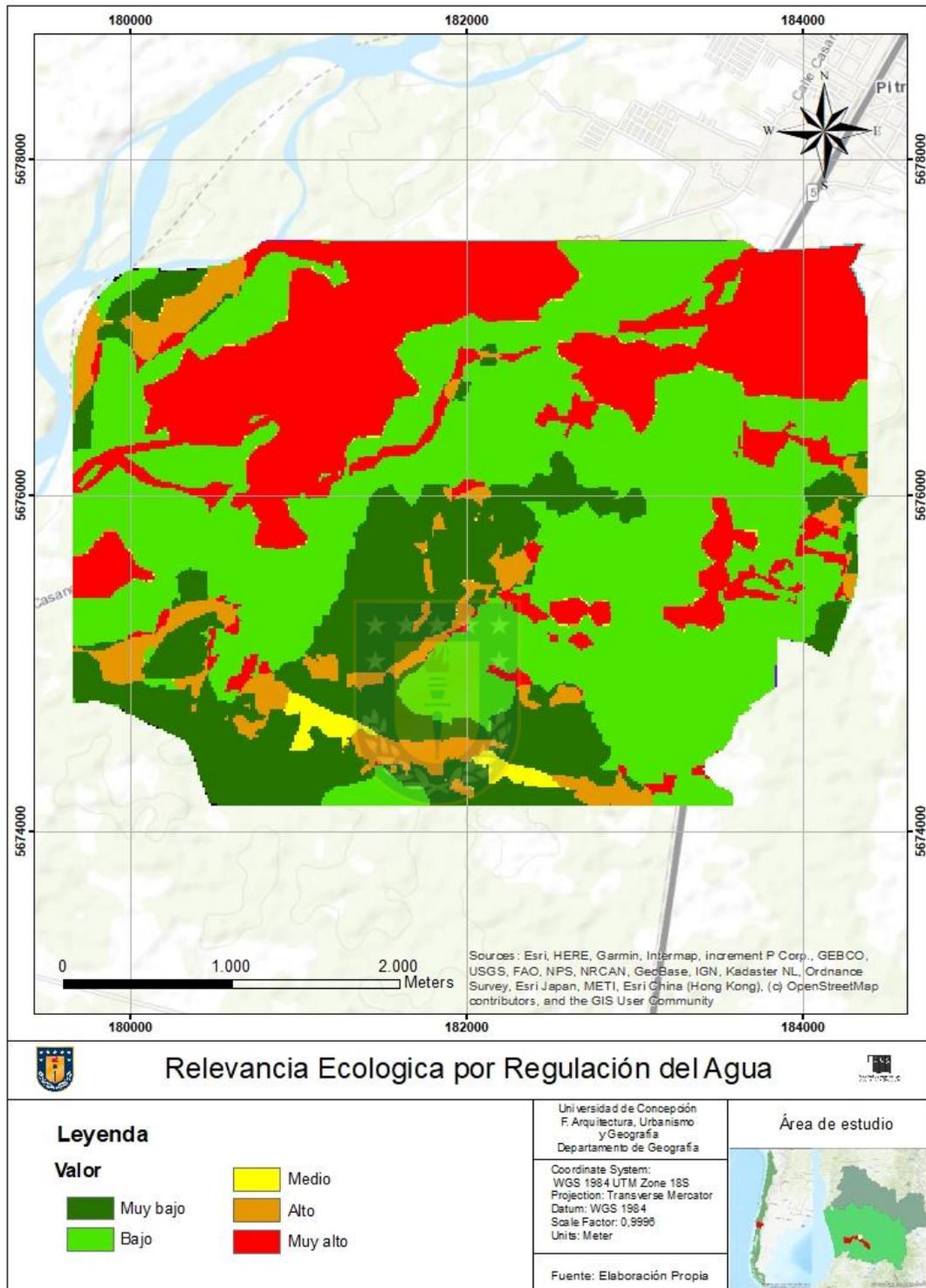
El Riesgo Ecológico de la regulación de agua presenta valores de muy alto riesgo en cursos de agua que atraviesan toda el área de estudio (considerando la carta N°2 de hidrología), en los cuales los humedales pertenecen a una red hídrica de alta relevancia ecológica y muy alta IPEN sobre la regulación de agua. Destacan igualmente las zonas saturadas en parcelas de agrado, esto debido a que se encuentran sobre suelos con alto contenido de agua, por ende, la IPEN es alta, además de interrumpir el flujo de la red hídrica y aumentar el consumo de agua, la cual tiene una disponibilidad limitada.

En la Cartografía N°1.16 es posible observar estas características, en la cual se puede observar que en algunos ecosistemas se observa un nivel medio y alto, lo cual se debe principalmente a sus cercanías a coberturas de suelo agrícola y ganadero, los cuales tienen un nivel de relevancia alto, pero un IPEN medio.

Esta variable de riesgo es muy importante ante las diferentes propuestas que se integraran más adelante y son ecosistemas que guardan un valor importantísimo en el objetivo de frenar la sequía y mejorar la disponibilidad de agua en este sector.



Cartografía N°1.16: Riesgo Ecológico por Regulación del Agua



(Fuente: Elaboración Propia)

1.3.3 Riesgo ecológico del Almacenamiento de Carbono

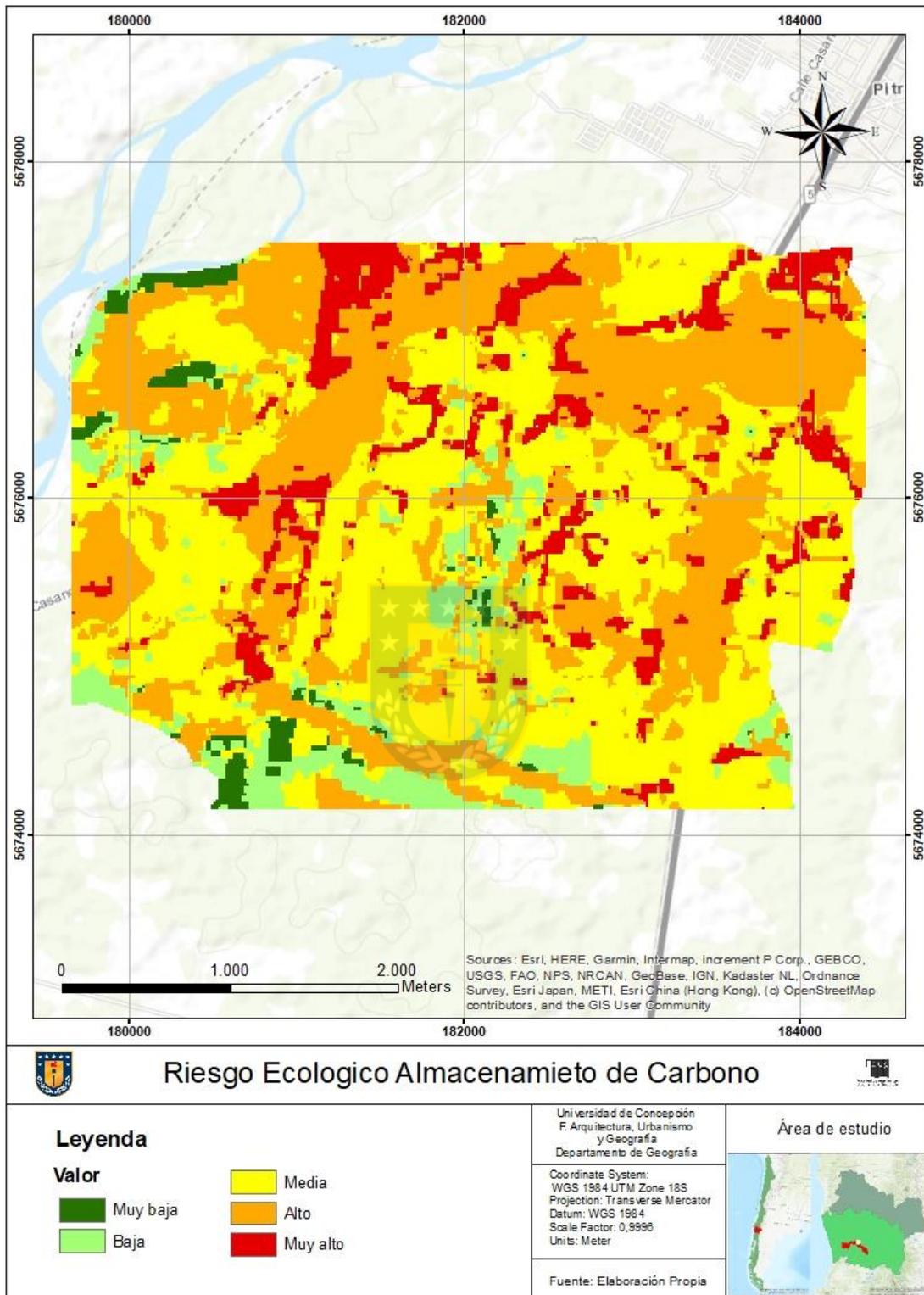
Esta variable de riesgo ecológico al observar la Cartografía N°1.17, nos indica que existe un nivel muy alto de riesgo en algunos lugares con biomasa fragmentada y que están cercanos a parcelas de agrado, esto se debe a la deforestación y fragmentación del territorio que ocurre al subdividir e incorporar viviendas al espacio rural con una alta relevancia ecológica. Esto constituye un gran problema a tener en cuenta en la definición de propuestas para la planificación ecológica

El nivel alto de riesgo ecológico ocupa una superficie importante en el área de estudio. Está relacionado principalmente a las coberturas de suelo con alta relevancia ecológica como plantaciones forestales y bosques nativos, pero que no tienen un estado de fragmentación del espacio utilizado por esos suelos de biomasa vegetal, como el nivel anterior, sin embargo, tienen casi el mismo nivel de importancia.

El nivel medio de riesgo ecológico se estima dentro de las coberturas de suelo de cultivos anuales y pastoreo intensivo, estos tienen un bajo valor en biomasa vegetal, pero un gran valor en carbono en el suelo, es por esto que se le otorga un nivel de mediana intensidad en la estimación de riesgo ecológico, este nivel al igual que el anterior ocupa una gran superficie dentro del territorio estudiado.

Respecto a los siguientes niveles de riesgo ecológico bajo y muy bajo, ocupan un espacio dentro del territorio muy disminuido comparado con los anteriores y básicamente se estiman en lugares que no tiene biomasa vegetal o carbono en el suelo como por ejemplo los ríos dentro del área de estudio y también en lugares alejados de sitio de intensidad potencial de efectos negativos con alto valor.

Cartografía N°1.17: Riesgo Ecológico de Almacenamiento de carbono



(Fuente: Elaboración Propia)

4. Propuestas

1.1 Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ)

Los OAZ se establecieron a partir de una matriz de doble entrada con la información de los niveles de Relevancia Ecológica e IPEN. El contenido de la matriz trató de tres niveles de prioridad (primera, segunda y tercera) que puede tener cada OAZ en el territorio, tal como se visualiza en la Tabla N°12.

La matriz expresa las prioridades en color verde para el OAZ de Preservación (P), en color rojo para el de Restauración (R) y en color amarillo para el de Uso Sustentable (US). Las áreas donde no aplicó este último OAZ quedaron excluidas de cualquier intervención humana a excepción de actividades con fines científicos, culturales, educativos, recreativos y turísticos de bajo impacto. En cuanto las áreas en que no aplica el OAZ de Preservación, implican que este objetivo no es prioritario, pero queda abierta su implementación a juicio de su propietario o administración.

Del procedimiento anterior, se desprendieron tres productos cartográficos principales como propuestas de zonificación, tal como se presenta en el set de cartografías (Cartografía N°1.18). Estos surgieron de la matriz de OAZ y se diferencian por una interpretación basada en las tres prioridades de los OAZ y su relación con las dimensiones de evaluación: biodiversidad (B), regulación de agua (A) y almacenamiento de carbono.

Tabla N°12: Matriz de doble entrada utilizado para el cálculo de los Objetivos Ambientales Zonificados.

		IPEN				
		1	2	3	4	5
RELEVANCIA ECOLÓGICA	1	P ● R ●● US ●●	P ●● R ●●● US ●●	P ●● R ●●● US ●●	P N/A R ●● US ●●●	P N/A R ●● US ●●●
	2	P ●● R ●●● US ●	P ●●● R ●●●● US ●	P ●●● R ●●●● US ●●	P ●●● R ●●●● US ●●	P N/A R ●●● US ●●●
	3	P ●●● R ●●●● US N/A	P ●●●● R ●●●●● US N/A	P ●●●● R ●●●●●● US ●	P ●●●● R ●●●●●● US ●	P ●●●● R ●●●●●● US ●●
	4	P ●●●● R ●●● US N/A	P ●●●●● R ●●●● US N/A	P ●●●●● R ●●●●● US N/A	P ●●●●● R ●●●●● US ●	P ●●●●● R ●●●●● US ●●
	5	P ●●●●● R ●●●● US N/A	P ●●●●●● R ●●●●● US N/A	P ●●●●●● R ●●●●●● US N/A	P ●●●●●● R ●●●●●● US N/A	P ●●●●●● R ●●●●●● US N/A

Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ)

P : Preservación
 R : Restauración
 US : Uso Sustentable

Prioridades de OAZ

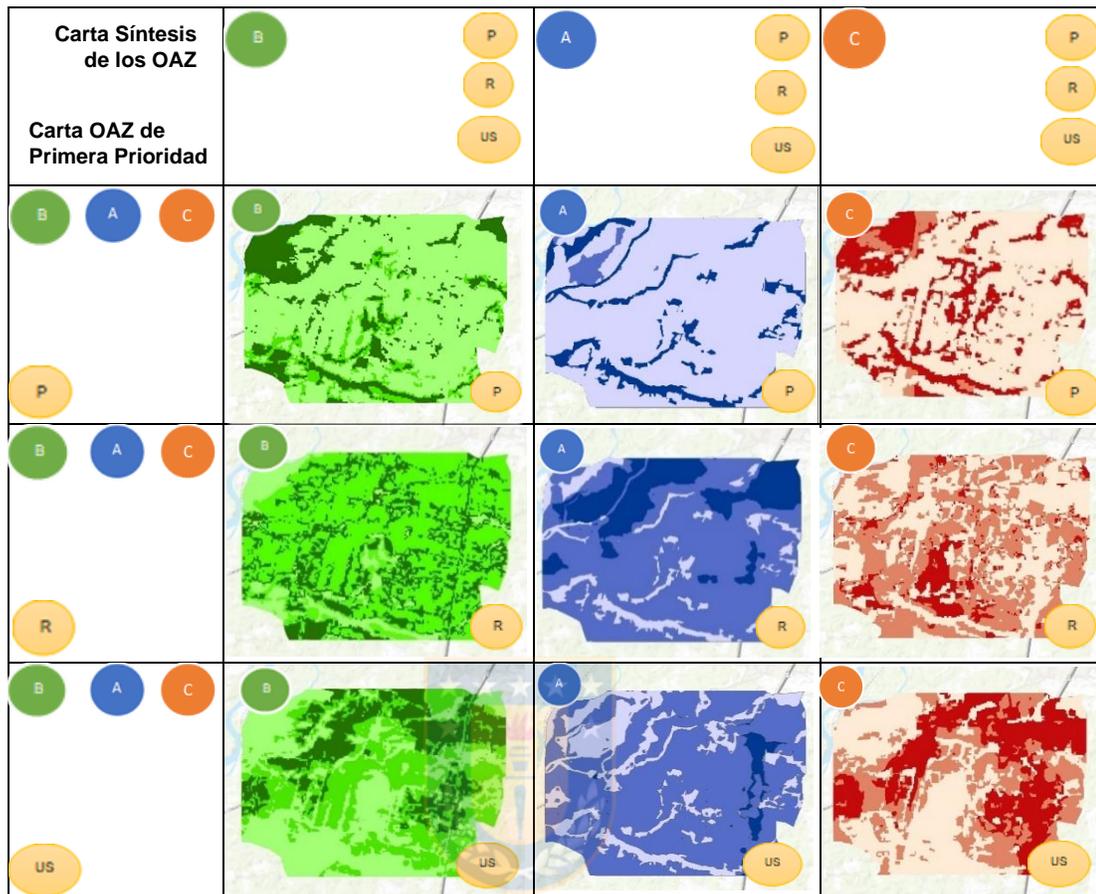
Primera prioridad
 ●●●
 Segunda prioridad
 ●●
 Tercera prioridad
 ●

(Fuente: (MMA-ONU Medio Ambiente, 2020))

1.2 Mapas de los Objetivos Ambientales Zonificados

Los Mapas de Objetivos Ambientales Zonificados son nueve y presentan la primera, segunda y tercera prioridad de cada OAZ para cada dimensión de evaluación (Cartografía N°1.18) con este ejercicio se obtiene las cartas síntesis de los OAZ y las cartas OAZ de primera prioridad.

Cartografía N°1.18: Productos cartográficos obtenidos a partir de los Objetivos Ambientales Zonificado



(Fuente: Elaboración Propia)

1.3 Mapas Síntesis de los objetivos Ambientales Zonificados

Los Mapas Síntesis de los OAZ consisten en tres mapas que, para cada dimensión de evaluación, presentan combinaciones sobre el o los OAZ (primera prioridad) en cada combinación de Relevancia Ecológica e IPEN.

1.3.1 Mapas Síntesis de los OAZ para la Biodiversidad.

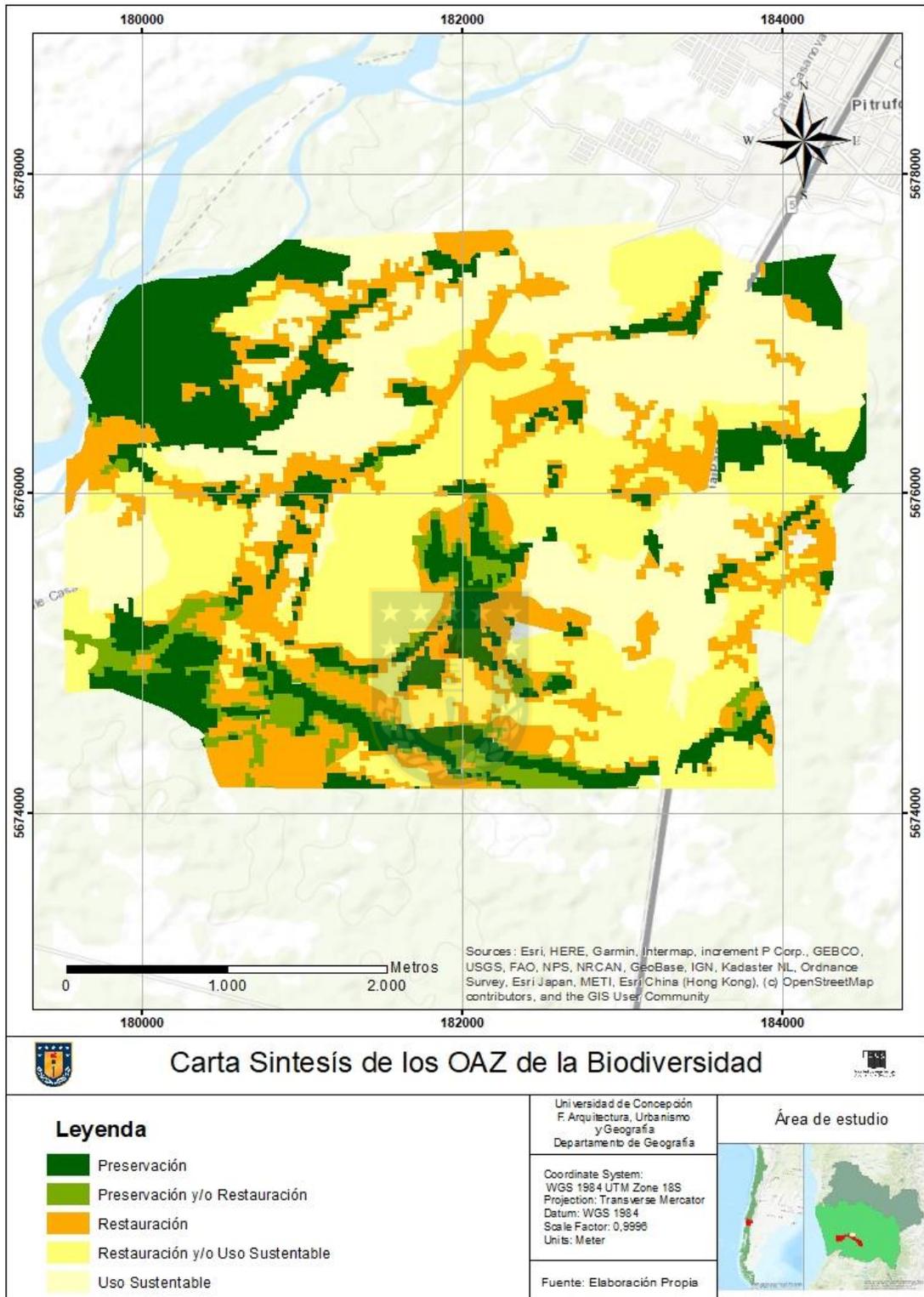
El Mapa Síntesis de los OAZ para la biodiversidad presente en la Cartografía N°1.18.1 muestra que el OAZ Restauración y Uso Sustentable cubre una mayor superficie, con un 30% del área donde se sugieren los OAZ, mientras que los OAZ de Usos sustentable cubre un 25%.

Esto puede atribuirse a que existe escasa información sobre la relevancia de la biodiversidad en esa zona sumado a los impactos de las actividades humanas como la expansión urbana que afectan los hábitats de la biodiversidad. Frente a esto, los OAZ están orientados a actividades humanas que restauren o incrementen la biodiversidad, por lo que se deben fomentar intervenciones de bajo impacto como el turismo, la investigación y la recreación.

El OAZ Preservación es posible observar en los usos de suelo de bosque nativo renoval, algunos humedales y en la zona a correspondiente al río Toltén. Estos resultados promueven la preservación de biodiversidad en el futuro, cumplen con un 20% del área de estudio.

Finalmente, con los OAZ importantes para la biodiversidad, aparece la combinación de OAZ de Preservación y/o Restauración y la OAZ de Restauración con un 4% y 21% respectivamente del del área donde se sugieren los OAZ.

Cartografía N°1.18.1: Síntesis de la OAZ para la Biodiversidad



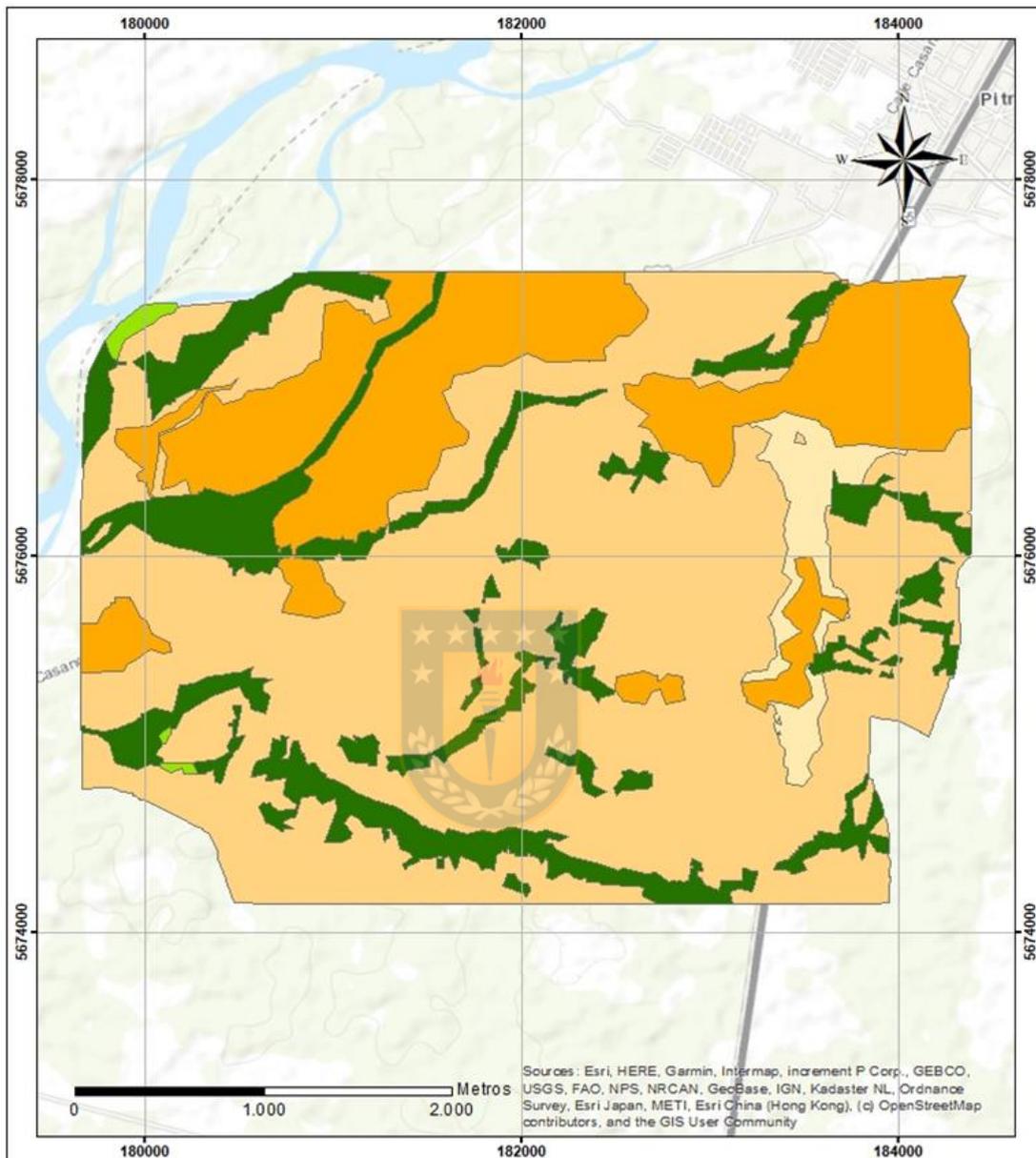
(Fuente: Elaboración Propia)

1.3.2 Mapas Síntesis de los OAZ para la Regulación de Agua

El mapa Síntesis de los OAZ para la regulación de agua se presenta en la Cartografía N°1.18.2. El OAZ combinación de Restauración Y Uso Sustentable alcanza la superficie mayor con un 61% del área donde se sugieren los OAZ, correspondiendo a las zonas dedicadas a la agricultura y pastoreo intensivo. Esta situación es coherente con el territorio asociado a los usos de suelo que utilizan con mayor capacidad la disponibilidad del sistema hídrico. Esto produce efectos negativos por las diferentes actividades productivas y el consumo doméstico, aspectos que se agudizan con el fenómeno del cambio climático y el escenario de sequía.

En esta línea, el OAZ Preservación y la combinación de OAZ Preservación y/o Restauración ocupan un 15% de superficie del área donde se sugieren los OAZ, principalmente en donde se encuentra el río Toltén, Canales y Humedales. La combinación de OAZ Restauración se presenta en un 21% del área donde se sugieren los OAZ, concentrándose en donde existe una transición entre lo rural y lo silvestre por la expansión de la actividad silvoagropecuaria. Estas actividades en expansión requieren de medidas que fomenten el consumo moderado del agua y el incremento de la función ecosistémica de la regulación de agua.

Cartografía N°1.18.2: Síntesis de lo OAZ de la Regulación de Agua



Carta Síntesis de los OAZ de Regulación de Agua



Legenda

- Preservación
- Preservación y/o Restauración
- Restauración
- Restauración y/o Uso Sustentable
- Uso Sustentable

Universidad de Concepción
F. Arquitectura, Urbanismo
y Geografía
Departamento de Geografía

Coordinate System:
WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
Scale Factor: 0,9996
Units: Meter

Fuente: Elaboración Propia

Área de estudio



(Fuente: Elaboración Propia)

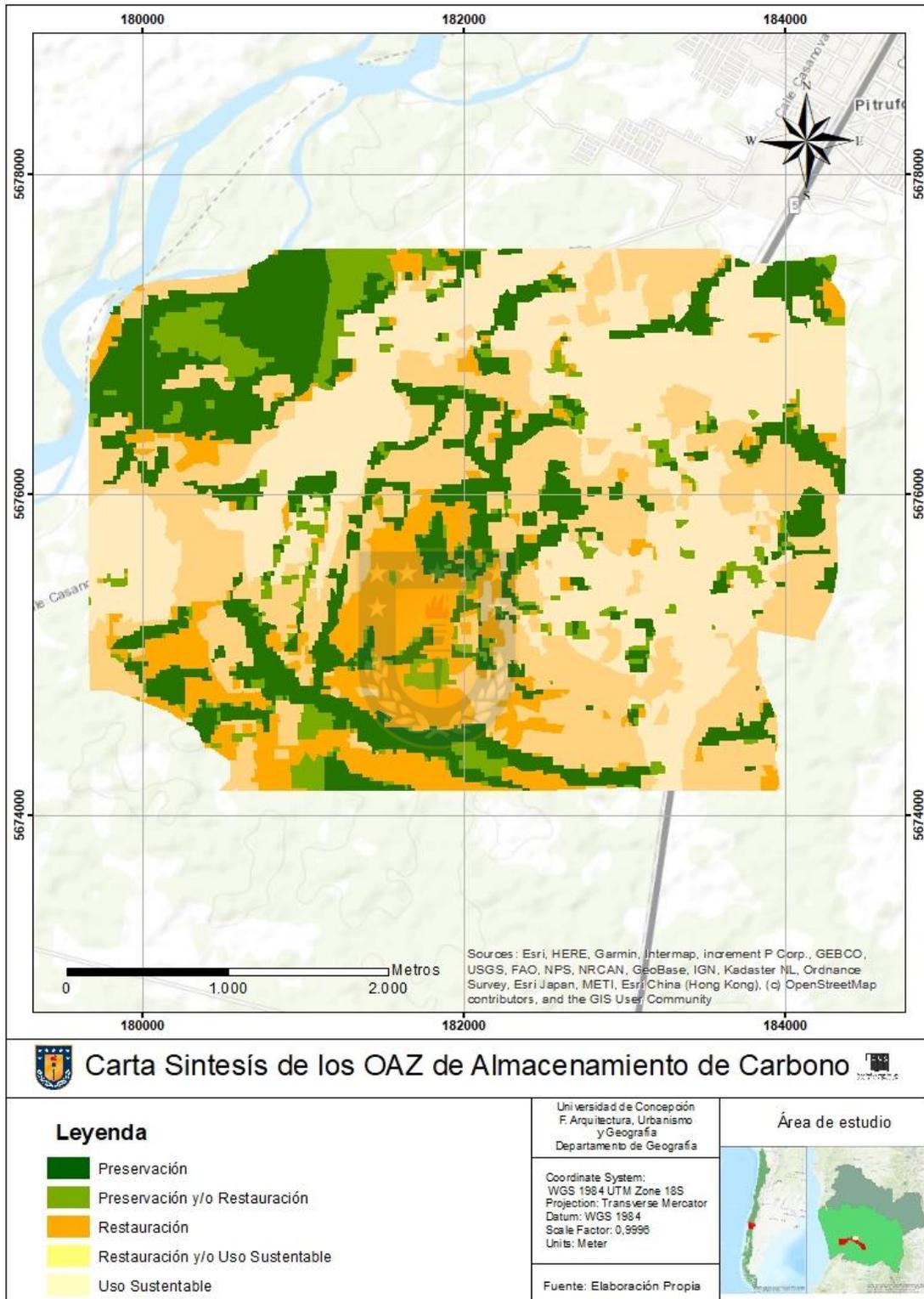
1.3.3 Mapas Síntesis de los OAZ para el Almacenamiento de Carbono

El mapa Síntesis de los OAZ para el almacenamiento de carbono se presenta en la Cartografía N°1.18.3. El OAZ Uso Sustentable cubre el 30% del área donde se sugieren los OAZ, distribuyéndose principalmente en los alrededores de los caminos y autopistas. Estas áreas están cubiertas generalmente por asentamientos humanos, lo que ha llevado a una impermeabilización del suelo y la eliminación de la vegetación, por lo que es importante implementar prácticas que permitan aumentar el almacenamiento de carbono.

Respecto a otros OAZ para este servicio ecosistémico, aparecen las combinaciones de OAZ Restauración y/o Uso Sustentable junto a OAZ Restauración, que alcanzan un 28% y 13% del área donde se sugieren los OAZ, respectivamente. Estos objetivos se localizan principalmente en áreas donde se desarrolla la agricultura y el pastoreo intensivo, en donde la actividad se limita a la producción de los predios.

El OAZ Preservación para el almacenamiento de carbono cubre un 22% del área donde se sugieren los OAZ. Este OAZ se localiza en los lugares boscosos del área de estudio, como el uso de suelo Forestal y Bosque Nativo Renoval (Humedales). Destacan los humedales tipo huelle, que por su densidad de vegetación aportan una gran cantidad a este servicio ecosistémicos.

Cartografía N°1.18.3: Síntesis de la OAZ para el Almacenamiento de Carbono



(Fuente: Elaboración Propia)

1.4 Mapas Objetivos Ambientales de Primera Prioridad

Los mapas de los OAZ de Primera Prioridad integran las zonas de Primera Prioridad para la biodiversidad, la regulación de agua y el almacenamiento de carbono.

1.4.1 Mapa Objetivo Ambiental Zonificado Preservación de Primera Prioridad

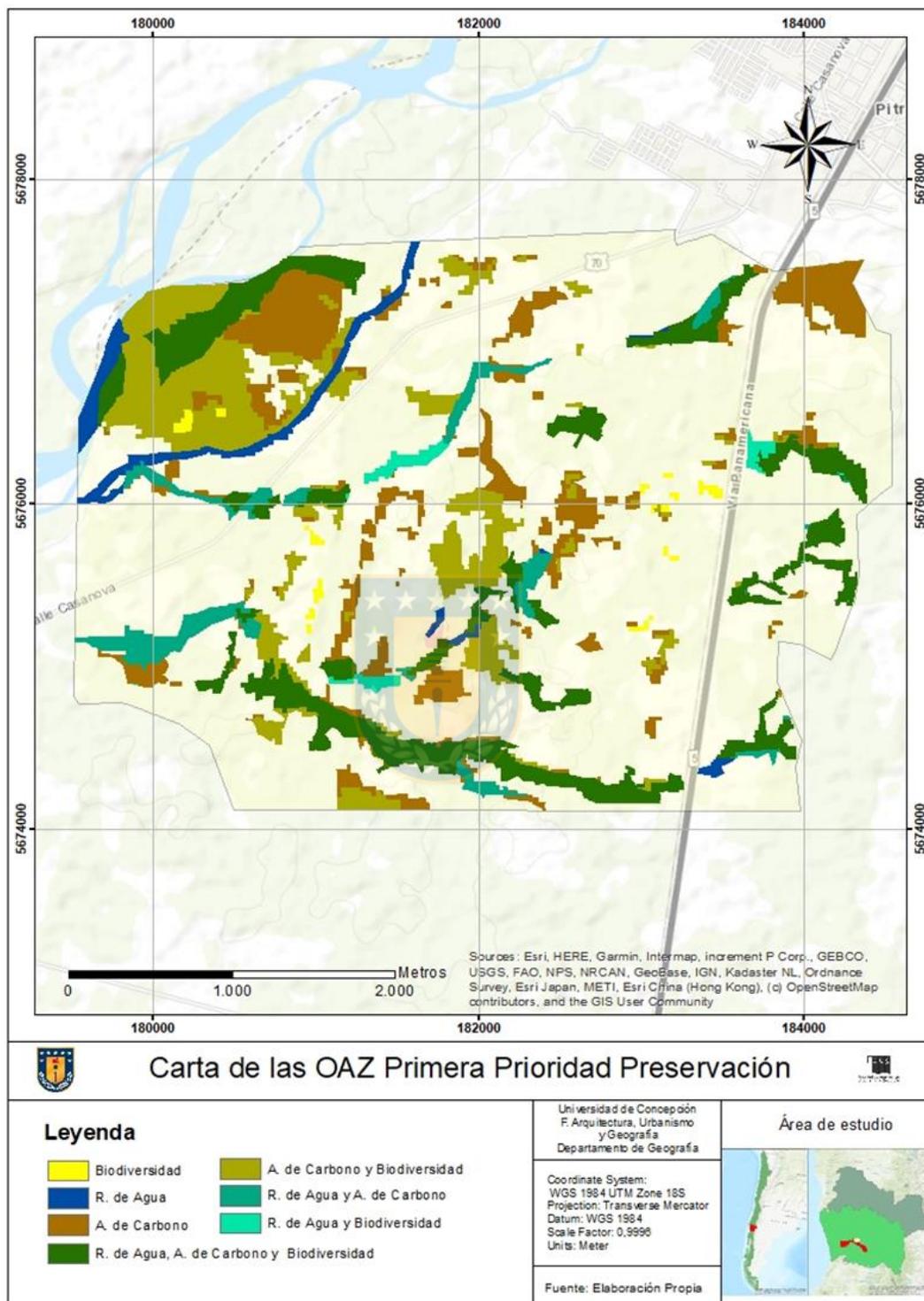
El mapa OAZ Preservación de Primera Prioridad (Cartografía N°1.18.4), muestra las zonas prioritarias para preservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la zona Central. Muy importante son las áreas para preservar el SSEE de regulación del agua pues condicionan de manera importante la supervivencia de las comunidades biológicas, sobre todo en su potencial de mitigar la sequía y la escasez hídrica influida por las actividades humanas que afectan a los ecosistemas en el país.

La Primera Prioridad de Preservación para la biodiversidad corresponde al 13% de la superficie donde aplica la primera prioridad en alguna de las tres dimensiones de evaluación. En cuanto a la Primera Prioridad de Preservación para la regulación de agua cubre un 26%, concentrándose en los cursos de agua existentes. En el caso de la Primera Prioridad de Preservación para el almacenamiento de carbono, se concentra una ocupación de 1%.

Las zonas donde combinan la Primera Prioridad de Preservación para la biodiversidad y el almacenamiento de carbono ocupan un 2%. Por otro lado, la combinación de la primera prioridad de Preservación para regulación de agua y biodiversidad se ven de manera dispersa con un 7%. Por último, la combinación de la Primera Prioridad de Preservación para la regulación de agua y el almacenamiento de carbono se distingue en grandes áreas y ocupan un 28%.

Finalmente, la integración de la Primera Prioridad de Preservación para las tres dimensiones de evaluación alcanza a cubrir una importante cifra de 29% respecto a la superficie que contienen a las dimensiones de evaluación. Se observa que varios ecosistemas naturales identificados que son parte de esta última variable.

Cartografía N°1.18.4: OAZ Preservación Primera Prioridad.



(Fuente: Elaboración Propia)

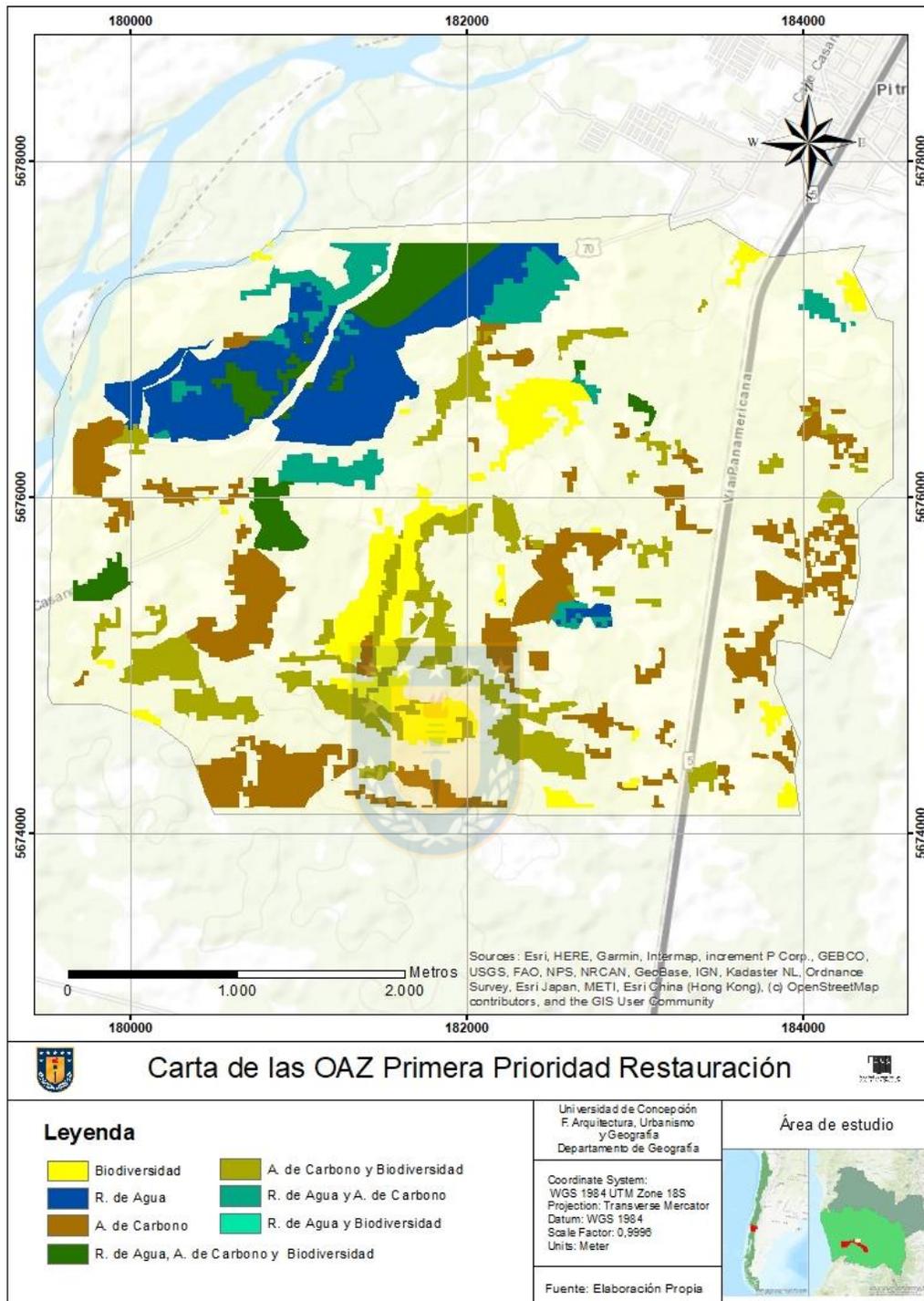
1.4.2 Mapa Objetivo Ambiental Zonificado Restauración de Primera Prioridad

El mapa OAZ Restauración de Primera Prioridad se presenta en la Cartografía N°1.18.5. Este mapa pone en evidencia los impactos históricos y actuales de las actividades humanas especialmente sobre la regulación de agua. Es por ello que se requiere de forma urgente la aplicación de medidas de restauración

La Primera Prioridad de Restauración para la regulación de agua cubre un 20% de la superficie del área donde aplica la primera prioridad en alguna de las tres dimensiones de evaluación. Respecto a la Primera Prioridad de Restauración de las otras dimensiones de evaluación, ambas presentaron una gran distribución con una ocupación del 13%. Para almacenamiento de carbono ocupa la mayor parte del territorio con una 30%.

En este mapa la combinación con respecto a la Primera Prioridad de Restauración para la biodiversidad y el almacenamiento de carbono, se visualizan fácilmente en áreas colindantes y ocupa un 20% del territorio. Por último, los lugares que contienen la Primera Prioridad de Restauración para las tres dimensiones de evaluación alcanzan sólo 9%.

Cartografía N°1.18.5: Carta OAZ Restauración Primera Prioridad



(Fuente: Elaboración Propia)

1.4.3 Mapa Objetivo Ambiental Zonificado Uso Sustentable de Primera Prioridad

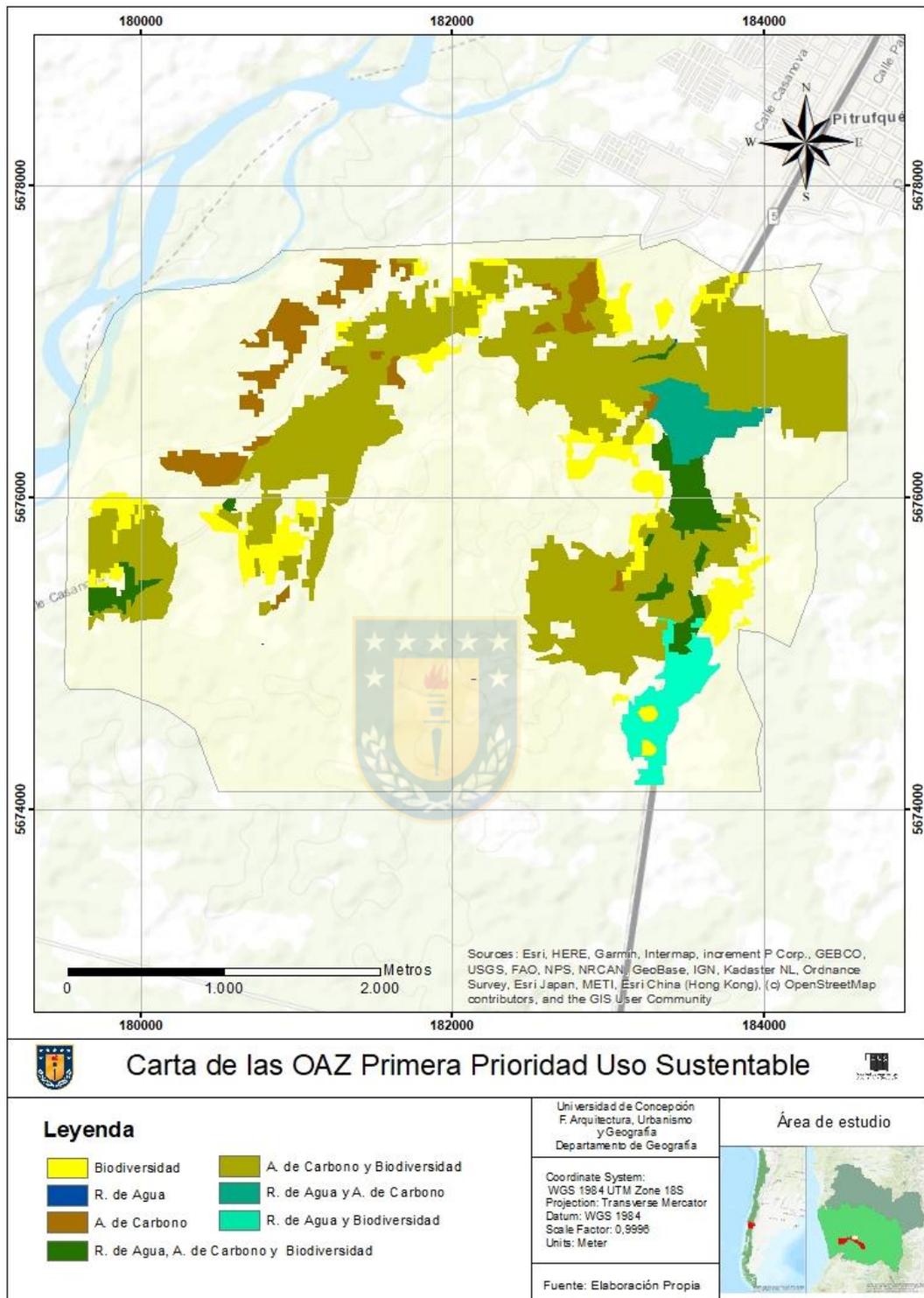
El mapa de OAZ Uso Sustentable de Primera Prioridad se presenta en la Cartografía N°1.18.6. Este mapa muestra donde es prioritario fomentar actividades humanas de manera sustentable y de bajo impacto, tales como la investigación o el turismo, puesto que presentan potencialidades para incrementar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Además, es recomendable que las actividades adopten medidas ambientales que favorezcan el estado de los servicios ecosistémicos de regulación de agua y de almacenamiento de carbono.

En este mapa se observa que la Primera Prioridad de Uso Sustentable, que favorece a la biodiversidad ocupa un 13% es parte. En el caso de la Primera Prioridad de Uso Sustentable, favoreciendo al servicio de almacenamiento de carbono, ocupa un 8%.

Respecto a las combinaciones, la Primera Prioridad de Uso Sustentable favoreciendo los servicios ecosistémicos de regulación de agua y almacenamiento de carbono cubren un 4% del área que contiene a las dimensiones de evaluación. En el caso de las zonas de Primera Prioridad de Uso Sustentable favoreciendo a la biodiversidad y al servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono, ocupa la mayor parte de la superficie con un 65%, son observables en los alrededores de la ruta 5 y caminos. Las zonas de Primera Prioridad de Uso Sustentable que favorezcan la regulación de agua y a la biodiversidad ocupan un 4%

Para finalizar, zonas que integran Primera Prioridad de Uso Sustentable que favorezcan a la biodiversidad, a la regulación de agua y al almacenamiento de carbono cubren un 5% de superficie que contiene a las dimensiones de evaluación, las que, distribuidas sin patrón aparente.

Cartografía N°1.18.6: OAZ Uso Sustentable Primera Prioridad



(Fuente: Elaboración Propia)

1.5 Infraestructura Ecológica

La infraestructura ecológica en el área de estudio de la propuesta se presenta en la Cartografía N°1.18.7 y corresponde a una red compuesta por 18 núcleos que ocupan una superficie de aproximadamente 132 Ha, 6 nodos, y 8 corredores principales con sus respectivas zonas de amortiguación.

En el caso de los núcleos estos se concentran especialmente en zonas con una alta biodiversidad, almacenamiento de carbono y regulación de agua, al igual que los nodos, salvo algunas excepciones donde existe una mayor presencia del componente hídrico, estos sitios no cuentan con un sistema de protección. En este sentido la infraestructura ecológica viene a proponer la concentración de los esfuerzos de preservación de los ecosistemas en núcleos y nodos.

Las zonas de amortiguación contienen un área de influencia de 100m alrededor de los núcleos y lo que constituye un elemento importante para su protección, se destaca que ocupan espacios utilizados para el pastoreo intensivo y los cultivos.

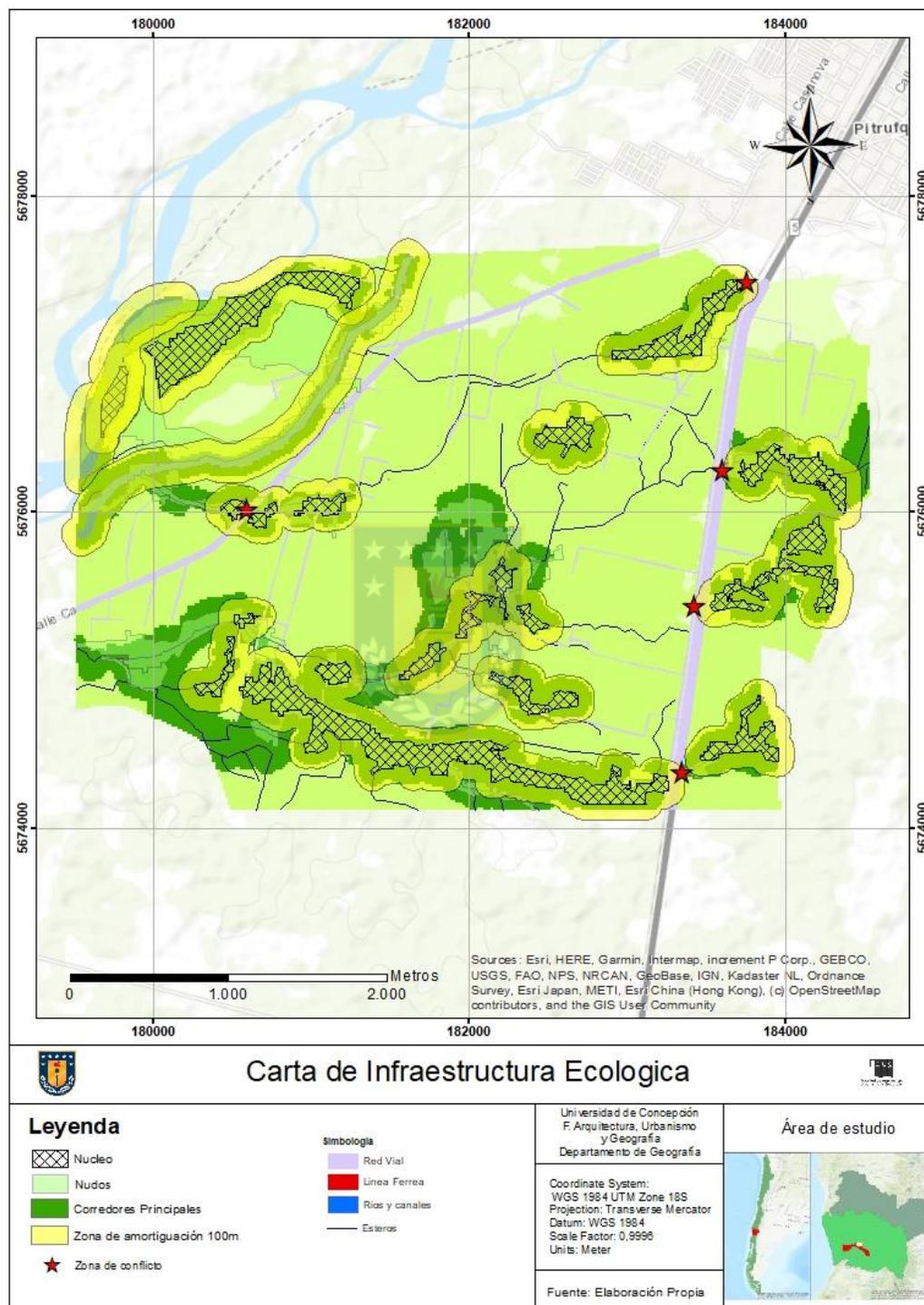
Los corredores principales evitan zonas con una alta presencia de parcelas de agrado y de actividades rurales. Al observar los resultados de esta variable, se puede interpretar que existe un fenómeno que lo denominare corredores “isla”, los cuales dan cuenta de la fragmentación de los hábitats que existen en el territorio cuya conexión se ve interferida por las actividades antrópicas de espacio rural. Al observar las diferentes cartas de relevancia ecológica y de red hídrica, nos damos cuenta que hay una relación directa entre todos los ecosistemas identificados en este estudio lo que reafirma la teoría de que los corredores isla no son una casualidad y que están condicionados por los procesos rurales.

Esto da cuenta de la necesidad de proteger corredores que quedan presentes en el territorio y también la necesidad de restauración de los ecosistemas naturales para intentar revivir estos corredores biológicos y que cumplan su función en el ecosistema.

Se han identificado 5 zonas de conflictos por donde los corredores principales de ven forzados a cruzar sobre autopistas o caminos. Por lo cual se requiere la

construcción de alguna infraestructura que les permita continuar con el flujo de materia y energía a través del paisaje de manera óptima.

Cartografía N°1.18.7: Infraestructura ecológica



(Fuente: Elaboración Propia)

1.6 Medidas Ambientales a los usos del territorio

Uno de los principios de los OAZ es que orientan respecto al tipo de actividad a realizarse en una zona determinada y también sobre el nivel de restricciones sobre estas. En las zonas donde aplica el OAZ Preservación, se sugiere realizar un menor número de actividades y menos intensivas lo cual va cambiando al acercarse al OAZ Restauración y OAZ Uso Sustentable. Al mismo tiempo, se sugiere que el nivel de restricción impuestos a las actividades, es decir el número e intensidad de las buenas prácticas, varíe según el tipo de cobertura en el que se recomienda el OAZ. Mediante la revisión de bibliografía de la Tabla N°13, se seleccionaron 33 medidas ambientales distribuidas en las categorías de uso de suelo como se presenta en la Tabla N°14, destacando la referida a terrenos agropecuarios con una 55,8% de superficie, parcelas de agrado con un 14,2 %, respecto a otras actividades humanas.

Tabla N°13: Categoría de actividades humanas según usos de suelos actuales

Uso de Suelo Actual	Categoría	Código
Parcela de Agrado/Otros Asentamientos	Asentamiento Humano	MAH
Zona Productiva	Industriales e Infraestructura Energética	MIE
Cultivos Anuales	Terrenos Agropecuarios	MTA
Pastoreo Intensivo		
Plantación Forestal	Terrenos Silvícolas	MTS
Autopista	Infraestructura de Transporte	MIT
Camino Pavimentado de Dos o más Vías		
Camino sin Pavimentar		

(Fuente: Elaboración Propia)

Las medidas fueron evaluadas respecto al nivel de pertinencia a los OAZ y del nivel de aporte a las dimensiones de evaluación (biodiversidad, regulación de agua y almacenamiento de carbono). Cabe recalcar que una misma Medida Ambiental puede ser pertinente a más de un OAZ, inclusive con el mismo nivel. Lo mismo ocurre con el aporte para las dimensiones de evaluación. En la Tabla N°14, se presentan algunas Medidas Ambientales, cada una identificada mediante un código compuesto por la abreviación de la categoría de uso y su enumeración

A modo de explicación de las medidas, tenemos el caso de las medidas ambientales para asentamientos humanos (MAH). Con código MAH1 se encuentra la medida ambiental de prohibir corte de vegetación nativa, este presenta una alta pertinencia a la OAZ Preservación, un alto aporte a la biodiversidad y al almacenamiento de carbono, pues se trata de conservar las especies nativas y de esa manera beneficiar a la biodiversidad y mantener la biomasa de carbono.

Así también, están los casos de las medidas para terrenos agropecuarios (MTA), específicamente la medida con código MTA3, la cual consiste en Disminuir el uso de agroquímicos con el fin de reducir la contaminación de suelos y aguas. Presenta alta pertinencia en suelos con uso sustentables, un alto aporte a la regulación de agua, debido a que un exceso en el uso de agroquímicos, puede terminar con cuerpos de agua contaminados.

Tabla N°14: Medidas Ambientales

Código	Medidas ambientales	Pertinencia a OAZ			Aporte a dimensión de evaluación		
		P	R	US	B	A	C
Medidas ambientales para asentamientos humanos							
MAH1	Prohibir corte de vegetación nativa	***	**	**	●	○	●
MAH2	Mantener y/o plantar la mayor cantidad de vegetación nativa de las distintas estratas, e incluirlas en los jardines y cercos.	**	**	***	●	○	●
MAH3	Generar áreas de resguardo para restringir la expansión urbana en cursos de agua, de preferencia vegetadas con especies nativas (ríos, esteros, canales y quebradas insertas o aledañas a áreas urbanas.	***	***	**	●	●	●
MAH4	Uso exclusivo para restauración de suelos, parques y jardines, de preferencia reforestación con especies nativas.	**	***	***	●	○	●
Medidas ambientales para usos Industriales e Infraestructura Energética (MIE)							
MIE1	Uso urbanos e industriales conforme al PRC que permitan actividades agrícolas y ganaderas restringida y prohibiendo las actividades extractivas y de generación de energía con excepción al desarrollo de proyectos de energías renovables a pequeña escala.	*	*	**	○	○	◐
MIE2	Usos silvoagropecuarios, de redes de transmisión energéticas y redes viales con autorización ambiental.	*	*	***	○	◐	◐
MIE3	Establecer plan de manejo de residuos peligrosos.	*	*	***	○	◐	○

Medidas ambientales para usos de Terrenos Agropecuarios (MTA)							
MTA1	Establecer la renaturalización de las zonas de uso agrícola con vegetación nativa, utilizando por ejemplo el sistema de agroforestería.	**	***	**			
MTA2	No alterar la flora nativa dentro de la actividad agrícola.	***	*	*			
MTA3	Disminuir el uso de agroquímicos con el fin de reducir la contaminación de suelos y aguas.	*	*	***			
MTA4	Fomentar la diversificación espacial de usos agropecuarios con el fin de aumentar la protección frente a plagas y mejorar la función recreativa del paisaje.	*	**	***			
MTA5	Fomentar el establecimiento de estructuras leñosas con especies nativas a lo largo de quebradas y riberas (que se encuentren bajo uso agropecuario), caminos rurales, límites prediales y cortinas cortavientos para aumentar el atractivo del paisaje, mejorar la conectividad de hábitats, reducir el polvo o reducir la contaminación de cursos y cuerpos de agua.	***	***	***			
MTA6	Establecer la capacidad de carga animal para las áreas de pastoreo y realizar un monitoreo periódico.	*	**	***			
MTA7	Uso agrícola restringido a protección de suelos degradados (desechados y/o erosionados, contaminados) y ecosistemas húmedos asociados vegetación nativa, hábitats de fauna silvestre.	***	*	*			
MTA8	Uso agrícola restringido a restauración de suelos degradados (desechados y/o erosionados, contaminados) y ecosistemas húmedos asociados vegetación nativa, hábitats de fauna silvestre.	**	***	*			
MTA9	Uso agrícola tradicional y/o orgánica conforme planes de manejo agronómico basados Buenas Prácticas Agrícolas.	*	**	***			
MTA10	Implementar sistemas de riego más eficientes (idealmente tecnificado).	*	**	***			
Medidas ambientales para terrenos silvícolas (MTS)							
MTS1	Mantener una cubierta forestal permanente para proteger el suelo y fomentar la recarga de los acuíferos.	***	***	***			
MTS2	Aumentar la biodiversidad a través de plantaciones mixtas (con especies alóctonas y autóctonas).	*	**	***			
MTS3	Aplicar técnicas de estabilización de taludes en caminos de uso forestal para reducir la erosión.	***	***	***			
MTS4	Fomentar el control integrado de plagas para reducir efectos adversos sobre la vegetación y fauna nativa en las plantaciones.	*	**	***			

MTS5	Uso forestal sustentable con fines de explotación, investigación y de uso turístico y recreacional y de implementación de infraestructura vial.	*	**	***			
MTS6	Uso forestal restringido a prácticas de restauración e integración, mediante corredores ecológicos, de la vegetación nativa, hábitats de fauna silvestre, quebradas, suelos y fuentes de agua.	**	**	*			
MTS7	Uso forestal restringido a prácticas de protección e integración, mediante corredores ecológicos, de los remanentes de vegetación nativa, hábitats de fauna silvestre, quebradas, suelo y fuentes de agua.	***	**	*			
Medidas ambientales para usos de Infraestructura de Transporte							
MIT1	Asegurarse que los caminos sigan los contornos naturales para prevenir la erosión y generar el menor impacto posible.	*	**	***			
MIT2	Evitar riesgos para la población humana y el ecosistema natural por el transporte de sustancias peligrosas.	*	*	***			
Medidas ambientales para Patrimonio Natural							
MPN1	Establecer un catastro de la vegetación y fauna nativa bajo una perspectiva ecológica.	***	**	*			
MPN2	Regular y zonificar la actividad de caza.	*	*	**			
MPN3	Regular la extracción de plantas y leña acorde a la capacidad de regeneración.	*	*	***			
MPN4	Limitación de la carga animal a la capacidad de sostenimiento de ecosistema.	***	**	***			
MPN5	Uso de Desarrollo de actividades que contribuyan a la conservación del bosque nativo, tales como: Educación, Investigación, Turismo, patrimonial y étnicas	**	***	***			
MPN6	Uso de Protección de bosque nativo por sobre otras especies introducidas	***	**	**			
MPN7	Uso de Restauración de bosque nativo por sobre otras especies introducidas que permitan actividades de educación, investigación, turismo, patrimonial y étnicas	**	**	*			

(Fuente: Elaboración Propia)

5. Integración de la Planificación Ecológica

- Descripción general

Se identificaron coberturas naturales que corresponden en su mayoría a espacios con alta vegetación nativa, humedales y vegas donde predominan las formaciones de “Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia semperviresns*” con especies nativas, como el temo (*Blepharocalyx cruckshanksii*), la pitra (*Myrceugenia exsucca*), el chequén (luma chequén), y el tepú (*Tepualia stipularis*), entre otras. Esto se puede observar en la Cartografía N°2 caracterizado con la nomenclatura Preservar

- Amenazas Principales

La principal amenaza es la proliferación de asentamientos humanos, la que define como una IPEN muy alta en el territorio, el riesgo ecológico sobre la biodiversidad también se ve bastante importante en el análisis. Con vistas al futuro la creciente preocupación por la seguridad alimentaria, el ocupar el espacio agrario también surge como una amenaza a largo plazo.

- Contexto normativo

El área de estudio no cuenta con instrumentos de planificación territorial, sin embargo, actualmente existen leyes que regulan el tema como el Decreto Ley 3.516 (1980), que establece normas sobre subdivisión de predios rústicos, sin embargo, las subdivisiones actuaban al amparo de la ley, es por esto que MINAGRI instruyo sobre la aplicación d la facultad consagrada en el art. 46 de la ley N°18.755, con relación a lo previsto en el Decreto de ley N°3516 (2022)

- Sugerencias

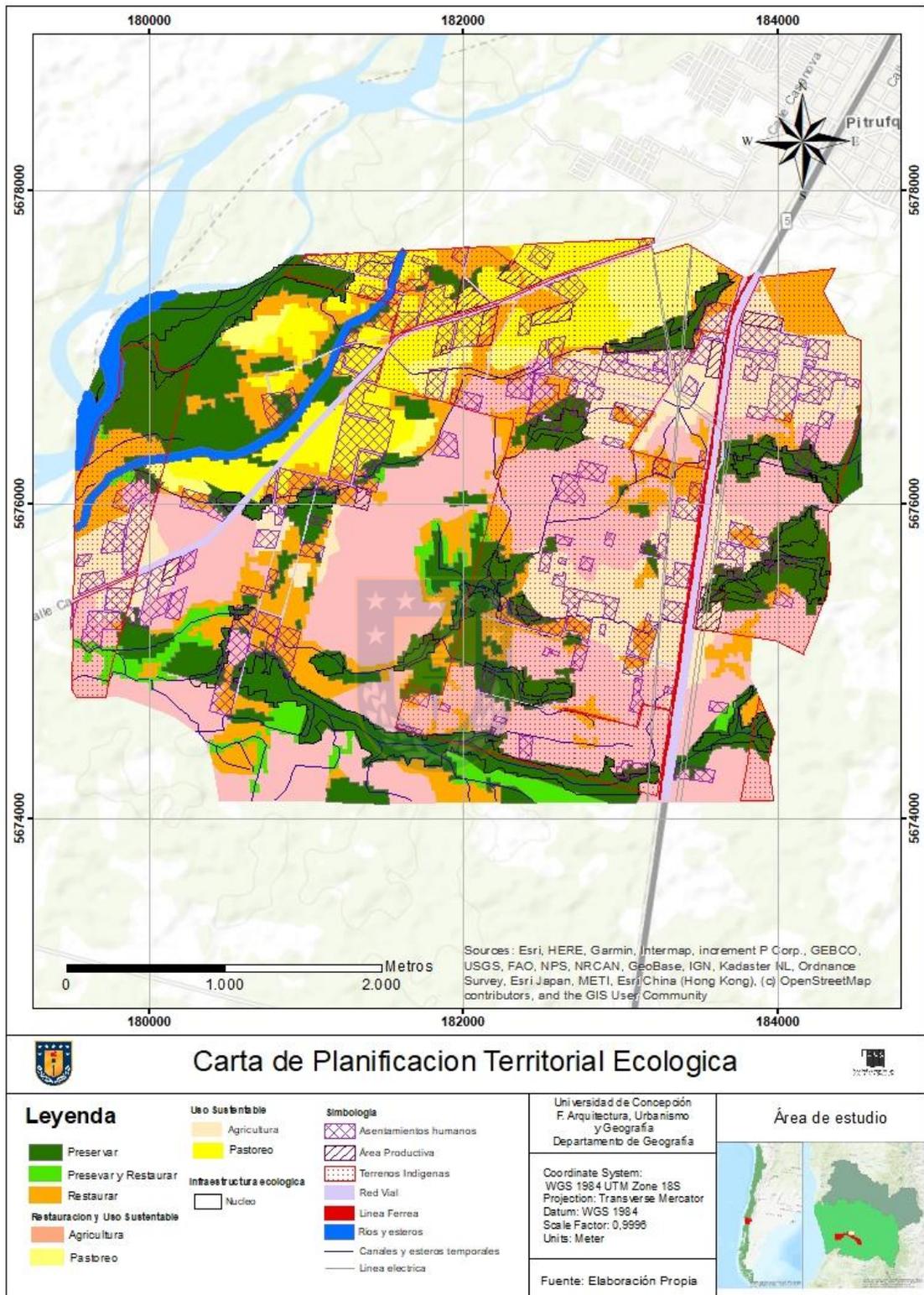
En este lugar la I.E. corresponde a algunos núcleos asociados a humedales y formaciones boscosas de especies nativas remanentes, nodos dispersos por toda la zona, y corredores que los conectan atravesando actividades productivas. Se

sugiere implementar el OAZ Preservación y OAZ de uso sustentables para la biodiversidad, mediante las Medidas Ambientales dispuestas en la Tabla N°13. Además, es relevante incorporar en los instrumentos de planificación territorial los componentes de la I.E. identificados, y, sobre todo, su área circundante para controlar las actividades productivas y potencialmente incompatibles con la preservación.

Los títulos de merced en el resultado final son importantes en la toma de decisiones en el contexto actual, si se observa bien la Cartografía N°2, las zonas productivas (Aserraderos, bodegas, avícolas, entre otras) se concentran en terrenos con estos títulos, lo que ha conllevado a conflictos en el territorio y no necesariamente con las comunidades indígenas del sector, sino también con los nuevos habitantes del sector.



Cartografía N°2: Planificación Ecológica.



(Fuente: Elaboración Propia)

VIII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

A modo de discusión estos resultados contribuyen con información detallada del territorio, lo que ayuda a una mejor toma de decisiones, esto porque muestra la realidad y los componentes que influyen en la calidad de vida de las personas mejorando la gestión del territorio en áreas rurales. Este detalle de la información determino la presencia de ecosistemas vulnerables presentes en el territorio que antes no habían sido catastrados lo que es un importante avance en la protección de la naturaleza en áreas rurales.

La escala de trabajo corresponde a una muestra de los que se puede realizar integrando distintas metodologías ecológicas y agrícolas, idealmente se espera que un trabajo así se desarrolle a nivel comunal con un gran equipo de trabajo debido a la amplitud de la información necesaria para desarrollarlo a esa escala. Si bien la base principal de este estudio corresponde a un modelo desarrollado por MMA-ONU Medio Ambiente, (2020 (2)), que contempla escala regional, este no tiene el detalle de trabajo en coberturas rurales como la de este trabajo, porque la diferencia esta en que la guía metodológica separa las coberturas rurales, urbanas, y silvestres, en cambio el presente trabajo solo utiliza una cobertura rural identificando elementos silvestres dentro de este, por lo tanto a nivel regional es difícil llegar a tener un nivel de detalle de la información que se puede obtener.

Como reflexión las debilidades de este trabajo se centran en la participación ciudadana, algo muy importante en la actualidad para los instrumentos de ordenamiento territorial y es la hoja de ruta que van a llevar en el futuro. Esa información puede entregar más detalles del territorio y una mirada de lo que necesita la ciudadanía en la entidad territorial que habitan, y también nos puede entregar distintos enfoques de desarrollo que deberían integrarse armoniosamente entre sí.

Esto se puede mejora trabajando con distintas organizaciones indígenas y vecinales de las áreas rurales, integrando a la metodología los elementos característicos de la participación ciudadana (Cartografía social, encuestas, entrevistas, entre otras) y

trabajar con los distintos actores presentes en el territorio desde el sector privado al sector público.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que en el área de estudio analizada existe una vulnerabilidad en diversos ecosistemas naturales y en suelos con alta capacidad agrícola, ante la dinámica explosiva de las acciones antrópicas del territorio, que se ve reflejada en la fragmentación de los hábitat y bosques, utilización del recurso hídrico y proliferación de núcleos urbanos mediante subdivisiones prediales.

El área de estudio al presentar una ausencia de instrumento de planificación territorial, lo hace insostenible en la búsqueda de un espacio rural armónico con todos sus componentes, así mismo los diferentes fenómenos de movilidad actuales en las zonas rurales, como la proliferación de parcelas de agrado, la sequía, el cambio climático, la fragmentación territorial y la pérdida de suelo agrícola que afecta la seguridad alimentaria de la región, hace necesario regular armoniosamente el territorio.

Ante esto es importante recalcar que, si bien se está desarrollando una gran problemática ambiental y agrícola en los espacios rurales, también existe una problemática social, que tiene que ver con el aumento del costo y déficit de las viviendas en Chile, en las cuales estas acciones antrópicas como las subdivisiones prediales con fines inmobiliarios surgen como una solución para aquello que afecta principalmente a la clase media.

Con respecto al paisaje normativo se logró identificar que los espacios rurales, efectivamente no cuentan con instrumentos de planificación territorial activos en la Región de la Araucanía y en la comuna de Pitrufquén (solo se cuentan con proyectos que están en modificación o en calidad de obsoleto). Sin embargo, puede contribuir en un futura a otros instrumentos en el establecimiento de criterios de priorización y focalización de medidas en el marco de la ley 20.282 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal, orientar la generación de planes maestros de conservación de suelos, bosques y agua. Su incorporación en estos

instrumentos puede aportar a la disminución de la conflictividad entre desarrollo productivo y la protección de la biodiversidad.

Se generó un inventario territorial recopilando y sistematizando la información obtenida, con el fin de construir una base de datos necesario para las etapas de este trabajo, en este sentido se incluyó información acorde a los objetivos y alcances previstos.

Una vez con los datos procesados y evaluados ecológicamente, se determinó la relevancia ecológica de los tres componentes seleccionados (Biodiversidad, Regulación de Agua y Almacenamiento de Carbono). En los cuales se puede decir que en el territorio de estudio existe una alta presencia de espacios con abundante biodiversidad y servicios ecosistémicos, rescatando la presencia de humedales tipo huelle, que además tiene un significado étnico especial en la zona.

La relevancia ecológica fue relacionada con los distintos usos de suelo actuales, planeados y la intensidad potencial de efectos negativos, todo este cruce de información da como resultado áreas de muy alto, alto y medio riesgo ecológico de ecosistemas vulnerables, lo interesante de este ejercicio fue la incorporación de las subdivisiones prediales como agentes negativos para el medio ambiente.

Por su parte los OAZ entregan un panorama de requerimientos que se deben seguir en una adecuada propuesta de ordenamiento territorial, zonas que en su mayoría corresponden a usos sustentable del territorio, estos suelos fueron trabajados en conjunto con la capacidad potencial de suelos agrícolas, en donde se obtuvo terrenos óptimos para la producción agrícola la cual regula estos suelos y crea condiciones para mejorar la gestión territorial.

Se obtuvo una infraestructura ecológica, que puso en evidencia la fragmentación del territorio, ante esto es importante generar mediadas de protección o de manejos a los núcleos obtenidos, con el objetivo de disminuir fragmentación ambiental actual y contribuir a las distintas problemáticas. También se generaron distintos puntos de conflictos que tenía como conflicto las carreteras, ante esto es importante generar medidas de infraestructura adaptativas al entorno natural que va quedando.

Las medidas ambientales ofrecen un desarrollo sustentable del territorio, en el marco de todos los riesgos, las vulnerabilidades y los efectos provocados para la crisis climática y ecológico, si bien esto debe ser progresivo son necesarios para asegurar y respetar la justicia ambiental del territorio.

Este análisis territorial y propuesta de instrumento de planificación territorial con enfoque ecológico para los sectores rurales de Chanco y Molco, comuna de Pitrufquén, cumple con el propósito de gestión territorial y ayuda a mejorar la relación entre el ser humano y el medio ambiente.

Para finalizar, Este tema de estudio aborda una temática general muy importante en la actualidad, ya que aborda distintas problemáticas que afectan la naturaleza, seguridad alimentaria y el medio ambiente, en este sentido como geógrafos debemos diseñar acciones de prevención, adaptación y mitigación de los riesgos, las vulnerabilidades los efectos provocados por la acción antrópica sobre estas problemáticas.



IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., Etcheverers, D., Monreal, C., Quednow, E., & Hidalgo, C. (2001). *Un método para la medición del carbono en los compartimiento subterráneos (raíces y suelo) de sistemas forestales y agrícolas en terrenos de ladera en México*. Ciudad de Mexico: Colegio de Posgraduados.
- Aizen, M., & Feisinger, P. (1994). Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, 75: 330-351.
- Alarcon, D., & Novoa, P. (25 de 05 de 2022). *Chile Bosque*. Obtenido de Chilebosque: <http://www.chilebosque.cl/tree/apunc.html>
- BCN. (1 de Junio de 2022). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de BCN: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region9/hidrografia.htm>
- Camarero, L., & Oliva, J. (2016). Understanding Rural Change: Mobilities, Diversities, and Hybridizations. *Social Studies*, 2: 93-112. Obtenido de http://socstudia.fss.muni.cz/sites/default/files/06_Understanding_Rural_Change_Camarero_Oliva.pdf
- Chalfount, A., Thompson III, F., & Ratnaswamy, M. (2002). Nest predators and fragmentation: a review and meta-analysis. *Conservation Biology*, 16: 306-318.
- De Petre, A., Karlin, U., Ali, S., & Reynero, N. (2011). *Alternativa de sustentabilidad del bosque nativo del Espinal; Área Captura de carbono*. Santa María de los buenos Aires: Piarfon.
- EDAFICA. (2018). *Planificación Ecológica de la Infraestructura Ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: Región de Araucanía*. Valdivia, Chile: EDAFICA.
- Fletcher, R. (2005). Multiple edge effects and their implications in fragmented landscapes. *Journal of Animal Ecology*, 74: 342-352.
- Foley, J., Defries, R., Asner, G., Barford, G., & Bonan, G. (2005). Global consequences of land. *Science*, 309: 570-574.
- Fundación Philippi. (20 de 06 de 2022). *Fundaciónphilippi*. Obtenido de 2022 Fundació R.A. Philippi: <https://fundacionphilippi.cl/catalogo/amomyrtus-luma/>
- Gajardo, R. (1994). *La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Gascon, C., Williamson, G., & Da Fonseca, G. (2000). receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 288 (5470): 1356-1358.
- Gizzetti, B., Lanzasova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., & Cardoso, A. (2016). *Assessing water ecosystem services for water resource management*. European Union: Environmental Science & Policy.

- Instruye sobre la aplicación de la facultad consagrada en el art. 46 de la ley N°18755, con relación a lo previsto en el D.L N ° 3516, de 1980, Ordenanza N° 637 (MINAGRI 12 de Julio de 2022).
- Luebert , F., & Pliscoff, P. (2004). *Clasificación de piso de vegetación y analisis representatividad ecologica de áreas propuestas pa la proteccion en la ecorregión*. Valdivia: wwf Chile.
- Mendez, J. (1992). *Gestión ambiental y ordenación del territorio*. Santiago de Chile: U. d. Andes, ed.
- MINAGRI. (19 de Noviembre de 1980). Decreto Ley 3516. *ESTABLECE NORMAS SOBRE DIVISIÓN DE PREDIOS RÚSTICOS*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Santiago, Chile: Ley Chile.
- MMA. (15 de 06 de 2022). *Especies.mma.gob*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente: <http://especies.mma.gob.cl>
- MMA. (21 de 05 de 2022). *huedaleschile.mma.gob*. Obtenido de Ecosistemas Acuaticos Continentales Costero: <https://huedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/>
- MMA. (20 de 06 de 2022). *INaturalisCL*. Obtenido de inaturalist.mma.gob: <https://inaturalist.mma.gob.cl/taxa/278781-Drimys-winteri>
- MMA-ONU Medio Ambiente. (2018). *Elaboración del Pan Maestro para un Distrito de Conservación de Suelos, Aguas y Bosques en la Comuna de San José de Maipo*. Santiago de Chile: Estudio encargado a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- MMA-ONU Medio Ambiente. (2020 (2)). *Planificación ecológica a escala local y regional: guía metodológica*. Santiago de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile.
- MMA-ONU Medio Ambiente. (2020). *Planificación Ecológica a Escala Local 1:25000*. Santiago de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.
- Montenegro, F. (2010). *Análisis Territorial integrado y propuesta de ordenamiento territorial de la zona costera de la comuna de Quemchi*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Niemeyer, H., & Yáñez, J. (1984). *Geografía de Chile. Hidrografía*. Santiago de Chile: Intituto Geográfico Militar.
- ONU. (1992). *Declaracion de Rio Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Rio de Janeiro, Brasil: Organización de las Naciones Unidas.
- Ordoñez, A. (1998). *Estimación de la captura de carbono en un studio de caso para nosque templado San Juan Nuevo, Michoacan*. México DF: Tesis de licenciatura, facultad de Ciecias, UNAM.
- Pfelffer, M., Pérez, J., González, M., & Regina, M. (2018). Suelos. En C. d. Públicas, *Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile* (págs. 274-315). Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Pimm, S., & Raven, P. (2000). Biodiversity - Extinction. *Nature*, 403: 843-845.
- PLADECO. (2014). *Plan de Desarrollo Comunal Pitrufquén*. Temuco: ENDEMIX.
- Postchin, M., Haines-Young, R., Fish, R., & Turner, R. (2016). *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. New York, EEUU: Routledge.

- Riedman, P., & Aldunate, G. (2003). *Flora Nativa de Valor Ornamental. Chile Zona Sur*. Santiago de Chile: Editorial Andres Bello.
- Rosas-Baños, M. (2013). "Nueva Ruralidad desde dos visiones de progreso rural y sustentabilidad: Economía Ambiental y Economía Ecológica. *Polis (Santiago)*, 12(34): 225-241.
- Ruiz, C. (2010). *Propuesta de planificación ecológica para el sector Laguna del Maule y el corredor Pehuenche en relación a la ruta Internacional 115-CH, comuna de San Clemente, Región del Maule*. Santiago de Chile: Memoria para optar al título de Geógrafo, Universidad de Chile.
- SAG. (2004). *Pauta Para Estudios de Suelos*. Santiago de Chile: Ministerio de Agricultura.
- Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., . . . Wall, D. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459), 1770-1774.
- Salas, E. (2002). *Planificación Ecológica del Proyecto OTAS*. Santiago de Chile: Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile,.
- Santos, T., & Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 2006/2 3-12. Obtenido de http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=423&Id_Categoria=2&tipo=portada
- Saunders, D., Hobbs, R., & Margules, C. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentación: A review. *Conservation Biology*, 5: 18-32.
- SERVIU. (2009). *Ordenanza Plan Regulador Intercomunal Araucanía Centro*. Temuco, Región de la Araucanía: SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE VIVIENDA Y URBANISMO.
- SERVIU. (2019). *Memoria Explicativa: Estudio Actualización y EAE Plan Regulador Comunal de Pitrufquén*. Pitrufquén: Territorio y Ciudad Consultores.
- Travis, J. (2013). Climate change and habitat destrucción: a deadly anthropogenic cocktail. *Glob Biol Sci*, 23(2) : 395-397.
- Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenko, J., & Melillo, J. (1997). Human domination of Earth's. *Science*, 277: 494-499.
- Wilcove, D. (1985). Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology*, 1211-1214.

X. ANEXO

Anexo N°1. Tabla especies de vegetación nativa.

Nombre Científico	Nombre Común	Descripción Morfológica	Imagen
Nothofagus dombeyi	Coihue, Coigue	Monoico. Alcanza los 40 metros de altura. Tronco cilíndrico, corteza gris oscura con pequeñas grietas verticales. Follaje denso, ramas abiertas y de disposición horizontal. Hojas perennes aovado lanceoladas de borde aserrado, coriáceas y ápice agudo. Inflorescencias trifloras, flores sin pétalos, las masculinas con 8 a 15 estambres, las femeninas dentro de una cúpula de 4 segmentos. Frutos tres nueces, la central bialada y las laterales trailladas.	
Drimys winteri	Canelo; Boique; Voigue; Fuñe; Choól	Es un árbol de tronco grisáceo poco ramificado que puede alcanzar unos 20 m de altura. Su corteza se ha usado para combatir el escorbuto por su alto contenido de vitamina C. Su madera es de color rojizo y posee traqueidas como la de las coníferas. Sus hojas son lanceoladas y pueden llegar a medir unos 20 cm, de color verde brillante por el haz y blanquecinas por el envés. Su flor es blanca con el centro amarillo y está compuesta de un gran número de pétalos y estambres (MMA, 2022).	
Maytenus boaria	Maitén; Maükten	Árbol siempreverde, de hasta 15 m de altura, frecuentemente con ramas	

(Nativo)		<p>péndulas. Hojas con pecíolo de 0.5 cm; lámina lanceolada, de 6-7 x 1-1.5 cm, disminuyendo en tamaño en la inflorescencia, los renovales esporádicamente con hojas mayores, borde finamente aserrado, espacio entre dientes de 1-2 mm de longitud.</p> <p>Flores dispuestas en cimas axilares entre las hojas. Flores amarillo, pálidas. Cápsula verde-amarillenta, semillas envueltas en un arilo rojo.</p>	
Myrceugenia exsucca	Pitra, Peta, Preta	<p>Tronco sinuoso, parecen varios unidos. Corteza gris que se descascara en plaquitas alargadas.</p> <p>Hojas coriáceas, grandes, aromáticas, glabras, envés más claro. Flores blancas, aromáticas, tetrámeras, estambres entre 170 y 270 muy sobresalientes y ovario pubescente, a fin de verano.</p> <p>Fruto una baya negruzca madura en primavera.</p> <p>Higrófila. Es el representante del género con mayor distribución latitudinal.</p>	
Myrceugenia planipes	Picha	<p>Árbol siempreverde, de hasta 10 m de altura. Ramillas aplanadas hacia el ápice.</p> <p>Hojas glabras, pecioladas, con la faz más oscura que el envés, elípticas a obovadas, de 4-7 x 1-2 cm; ápice muy agudo, pero sin mucrón. Flores en cimas axilares de 2-4; pedicelos de hasta 1-2.5 cm de longitud.</p> <p>Cáliz con los sépalos persistentes en el fruto; pétalos blancos. Fruto morado de 10-20 mm de longitud.</p>	
Lomatia hirsuta	Radal	<p>- Hasta 15 m en su distribución sur, al norte más común arbustivo. Corteza delgada lisa con manchas claras y oscuras. Hojas</p>	

		<p>perennes, grandes, coriáceas, de forma y tamaño variable, borde dentado, negras cuando secas. Flores reunidas en un racimo, hermafroditas, pubescentes. 4 tépalos color crema, 4 estambres sin filamento adheridos a los tépalos, ovario súpero con el estilo arqueado rojizo y el estigma discoideo verdoso. Fruto: un folículo semi leñoso con semillas aladas. (Fundación Philippi, 2022)</p>	
Persea lingue (endémico)	Lingue	<p>Es un árbol de 20-25 m de alto, su follaje tiene hojas enteras y borde liso, coriáceas, elípticas, verdes por encima, rojizo-tomentosas por debajo, flores pequeñas, fruto negrozco de 1.5 cm de largo. Es de aspecto bastante variable según las condiciones ecológicas en las que se encuentre (MMA, 2022).</p>	
Aextoxicon punctatum	Olivillo	<p>es un árbol siempreverde de follaje oscuro, capaz de alcanzar una altura sobre los 20 m. presenta corteza lisa y tonalidades opacas claras.</p> <p>Presenta hojas ovaladas a alargadas con característicos puntos visibles notoriamente por debajo de la hoja (envés). Estos puntos son en verdad pelos o denominados tricomas, que al observarlos de cerca de aprecian como pequeñas escamitas superficiales (Alarcon & Novoa , 2022)</p>	

<p>Blechnum auriculatum</p>	<p>Palmilla</p>	<p>Rizoma erecto o algo oblicuo, escamoso. Hojas pinnadas, igual forma las fértiles y estériles. Lámina subherbácea a coriácea, base ancha, truncada hasta aflechada. Soros continuos alargados. Vecindad de vertientes o corrientes de agua. (Fundación Philippi, 2022)</p>	
<p>Chusquea Quila</p>	<p>Quila, Colihue</p>	<p>es una planta perenne, rizomatosa, provista de cañas ramificadas que nacen del suelo en forma oblicua, hojosas en los nudos, alcanza hasta 10 m. de altura con culmos de hasta 2 m. de diámetro. Las hojas son lanceolada-elípticas, de 10 a 12 cm. de largo, coriáceas, recorridas por 7 a 9 nervios paralelos, márgenes cortantes, nervio central marcado y prominente, ápice agudo y punzante (Riedman & Aldunate, 2003)</p>	

<p>Lapageria rosea</p>	<p>Copihue</p>	<p>es un arbusto ramoso, de tallo voluble, articulado, que puede alcanzar hasta 6 m de altura. El copihue presenta hojas de distribución alterna en la ramilla, de forma lanceolado-ovada, de un tamaño de hasta 12 cm de largo. Las hojas presentan borde o margen liso, de ápice agudo (hojas acuminadas), base con forma de corazón (forma cordada), de textura coriácea (como cuero), con notorios de 3 a 5 nervios o nervaduras paralelas. (Alarcon & Novoa , 2022)</p>	
<p>Luma apiculata (Endemica)</p>	<p>Arrayán</p>	<p>Árbol siempreverde, de 5-25 m de altura, con la corteza anaranjada. Hojas pecioladas, oblongo-lanceoladas a elípticas, de 1.0-2.5 x 0.5-2.0 cm, borde entero, ápice con mucrón, la faz más oscura que el envés. Flores solitarias o en cimas con 2-3, pedicelos de 1.5-2 cm de longitud. Cáliz con 4 sépalos, persistente en el fruto; corola con 4 pétalos blancos. Fruto, una baya violácea de 8-10 mm de longitud. (MMA, 2022)</p>	

<p>Aristotelia chilensis</p>	<p>Maqui</p>	<p>Polimorfo, hasta 4 m. Muy ramoso desde la base, ramitas nuevas rojizas. Hojas perennes, opuestas, de 3 a 8 cm de largo, aovado-lanceoladas, margen aserrado, péndulas, peciolo generalmente rojo. Dioico. Inflorescencia un corimbo. Flores pequeñas amarillo crema, colgantes, sépalos pubescentes, 5 a 6 pétalos, las masculinas con 10 a 15 estambres, las femeninas con ovario grueso, estilo corto y estigma trifido. Fruto una baya negra comestible con propiedades antioxidantes, muy apetecida por las aves (Fundación Philippi, 2022).</p>	
<p>Juncus pallidus</p>	<p>Junquillo</p>	<p>Es una hierba perenne rizomatosa vigorosa, con mechones, formadora de matas, con tallos que crecen hasta 70 a 135 cm de altura. La inflorescencia, que tiene 2.5 a 19 cm de largo, contiene muchas flores de color pajizo, cada una con seis segmentos florales (Fundación Philippi, 2022).</p>	

<p>Nothofagus obliqua (Endemica)</p>	<p>Roble, Hualle</p>	<p>Árbol caducifolio, de hasta 40 m de altura y 1.5 m de diámetro; corteza de color gris cuando joven, pasando a café oscura-negruzca en los adultos, con grietas longitudinales y transversales. Hojas ovado-lanceoladas a oblongas, de 1.5 -7 x 1-3 cm, base asimétrica, margen doble aserrado, nervaduras muy notorias, tanto en la faz como en el revés, pubescentes en el envés, pecíolo 4-10 mm de longitud (Alarcon & Novoa , 2022)</p>	
<p>Peumus boldus</p>	<p>Boldo</p>	<p>Boldo incluye solo una especie. Sus hojas se utilizan con fines culinarios. Este árbol de la familia Monimiacease es endémica de la región central Chile (Fundación Philippi, 2022)</p>	

Embothrium coccineum	Ciruelillo, Notro	Hasta 10 m de altura. Corteza grisácea. Ramas delgadas flexibles. Hojas de forma muy variable desde lanceoladas a obovadas, verdes por el haz y blanquecinas por el envés, generalmente agrupadas, con brácteas membranosas rojizas, caducas hacia su distribución sur. Flores rojas de 3 a 4 cm de largo reunidas en corimbos, pedúnculos rojos, 4 tépalos linear lanceolados que se enroscan al abrir, 4 estambres sin filamento insertos en los tépalos, ovario súpero y estigma fusiforme. Fruto un folículo leñoso, oblongo con el estilo persistente, dehiscencia longitudinal. Semillas aladas. (Fundación Philippi, 2022)	
Blepharocalyx cruckshanksii	Temu	Alcanza 20 metros. Corteza rojiza que se desprende en placas. Ramitas cafés, generalmente comprimidas. Hojas perennes, ovadas, ápice obtuso o emarginado, punteado glandulosas, aromáticas. Flores reunidas en inflorescencia, 5 pétalos, numerosos estambres, muy aromáticas, a comienzos de verano. Fruto una baya brillante, oscura, con muchas semillas arriñonadas, en otoño.	

(Fuente: Elaboración propia, Imágenes obtenidas en salidas a terreno, los espacios sin imagen, no fueron identificadas por el autor o no tienen presencia en el lugar escogido para recolectar la información en terreno.)

Anexo N°1. Tabla de distribución de especies de aves

Clase	Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Origen	Estado de conservación
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	Vanellus chilensis	queltehue	Nativa	
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle	Megaceryle torquata	Martín Pescador	Nativa	
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	Egretta thula	Garza chica	Nativa	
Aves	Anseriformes	Anatidae	Anas	Anas georgica	Pato jergón grande	Nativa	
Aves	Anseriformes	Anatidae	Anas	Anas flavirostris	Pato jergón chico	Nativa	
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Nativa	
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	Bubulcus ibis	Garza bueyera	Nativa	
Aves	Anseriformes	Anatidae	Specularnas	Specularnas specularis	Pato antoejillo	Nativa	Casi amenazada (NT)
Aves	Paseriformes	Emberizidae	Sturnella	Sturnella loyca	Loica común	Nativa	
Aves	Paseriformes	Tyrannidae	Xolmys	Xolmys pyrope	Diucón	Nativa	
Aves	Paseriformes	Emberizidae	Molothrus	Molothrus bonariensis	Mirlo	Exótica	
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	Enicognathus	Enicognathus leptorhynchus	Choroy	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Tyrannidae	Lessonia	Lessonia rufa	Colegial común	Nativa	
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Theristicus	Theristicus melanipis	Bandurria	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Muscicapidae	Turdus	Turdus falckandii	Zorzal común	Nativa	
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Callipepla	Callipepla californica	Codorniz	Exótica	
Aves	Paseriformes	Fringillidae	Spinus	Sporagra barbata	Jilguero común	Nativa	
Aves	Paseriformes	Hirundinidae	Tachycineta	Tachycineta meyeri	Golondrina	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Emberizidae	Zonotrichia	Zonotrichia capensis	Chincol	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Furnariidae	Leptasthenura	Leptasthenura aegithaloides	tijeral	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Emberizidae	Sturnella	Sturnella loyca	Loica	Nativa	(LC)
Aves	Paseriformes	Tyrannidae	Tachuris	Tachuris rubrigastra	Siete colores	Nativa	(LC)
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	Ardea alba	Garza grande	Nativa	(LC)
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	Ardea cocoy	Garza cuca	Nativa	(LC)
Aves	Anseriformes	Anatidae	Cygnus	Cygnus melanocorypha	Cisne de cuello negro	Nativa	(LC)

Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	Coragyps atratus	Jote de cabeza negra	Nativa	(LC)
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Parabuteo	Parabuteo unicinctus	Peuco	Nativa	(LC)
Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	Patagioenas araucana	Torcaza	Nativa	(LC)
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	Troglodytes aedon	Chercan	Nativa	(LC)
Aves	Anseriformes	Anatidae	Spatula	Spatula cyanoptera	Pato colorado	Nativa	(LC)

(Fuente: Elaboración propia con datos entregado por la Municipalidad de Pitrufquén)



Anexo N°3: Matriz SS.EE y coberturas de uso de suelo.

			Bo sq ue ren ov al Nat ivo	Áre a de pas tore o int ensiv o	Hum edal es y vega s	Plan tació n Fore stal	Parcel as de agrad o/ otros asenta mientos	Cul tivo s anu ales	Rí os y est eros	Área Prod uctiv a	R ed vi al		
Provisión (biótica)	Bioma sa	Planta terrestre cultivada para nutrición, materiales o energía.	Planta terrestre cultivada (incluidos hongos, algas) cultivado con fines nutricionales	0	0	2	0	0	5	0	0	0	
		Fibras y otros materiales para planta cultivadas, hongos algas y para directos uso o procesado	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	
		Plantas cultivadas (incluidos hongos y algas) cultivado como fuente de energía	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	
	Bioma sa	Planta acuática cultivada para nutrición, materiales o energía	Planta cultivada para fines nutricionales por acuicultura en el lugar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Plantas cultivadas para fines materiales por acuicultura en el lugar (excluyendo material genético)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Plantas cultivadas como fuente de energía para acuicultura en el lugar.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bioma sa	Animal es criado s para nutrici ón, materi ales o anergi a	Crianza de para proveer alimentación	0	5	0	0	3	3	0	0	0	0
			Fibras y otros materiales para crianza de animales para uso directo o procesado (excluyendo materiales genéticos)	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0
			Crianza de animales para provisión de energía (incluyendo mecánico)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bioma sa	Animal es acuátic os criado s para nutrici	Crianza de animales por acuicultura en el lugar con fines nutricionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Crianza de animales por acuicultura en el lugar con fines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ón materi ales o energí a	materiales (excluyendo materiales genéticos)											
			Crianza de animales por acuicultura en el lugar como fuente de energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Provisión (abiótica)	Agua	Agua superficial para beber	Agua superficial para beber	2	0	3	0	1	0	5	0	0		
		Agua superficial utilizada para nutrición, materiales o energía	Agua superficial usada como material (propósito no bebible)	3	2	4	2	1	2	5	0	0		
		Agua subterránea utilizada para beber	Agua dulce superficial utilizada como fuente de energía	0	0	0	0	0	0	3	0	0		
		Otros productos del ecosistema acuoso	Aguas costeras y marinas utilizadas como fuentes de energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Mediación de desperdicios o sustancias tóxicas de origen antropogénico o por procesos vivos	Agua subterránea utilizada para beber	4	3	4	0	0	0	2	0	0		
			Agua subterránea utilizada para nutrición, materiales o energía	3	2	3	0	0	0	2	0	0		
			Agua subterránea utilizada como fuente de energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Otros productos del ecosistema acuoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Regulación y mantenimiento (biótica)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Mediación de desperdicios o sustancias tóxicas de origen antropogénico o por procesos vivos	Biorremediación por microorganismos, algas, plantas, y animales	2	0	2	2	0	0	0	0	0
					Filtración/secuestro/al macenamiento/acumulación por microorganismos, algas, plantas, y animales	5	0	5	2	0	0	0	0	0
	Reducción de olores			4	0	3	4	0	0	2	0	0		

	Mediación de molestia de origen antropogénico	Atenuación de ruido	2	0	2	2	0	0	1	0	0
		Proyección visual	5	0	5	0	0	3	5	0	0
Regulación de condiciones bioquímicas, físicas, biológicas	Regulación de flujos de línea de base y eventos extremos	Control de tasas de erosión	5	0	3	0	0	0	0	0	0
		Amortiguación y atenuación de movimientos en masa	5	0	5	0	0	0	0	0	0
		Regulación del ciclo hidrológico y flujo del agua (incluyendo control de inundación)	4	0	5	0	0	0	5	0	0
		Protección de tormentas	5	0	3	3	4	0	2	4	0
		Protección del fuego	3	0	5	0	0	0	5	0	1
		Mantenimiento ciclo de vida, hábitat y protección de la reserva genética	Polinización (o dispersión de gameto en un contexto marino)	5	3	5	4	0	3	4	0
	Dispersión de semillas		4	1	3	3	0	4	4	0	0
	Mantener las poblaciones de vivero y hábitat (incluyendo protección de la reserva genética)		5	0	5	2	0	0	5	0	0
	Control de plagas y enfermedades	Control de plagas (incluyendo la invasión de especies)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Control de enfermedades	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	Regulación calidad de los suelos	Procesos de meteorización y sus efectos en calidad de los suelos	5	0	5	0	0	0	5	0	0
		Descomposición y procesos de fijación, y sus efectos en calidad de suelos	5	0	4	0	0	0	0	0	0
	Condiciones hídricas	Regulación de la condición química del agua dulce por procesos vivos	5	0	5	0	0	0	5	0	0

		Regulación de la condición química del agua salada por procesos vivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Composición y condición atmosférica	Regulación de composición química de la atmosfera	5	0	5	0	0	0	5	0	0
		Regulación de temperatura y humedad, incluyendo ventilación y transpiración	5	0	5	3	0	0	5	0	0
Cultural (biótica)	Interacciones directas in situ y al aire con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y experimentales con el ambiente natural	5	3	5	0	0	3	5	0	0
		Características de sistemas vivos que habilitan actividades promoviendo la salud, recuperación o disfrute a través de interacción pasiva o de observación	5	1	5	0	0	1	5	0	0
	Interacción intelectual y representativa con el ambiente natural	Características de sistemas vivos que habilitan investigación científica o la creación de conocimiento tradicional ecológico	5	3	5	3	0	4	5	0	0
		Características de sistemas vivos que habilitan la educación y entrenamiento	5	4	5	2	0	4	5	0	0
		Características de sistemas vivos que son resonantes en términos de cultura o herencia	3	0	5	0	0	0	5	0	0
		Características de sistemas vivos que habilitan experiencias estéticas	5	5	5	0	0	3	5	0	0
	Interacciones indirectas, remotas a menudo	Interacción espiritual, simbólica y otras	Elementos de sistemas vivos que tengan sentido simbólico	3	0	5	0	0	0	5	0
Elementos de sistemas vivos que tengan sentido sagrado o religioso			3	0	5	0	0	0	5	0	0

o en interiores con sistemas vivos que no requieren presencia en el entorno ambiental	con el ambiente natural	Elementos de sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
	Otras características bióticas que tengan un valor de no uso	Características de sistemas vivos que tienen un valor de existencia	5	3	5	3	0	4	5	0	0	
		Características de sistemas vivos que tienen un valor de legado	5	3	5	3	0	5	5	0	0	
Producto de ecosistemas abióticos o naturales no acuosos	Sustancias minerales usadas para nutrición, materiales o energía	Sustancias minerales usadas para nutrición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Sustancias minerales usadas para propósito material	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
		Sustancias minerales usadas como fuente de energía	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
	Sustancias no minerales usadas para nutrición, materiales o energía	Sustancias no minerales con propiedades ecosistémicas utilizadas para nutrición	0	3	0	0	0	3	3	0	0	
		Sustancias no minerales utilizadas para materiales	3	0	0	5	0	0	4	0	0	
		Energía eólica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Energía solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Geotermal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Provisión (abiótica)	Otras sustancias minerales o no minerales o propiedades ecosistémicas usado para nutrición,	Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		materiales o energía											
Regulación y mantenimiento (abiótico)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Mediación de desechos,	Dilución por agua dulce y ecosistemas marinos	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
			Dilución por atmosfera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Mediación de molestias por procesos no vivos	Mediación por otros químicos o medios físicos (vía filtración, secuestro, almacenamiento, o acumulación)	5	0	5	0	0	0	5	0	0	0
			Mediación de molestias de origen antropogénico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regulación de condiciones físicas, químicas o biológicas	Regulación de flujos de línea de base y eventos extremos	Flujos de masa	5	0	2	2	0	0	2	0	0	
			Flujos líquidos	3	0	5	0	0	0	5	0	0	
		Mantenimiento de condiciones físicas, químicas o abióticas	Flujos gaseosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Mantenimiento y regulación por procesos naturales inorgánicos químicos y físicos	5	3	5	3	1	2	5	0	0	

	Otros tipos de regulación y mantenimiento de servicios por procesos abióticos	Otros	Otros	5	0	5	1	0	2	5	0	0
Cultural (abiótica)	Interacciones directas in situ y al aire con sistemas físicos naturales	Interacción física y experimental con componentes abióticos del ambiente natural	Características naturales abióticas de la naturaleza que habilitan activa o pasivamente interacciones físicas y experimental	5	4	5	4	0	4	5	0	0
	Interacciones que dependen una presencia en el medio ambiente	Interacción intelectual y representativa con componentes abióticos del ambiente natural	Características naturales abióticas de la naturaleza que habilitan interacción intelectual	5	3	5	3	0	3	5	0	0
	Interacciones indirectas, remotas a menudo en interiores con sistemas físicos naturales que	Símbolos espirituales y otras interacciones con los componentes abióticos del ambiente natural	Características naturales abióticas de la naturaleza que habilitan interacciones espirituales, simbólicas y otros	3	1	5	0	0	1	4	0	0

no requier en presen cia en el entorn o ambien tal	Otras caract erístic as abiótic as que tengan un valor de no uso	Características naturales abióticas de la naturaleza que tengan ya sea una existencia o un valor heredado	4	2	5	0	0	3	5	0	0
---	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(Fuente: Elaboración propia)

